

# Resumen del Informe Anual de Actividades Cenicafé 2007





**Cenicafé**  
CENTRO DE DOCUMENTACION

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

**COMITÉ NACIONAL**

Periodo 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

**Gerente General**

GABRIEL SILVA LUJÁN

**Gerente Administrativo**

LUIS GENARO MUÑOZ ORTEGA

**Gerente Financiero**

CATALINA CRANE ARANGO

**Gerente Comercial**

ROBERTO VÉLEZ VALLEJO

**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 2007 ©.

## **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 - 978-958-98193-5-7

### **Caratula:**

Recolección de café con el Aroandes. Estación Central Naranjal. Cenicafé.

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	13
Productividad Agronómica	31
I. Agroclimatología	32
II. Suelos y nutrición	33
III. Manejo de cafetales	45
IV. Investigación regional	51
V. Controladores biológicos y biodiversidad	81
VI. Mejoramiento genético	81
VII. Identificación de insectos plaga del café	90
VIII. Identificación y manejo de enfermedades del café	93
IX. Desarrollo y estudios de métodos de muestreo para la caficultura	95
Viabilidad Económica del Café	98
I. Avances en cosecha	99
II. Avances en beneficio	105
III. Costos de producción	109
Calidad y Cafés Especiales	112
I. Calidad del café	113
II. Cafés especiales	124
Sistemas de Producción Complementarios	128
I. Especies forestales	129
II. Especies de interés económico	131
Sostenibilidad Ambiental	133
I. Captura de carbono y el Protocolo de Kioto	134
II. Conservación de suelos	134
III. Manejo integrado de arvenses	136
IV. Controladores biológicos	137

V.	Entomofauna de la zona cafetera	138
VI.	Manejo integrado de la broca	140
VII.	Biología de la Conservación	153
VIII.	Sistema Integrado de Gestión	157
IX.	Tratamientos de residuos líquidos y sólidos de los procesos del café	161
	Conocimiento Estratégico	165
I.	Genómica del café	166
II.	Búsqueda de resistencia a la broca	173
III.	Genética de las enfermedades del cafeto	175
IV.	Fisiología del cafeto	177
V.	Tecnologías complementarias para la cosecha y el beneficio del café	179
	Divulgación y Transferencia	181
I.	Documentación	182
II.	Sistemas	182
III.	Divulgación y Transferencia	194
IV.	Productos	241
V.	Cuadro de Mando Integral	252
	Recursos Humanos y Financieros	266
	Investigadores Asociados a Cenicafé	266
	Estudiantes vinculados a Cenicafé	269
	Recursos externos Cenicafé - 2007	270
	Convenios Nacionales	270
	Convenios Internacionales	270
	Índice de Experimentos Regionales	271

# Informe Anual

## 2007

### **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 2006 y Septiembre de 2007.
- 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.

## MARTES 6 DE NOVIEMBRE AM

Moderador: Pablo Benavides M.

	INSTALACIÓN	Gabriel Cadena G. Director-Cenicafé	8:00 AM
<b>Productividad Agronómica</b>			
<b>I. AGROCLIMATOLOGÍA</b>			
1	Red climática FNC y Ecotopos cafeteros.	<b>Orlando Guzmán M.</b> Agroclimatología	8:15 AM
2	Ecotopos Sierra Nevada de Santa Marta.	<b>José Vicente Baldión R.</b> Agroclimatología	8:30 AM
3	Hidrología cafetales; la cobertura del suelo.	<b>Alvaro Jaramillo R.</b> Agroclimatología	8:45 AM
4	Exploración de métodos estadísticos para estimar datos faltantes de lluvia.	<b>Rubén Darío Medina R.</b> Biometría	9:00 AM
<b>II. SUELOS Y NUTRICIÓN DEL CAFETO</b>			
5	Caracterización de la materia orgánica en algunos suelos representativos del departamento de Caldas.	<b>Hernán González O.</b> Suelos	9:15 AM
6	Efecto de la textura del suelo sobre las pérdidas por lixiviación de nitrógeno, fósforo y potasio en la fertilización.	<b>Esneider Arias S.</b> Suelos. U. de Caldas	9:30 AM
7	Mineralización del nitrógeno en el suelo y fertilización foliar de cafetos en producción.	<b>Alveiro Salamanca J.</b> Suelos	9:45 AM
	Receso		10:00 AM
8	Avances sobre la fertilización foliar en café en la Subestación Paraguaicito.	<b>Omar Alí Sossa M.</b> Suelos. U. Pedag. y Tecn. de Colombia	10:30 AM
9	Dinámica de nutrientes en suelos de ladera cultivados con café.	<b>Édgar Hincapié G.</b> Suelos	10:45 AM
10	Avances sobre fertilización antes y después del zoqueo. Relación propiedades del suelo y movimientos masales.	<b>Luis Fernando Salazar G.</b> Suelos	11:00 AM
11	Establecimiento e interferencia de coberturas vegetales en el cultivo del café.	<b>Juan Gabriel Arango R.</b> Suelos. U. de Caldas	11:15 AM
<b>III. FISIOLÓGÍA DEL CAFETO</b>			
12	Avances sobre estudios de la floración en el caféto.	<b>Jerson Ramón Domínguez T.</b> Fisiología Vegetal	11:30 AM
13	Avances sobre eficiencia en el uso del nitrógeno y modelación dinámica de la floración en el caféto.	<b>Nestor Miguel Riaño H.</b> Fisiología Vegetal	11:45 AM

## MARTES 6 DE NOVIEMBRE PM

Moderador: Gloria Inés Puerta Q.

<b>IV. MANEJO AGRONÓMICO DE CAFETALES</b>			
14	Comparación sistemas de manejo del café ( <i>Coffea arabica</i> L.) con base en la poda calavera.	<b>Argemiro Miguel Moreno B.</b> Fitotecnia	1:30 PM
15	Producción de café en sistemas agroforestales orgánicos y convencionales.	<b>Fernando Farfán V.</b> Fitotecnia	1:45 PM
16	Estimación de la producción de café con base en los registros de floración.	<b>José Raul Rendón S.</b> Fitotecnia	2:00 PM
17	Proyecto producción de semillas de café.	<b>Jaime Arcila P.</b> Fitotecnia	2:15 PM
18	Avances de la investigación sobre maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la zona cafetera.	<b>Luis Narro</b> Lider CIMMYT Latinoamérica	2:30 PM
<b>V. MEJORAMIENTO GENÉTICO</b>			
19	Calidad física y en taza de componentes de variedad Castillo de <i>Coffea arabica</i> y sus derivadas regionales.	<b>Gabriel Alvarado A.</b> Mej. Genético	2:45 PM
20	Herencia de la resistencia incompleta a la roya del caféto.	<b>Gladys Romero G.</b> Mej. Genético	3:00 PM
	Receso		3:15 PM
21	Estudios de variabilidad en poblaciones del Híbrido de Timor.	<b>Alejandra Díaz M.</b> Mej. Genético. U. del Valle	3:45 PM
22	Exploración por calidad en genotipos de <i>Coffea arabica</i> L.	<b>Huver Elías Posada S.</b> Mej. Genético	4:00 PM

## MARTES 6 DE NOVIEMBRE AM

Moderador: Pablo Benavides M.

INSTALACIÓN		Gabriel Cadena G. Director-Cenicafé	8:00 AM
<b>Productividad Agronómica</b>			
<b>I. AGROCLIMATOLOGÍA</b>			
1	Red climática FNC y Ecotopos cafeteros.	<b>Orlando Guzmán M.</b> Agroclimatología	8:15 AM
2	Ecotopos Sierra Nevada de Santa Marta.	<b>José Vicente Baldión R.</b> Agroclimatología	8:30 AM
3	Hidrología cafetalas; la cobertura del suelo.	<b>Alvaro Jaramillo R.</b> Agroclimatología	8:45 AM
4	Exploración de métodos estadísticos para estimar datos faltantes de lluvia.	<b>Rubén Darío Medina R.</b> Biometría	9:00 AM
<b>II. SUELOS Y NUTRICIÓN DEL CAFETO</b>			
5	Caracterización de la materia orgánica en algunos suelos representativos del departamento de Caldas.	<b>Hernán González O.</b> Suelos	9:15 AM
6	Efecto de la textura del suelo sobre las pérdidas por lixiviación de nitrógeno, fósforo y potasio en la fertilización.	<b>Esneider Arias S.</b> Suelos. U. de Caldas	9:30 AM
7	Mineralización del nitrógeno en el suelo y fertilización foliar de cafetos en producción.	<b>Alveiro Salamanca J.</b> Suelos	9:45 AM
	Receso		10:00 AM
8	Avances sobre la fertilización foliar en café en la Subestación Paraguaicito.	<b>Omar Alí Sossa M.</b> Suelos. U. Pedag. y Tecn. de Colombia	10:30 AM
9	Dinámica de nutrimentos en suelos de ladera cultivados con café.	<b>Édgar Hincapié G.</b> Suelos	10:45 AM
10	Avances sobre fertilización antes y después del zaqueo. Relación propiedades del suelo y movimientos masales.	<b>Luis Fernando Salazar G.</b> Suelos	11:00 AM
11	Establecimiento e interferencia de coberturas vegetales en el cultivo del café.	<b>Juan Gabriel Arango R.</b> Suelos. U. de Caldas	11:15 AM
<b>III. FISIOLÓGÍA DEL CAFETO</b>			
12	Avances sobre estudios de la floración en el café.	<b>Jerson Ramón Domínguez T.</b> Fisiología Vegetal	11:30 AM
13	Avances sobre eficiencia en el uso del nitrógeno y modelación dinámica de la floración en el café.	<b>Nestor Miguel Riaño H.</b> Fisiología Vegetal	11:45 AM

## MARTES 6 DE NOVIEMBRE PM

Moderador: Gloria Inés Puerta Q.

<b>IV. MANEJO AGRONÓMICO DE CAFETALES</b>			
14	Comparación sistemas de manejo del café ( <i>Coffea arabica</i> L.) con base en la poda calavera.	<b>Argemiro Miguel Moreno B.</b> Fitotecnia	1:30 PM
15	Producción de café en sistemas agroforestales orgánicos y convencionales.	<b>Fernando Farfán V.</b> Fitotecnia	1:45 PM
16	Estimación de la producción de café con base en los registros de floración.	<b>José Raul Rendón S.</b> Fitotecnia	2:00 PM
17	Proyecto producción de semillas de café.	<b>Jaime Arcila P.</b> Fitotecnia	2:15 PM
18	Avances de la investigación sobre maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la zona cafetera.	<b>Luis Narro</b> Lider CIMMYT Latinoamérica	2:30 PM
<b>V. MEJORAMIENTO GENÉTICO</b>			
19	Calidad física y en taza de componentes de variedad Castillo de <i>Coffea arabica</i> y sus derivadas regionales.	<b>Gabriel Alvarado A.</b> Mej. Genético	2:45 PM
20	Herencia de la resistencia incompleta a la roya del café.	<b>Gladys Romero G.</b> Mej. Genético	3:00 PM
	Receso		3:15 PM
21	Estudios de variabilidad en poblaciones del Híbrido de Timor.	<b>Alejandra Díaz M.</b> Mej. Genético. U. del Valle	3:45 PM
22	Exploración por calidad en genotipos de <i>Coffea arabica</i> L.	<b>Huver Elias Posada S.</b> Mej. Genético	4:00 PM

44	Características de granulados de esporas de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café.	<b>Elena Trinidad Velásquez S.</b> Entomología	2:00 PM
45	Evaluación de preformulados de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café.	<b>Alejandra Bastidas O.</b> Entomología. U. de Caldas	2:15 PM
<b>IX. MANEJO DE ENFERMEDADES</b>			
46	Genética comparativa de genes de resistencia de café.	<b>Alvaro León Gaitán B.</b> Fitopatología	2:30 PM
47	Avances en la identificación de razas fisiológicas de <i>Hemileia vastatrix</i> presentes en el Híbrido de Timor y sus derivados.	<b>Marco Aurelio Cristancho A.</b> Fitopatología	2:45 PM
48	Evaluación de la resistencia parcial a la roya del cafeto ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk y Br) en tres localidades con diferente oferta ambiental.	<b>Oscar Adrián Guzmán P.</b> Fitopatología. U. de Caldas	3:00 PM
Receso			3:15 PM
49	Nuevas perspectivas en el manejo de las enfermedades: roya del cafeto, mancha de hierro y mal rosado.	<b>Carlos Alberto Rivillas O.</b> Fitopatología.	3:45 PM
50	Efecto de la fertilización química y biológica en el cultivo de café. Análisis primer ciclo productivo y análisis económico.	<b>Angela María Castro T.</b> Fitopatología-ORIOUS	4:00 PM
51	Diagnóstico del problema denominado "chamusquina" en cafetales de altura en el departamento del Huila.	<b>Gabriel E. Campos A.</b> Fitopatología. U del Cauca	4:15 PM
52	Identificación del organismo asociado a un nuevo disturbio en café denominado "chamusquina".	<b>Sandra Valdés G.</b> Fitopatología. U. de Caldas	4:30 PM
53	Avances en los trabajos del disturbio de la "chamusquina". Manejo fitosanitario de cafés especiales.	<b>Bertha Lucía Castro C.</b> Fitopatología	4:45 PM
54	Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado "chamusquina".	<b>Hilary Jhoana Ramírez C.</b> Entomología. U. de Nariño	5:00 PM
55	Caracterización molecular de poblaciones de <i>Colletotrichum</i> spp. asociadas a <i>Coffea arabica</i> en Colombia y su aplicación en el diagnóstico del CBD.	<b>Andrés Fernando Rodríguez G.</b> Fitopatología. U. Javeriana	5:15 PM
56	Efecto de extractos vegetales sobre huevos y larvas del complejo <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>M. javanica</i> .	<b>Luisa Mayens Vásquez R.</b> Fitopatología. U. de Caldas	5:30 PM

## JUEVES 8 DE NOVIEMBRE AM

Moderador: Fernando Farfán V.

### VIABILIDAD ECONÓMICA

<b>X. AVANCES EN BENEFICIO</b>			
57	Evaluación de métodos para identificar el punto de lavado del café en fermentación.	<b>Aída Esther Peñuela M.</b> Ing. Agrícola.	8:00 AM
58	Regulación automática del flujo de agua en desmucilaginosos mecánicos de café.	<b>Juan Rodrigo Sanz U.</b> Ing. Agrícola.	8:15 AM
59	Avances en la identificación de cinco estados de maduración de frutos de café por diferencias en color.	<b>Paula J. Ramos G.</b> Ing. Agrícola	8:30 AM
60	Determinación rápida del contenido de frutos verdes de café en la masa cosechada por medios electrónicos.	<b>Jenny Paola Cardona B.</b> Ing. Agrícola. U. Nal. Manizales	8:45 AM
61	Evaluación de un método para la medición del contenido de humedad en el secado solar del café.	<b>Juliette Jurado Ch.</b> Ing. Agrícola. U. Nariño	9:00 AM
62	Control del caudal de aire en el proceso de secado del café.	<b>Christian González S.</b> Ing. Agrícola. U. del Valle	9:15 AM
63	Metodología para la construcción de ventiladores en talleres rurales.	<b>Jhony Gutiérrez F.</b> Ing. Agrícola. U. Tecnológica de Pereira.	9:30 AM
<b>XI. AVANCES EN COSECHA ASISTIDA</b>			
64	Cosecha de café con herramientas de asistencia manual y semimecanizada.	<b>Cesar A. Ramírez G.</b> Ing. Agrícola.	9:45 AM
Receso			10:00 AM

44	Características de granulados de esporas de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café.	<b>Elena Trinidad Velásquez S.</b> Entomología	2:00 PM
45	Evaluación de preformulados de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café.	<b>Alejandra Bastidas O.</b> Entomología. U. de Caldas	2:15 PM
<b>IX. MANEJO DE ENFERMEDADES</b>			
46	Genética comparativa de genes de resistencia de café.	<b>Alvaro León Gaitán B.</b> Fitopatología	2:30 PM
47	Avances en la identificación de razas fisiológicas de <i>Hemileia vastatrix</i> presentes en el Híbrido de Timor y sus derivados.	<b>Marco Aurelio Cristancho A.</b> Fitopatología	2:45 PM
48	Evaluación de la resistencia parcial a la roya del cafeto ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk y Br) en tres localidades con diferente oferta ambiental.	<b>Oscar Adrián Guzmán P.</b> Fitopatología. U. de Caldas	3:00 PM
Receso			3:15 PM
49	Nuevas perspectivas en el manejo de las enfermedades: roya del cafeto, mancha de hierro y mal rosado.	<b>Carlos Alberto Rivillas O.</b> Fitopatología.	3:45 PM
50	Efecto de la fertilización química y biológica en el cultivo de café. Análisis primer ciclo productivo y análisis económico.	<b>Angela María Castro T.</b> Fitopatología-ORIOUS	4:00 PM
51	Diagnóstico del problema denominado "chamusquina" en cafetales de altura en el departamento del Huila.	<b>Gabriel E. Campos A.</b> Fitopatología. U del Cauca	4:15 PM
52	Identificación del organismo asociado a un nuevo disturbio en café denominado "chamusquina".	<b>Sandra Valdés G.</b> Fitopatología. U. de Caldas	4:30 PM
53	Avances en los trabajos del disturbio de la "chamusquina". Manejo fitosanitario de cafés especiales.	<b>Bertha Lucía Castro C.</b> Fitopatología	4:45 PM
54	Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado "chamusquina".	<b>Hilary Jhoana Ramírez C.</b> Entomología. U. de Nariño	5:00 PM
55	Caracterización molecular de poblaciones de <i>Colletotrichum</i> spp. asociadas a <i>Coffea arabica</i> en Colombia y su aplicación en el diagnóstico del CBD.	<b>Andrés Fernando Rodríguez G.</b> Fitopatología. U. Javeriana	5:15 PM
56	Efecto de extractos vegetales sobre huevos y larvas del complejo <i>Meloidogyne incognita</i> y <i>M. javanica</i> .	<b>Luisa Mayens Vásquez R.</b> Fitopatología. U. de Caldas	5:30 PM

## JUEVES 8 DE NOVIEMBRE AM

Moderador: Fernando Farfán V.

### VIABILIDAD ECONÓMICA

<b>X. AVANCES EN BENEFICIO</b>			
57	Evaluación de métodos para identificar el punto de lavado del café en fermentación.	<b>Aída Esther Peñuela M.</b> Ing. Agrícola.	8:00 AM
58	Regulación automática del flujo de agua en desmucilaginosos mecánicos de café.	<b>Juan Rodrigo Sanz U.</b> Ing. Agrícola.	8:15 AM
59	Avances en la identificación de cinco estados de maduración de frutos de café por diferencias en color.	<b>Paula J. Ramos G.</b> Ing. Agrícola	8:30 AM
60	Determinación rápida del contenido de frutos verdes de café en la masa cosechada por medios electrónicos.	<b>Jenny Paola Cardona B.</b> Ing. Agrícola. U. Nal. Manizales	8:45 AM
61	Evaluación de un método para la medición del contenido de humedad en el secado solar del café.	<b>Juliette Jurado Ch.</b> Ing. Agrícola. U. Nariño	9:00 AM
62	Control del caudal de aire en el proceso de secado del café.	<b>Christian González S.</b> Ing. Agrícola. U. del Valle	9:15 AM
63	Metodología para la construcción de ventiladores en talleres rurales.	<b>Jhony Gutiérrez F.</b> Ing. Agrícola. U. Tecnológica de Pereira.	9:30 AM
<b>XI. AVANCES EN COSECHA ASISTIDA</b>			
64	Cosecha de café con herramientas de asistencia manual y semimecanizada.	<b>Cesar A. Ramírez G.</b> Ing. Agrícola.	9:45 AM
Receso			10:00 AM

## VIERNES 9 DE NOVIEMBRE AM

Moderador: María del Pilar Moncada

<b>XVII. BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN</b>			
85	Avances del Programa de Biología de la Conservación.	<b>Jorge Eduardo Botero E.</b> Biol. de la Cons.	8:00 AM
86	Diversidad, estructura y conservación de biodiversidad en los sombríos de tres localidades cafeteras.	<b>Lina María Sánchez C.</b> Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	8:15 AM
87	Crecimiento del café y especies del sombrío con distintas comunidades del suelo.	<b>Camila Pizano G.</b> Biol. de la Cons. U. Florida	8:30 AM
88	Caracterización de la avifauna de las zonas cafeteras colombianas.	<b>Daniel Arbeláez A.</b> Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	8:45 AM
89	Importancia de las zonas cafeteras para la conservación de las aves amenazadas de extinción en Colombia.	<b>Andrés Mauricio López L.</b> Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	9:00 AM
90	Plan de manejo participativo para dos bosques de roble en la zona cafetera del Huila.	<b>María A. Villalva Y.; Yuri M. Ortiz O.</b> Biol. de la Cons. U. Tecnol. Pereira	9:15 AM
91	Formulación de PRAES en escuelas de la zona cafetera de Guadas, Cundinamarca.	<b>Viviana Gómez G.</b> Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	9:30 AM
92	Caracterización de las comunidades de anuros en diferentes elementos del paisaje cafetero de Támesis.	<b>Esteban Alzate B.</b> Biol. de la Cons. U. de Antioquia	9:45 AM
Receso			10:00 AM
93	Comunidades de anuros en sombríos y bosques de la zona cafetera de Santander.	<b>Laura Bravo V.</b> Biol. de la Cons. U. de Antioquia	10:30 AM
94	La avifauna de los fragmentos de robledales del Huila.	<b>Jorge Eduardo Paiba A.</b> Biol. de la Cons. U. de Caldas	10:45 AM
<b>SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPLEMENTARIOS</b>			
<b>ESPECIES FORESTALES NATIVAS</b>			
95	Avances en investigación forestal en aliso, solera y chaquiro.	<b>Carlos Mario Ospina P.</b> Programa ETIA	11:00 AM
96	Avances en propagación vegetativa y establecimiento de huerto semillero clonal de guayacán rosado.	<b>Diego Obando B.</b> Programa ETIA. Convenio Cenicafé- IICA - MADR	11:15 AM
97	Diagnóstico fitosanitario en las plantaciones de nogal cafetero y guayacán rosado.	<b>Eliana Andrea Rincón</b> Programa ETIA. Convenio Cenicafé-IICA - MADR	11:30 AM

## VIERNES 9 DE NOVIEMBRE PM

Moderador: Alvaro Jaramillo R.

<b>DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA</b>			
<b>XIX. EXPERIMENTACIÓN REGIONAL</b>			
98	Informe del Programa de Experimentación 2006-2007.	<b>Jorge Camilo Torres N.</b> Subestación Experimental Libano	1:30 PM
99	La Estación Central Naranjal y su rol actual.	<b>Juan Carlos García L.</b> Estación Central Naranjal	1:45 PM
<b>XX. DOCUMENTACIÓN</b>			
100	Informe Centro de Documentación 2007.	<b>Nancy Cecilia Delgado R.</b> Documentación	2:00 PM
<b>XXI. SISTEMAS</b>			
101	Informe anual de Sistemas 2007.	<b>Luis Ignacio Estrada H.</b> Sistemas	2:15 PM

<b>XXII. DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA</b>			
102	Actividades de divulgación y transferencia.	<b>Sandra Milena Marín L.</b> Divulgación y Transferencia	2:30 PM
	Receso		2:45 PM
<b>GESTIÓN ADMINISTRATIVA</b>			
<b>XXIII. DIRECCIÓN DE GESTIÓN ORGANIZACIONAL</b>			
103	Recursos para el desarrollo de la investigación en Cenicafé.	<b>Luz Miryam Corredor R.</b> Dirección de Gestión Organizacional	3:15 PM
<b>XXIV. DIRECCIÓN</b>			
104	Informe de la Dirección 2006-2007.	<b>Gabriel Cadena G.</b> Director	3: 45 PM

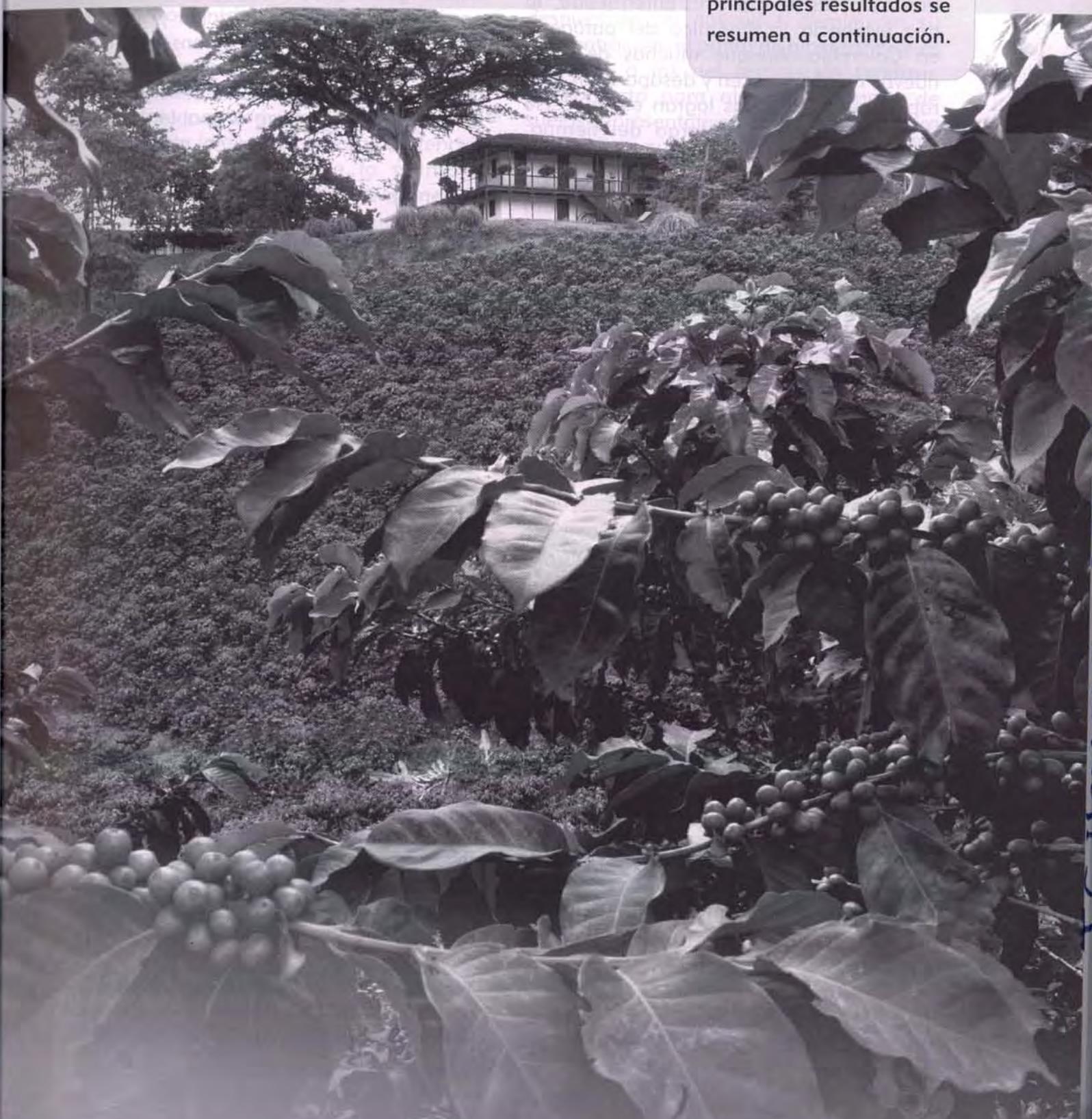
ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN		ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN	
1.1	Investigación básica	1.1	Extensión básica
1.2	Investigación aplicada	1.2	Extensión aplicada
1.3	Investigación de desarrollo	1.3	Extensión de desarrollo
1.4	Investigación de innovación	1.4	Extensión de innovación
1.5	Investigación de transferencia	1.5	Extensión de transferencia
1.6	Investigación de impacto	1.6	Extensión de impacto
1.7	Investigación de sostenibilidad	1.7	Extensión de sostenibilidad
1.8	Investigación de responsabilidad social	1.8	Extensión de responsabilidad social
1.9	Investigación de ética	1.9	Extensión de ética
1.10	Investigación de gobernanza	1.10	Extensión de gobernanza
1.11	Investigación de transparencia	1.11	Extensión de transparencia
1.12	Investigación de rendición de cuentas	1.12	Extensión de rendición de cuentas
1.13	Investigación de participación	1.13	Extensión de participación
1.14	Investigación de colaboración	1.14	Extensión de colaboración
1.15	Investigación de alianzas	1.15	Extensión de alianzas
1.16	Investigación de redes	1.16	Extensión de redes
1.17	Investigación de comunidades	1.17	Extensión de comunidades
1.18	Investigación de ecosistemas	1.18	Extensión de ecosistemas
1.19	Investigación de sistemas	1.19	Extensión de sistemas
1.20	Investigación de procesos	1.20	Extensión de procesos
1.21	Investigación de prácticas	1.21	Extensión de prácticas
1.22	Investigación de culturas	1.22	Extensión de culturas
1.23	Investigación de valores	1.23	Extensión de valores
1.24	Investigación de principios	1.24	Extensión de principios
1.25	Investigación de normas	1.25	Extensión de normas
1.26	Investigación de estándares	1.26	Extensión de estándares
1.27	Investigación de protocolos	1.27	Extensión de protocolos
1.28	Investigación de procedimientos	1.28	Extensión de procedimientos
1.29	Investigación de métodos	1.29	Extensión de métodos
1.30	Investigación de técnicas	1.30	Extensión de técnicas
1.31	Investigación de herramientas	1.31	Extensión de herramientas
1.32	Investigación de recursos	1.32	Extensión de recursos
1.33	Investigación de capacidades	1.33	Extensión de capacidades
1.34	Investigación de competencias	1.34	Extensión de competencias
1.35	Investigación de habilidades	1.35	Extensión de habilidades
1.36	Investigación de conocimientos	1.36	Extensión de conocimientos
1.37	Investigación de experiencias	1.37	Extensión de experiencias
1.38	Investigación de aprendizajes	1.38	Extensión de aprendizajes
1.39	Investigación de saberes	1.39	Extensión de saberes
1.40	Investigación de sabidurías	1.40	Extensión de sabidurías
1.41	Investigación de conocimientos	1.41	Extensión de conocimientos
1.42	Investigación de experiencias	1.42	Extensión de experiencias
1.43	Investigación de aprendizajes	1.43	Extensión de aprendizajes
1.44	Investigación de saberes	1.44	Extensión de saberes
1.45	Investigación de sabidurías	1.45	Extensión de sabidurías
1.46	Investigación de conocimientos	1.46	Extensión de conocimientos
1.47	Investigación de experiencias	1.47	Extensión de experiencias
1.48	Investigación de aprendizajes	1.48	Extensión de aprendizajes
1.49	Investigación de saberes	1.49	Extensión de saberes
1.50	Investigación de sabidurías	1.50	Extensión de sabidurías

ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN		ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN	
2.1	Investigación básica	2.1	Extensión básica
2.2	Investigación aplicada	2.2	Extensión aplicada
2.3	Investigación de desarrollo	2.3	Extensión de desarrollo
2.4	Investigación de innovación	2.4	Extensión de innovación
2.5	Investigación de transferencia	2.5	Extensión de transferencia
2.6	Investigación de impacto	2.6	Extensión de impacto
2.7	Investigación de sostenibilidad	2.7	Extensión de sostenibilidad
2.8	Investigación de responsabilidad social	2.8	Extensión de responsabilidad social
2.9	Investigación de ética	2.9	Extensión de ética
2.10	Investigación de gobernanza	2.10	Extensión de gobernanza
2.11	Investigación de transparencia	2.11	Extensión de transparencia
2.12	Investigación de rendición de cuentas	2.12	Extensión de rendición de cuentas
2.13	Investigación de participación	2.13	Extensión de participación
2.14	Investigación de colaboración	2.14	Extensión de colaboración
2.15	Investigación de alianzas	2.15	Extensión de alianzas
2.16	Investigación de redes	2.16	Extensión de redes
2.17	Investigación de comunidades	2.17	Extensión de comunidades
2.18	Investigación de ecosistemas	2.18	Extensión de ecosistemas
2.19	Investigación de sistemas	2.19	Extensión de sistemas
2.20	Investigación de procesos	2.20	Extensión de procesos
2.21	Investigación de prácticas	2.21	Extensión de prácticas
2.22	Investigación de culturas	2.22	Extensión de culturas
2.23	Investigación de valores	2.23	Extensión de valores
2.24	Investigación de principios	2.24	Extensión de principios
2.25	Investigación de normas	2.25	Extensión de normas
2.26	Investigación de estándares	2.26	Extensión de estándares
2.27	Investigación de protocolos	2.27	Extensión de protocolos
2.28	Investigación de procedimientos	2.28	Extensión de procedimientos
2.29	Investigación de métodos	2.29	Extensión de métodos
2.30	Investigación de técnicas	2.30	Extensión de técnicas
2.31	Investigación de herramientas	2.31	Extensión de herramientas
2.32	Investigación de recursos	2.32	Extensión de recursos
2.33	Investigación de capacidades	2.33	Extensión de capacidades
2.34	Investigación de competencias	2.34	Extensión de competencias
2.35	Investigación de habilidades	2.35	Extensión de habilidades
2.36	Investigación de conocimientos	2.36	Extensión de conocimientos
2.37	Investigación de experiencias	2.37	Extensión de experiencias
2.38	Investigación de aprendizajes	2.38	Extensión de aprendizajes
2.39	Investigación de saberes	2.39	Extensión de saberes
2.40	Investigación de sabidurías	2.40	Extensión de sabidurías

ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN		ACTIVIDADES DE EXTENSIÓN	
3.1	Investigación básica	3.1	Extensión básica
3.2	Investigación aplicada	3.2	Extensión aplicada
3.3	Investigación de desarrollo	3.3	Extensión de desarrollo
3.4	Investigación de innovación	3.4	Extensión de innovación
3.5	Investigación de transferencia	3.5	Extensión de transferencia
3.6	Investigación de impacto	3.6	Extensión de impacto
3.7	Investigación de sostenibilidad	3.7	Extensión de sostenibilidad
3.8	Investigación de responsabilidad social	3.8	Extensión de responsabilidad social
3.9	Investigación de ética	3.9	Extensión de ética
3.10	Investigación de gobernanza	3.10	Extensión de gobernanza
3.11	Investigación de transparencia	3.11	Extensión de transparencia
3.12	Investigación de rendición de cuentas	3.12	Extensión de rendición de cuentas
3.13	Investigación de participación	3.13	Extensión de participación
3.14	Investigación de colaboración	3.14	Extensión de colaboración
3.15	Investigación de alianzas	3.15	Extensión de alianzas
3.16	Investigación de redes	3.16	Extensión de redes
3.17	Investigación de comunidades	3.17	Extensión de comunidades
3.18	Investigación de ecosistemas	3.18	Extensión de ecosistemas
3.19	Investigación de sistemas	3.19	Extensión de sistemas
3.20	Investigación de procesos	3.20	Extensión de procesos
3.21	Investigación de prácticas	3.21	Extensión de prácticas
3.22	Investigación de culturas	3.22	Extensión de culturas
3.23	Investigación de valores	3.23	Extensión de valores
3.24	Investigación de principios	3.24	Extensión de principios
3.25	Investigación de normas	3.25	Extensión de normas
3.26	Investigación de estándares	3.26	Extensión de estándares
3.27	Investigación de protocolos	3.27	Extensión de protocolos
3.28	Investigación de procedimientos	3.28	Extensión de procedimientos
3.29	Investigación de métodos	3.29	Extensión de métodos
3.30	Investigación de técnicas	3.30	Extensión de técnicas
3.31	Investigación de herramientas	3.31	Extensión de herramientas
3.32	Investigación de recursos	3.32	Extensión de recursos
3.33	Investigación de capacidades	3.33	Extensión de capacidades
3.34	Investigación de competencias	3.34	Extensión de competencias
3.35	Investigación de habilidades	3.35	Extensión de habilidades
3.36	Investigación de conocimientos	3.36	Extensión de conocimientos
3.37	Investigación de experiencias	3.37	Extensión de experiencias
3.38	Investigación de aprendizajes	3.38	Extensión de aprendizajes
3.39	Investigación de saberes	3.39	Extensión de saberes
3.40	Investigación de sabidurías	3.40	Extensión de sabidurías

# Resumen Ejecutivo

Durante el año 2007, Cenicafé realizó un total de 302 experimentos en el marco de las áreas estratégicas. Los principales resultados se resumen a continuación.



## PRODUCTIVIDAD AGRONÓMICA

Los trabajos en la roya del cafeto indican que a lo largo del país siguen apareciendo como susceptibles nuevos genotipos de café derivados del Híbrido de Timor y plantas diferenciales desarrolladas en el CIFC, que en años anteriores habían mostrado resistencia a la enfermedad, lo que evidencia la dinámica del patógeno en Colombia. Aunque muchas de estas nuevas razas aparecen y desaparecen muy rápidamente, algunas logran establecerse y se mantienen a lo largo del tiempo. Estos aislamientos se han conservado exitosamente en invernadero, con un aumento en número de seis (el año pasado) a 15, lo que permite complementar los estudios iniciales de diversidad de razas con marcadores moleculares, dado que provienen de diferentes materiales de café, incluido el Híbrido de Timor y sus derivados, variedades de *C. arabica* y de especies diploides. Igualmente, se ha demostrado que es posible mantener la viabilidad de las urediniosporas de estas razas *in vitro* por más de un año, a  $-80^{\circ}\text{C}$  y en nitrógeno líquido.

En los genotipos con resistencia incompleta a roya se demostró la influencia de las condiciones ambientales en la expresión de la susceptibilidad al ataque de *H. vastatrix*. Además, se seleccionaron 18 progenies F3 de (BRM x Caturra) x Variedad Castillo®, que son resistentes a roya y a llaga macana simultáneamente, con características de grano tipo supremo superior al 80%. Tanto para roya como para mal rosado y mancha de hierro se inició la evaluación de nuevas moléculas de productos sistémicos, que permitan actualizar y ampliar las alternativas de control químico de estas enfermedades.

En el caso del disturbio denominado Chamusquina en cafetales de altura en el departamento del Huila, se obtuvieron lesiones en hojas bajo condiciones de campo con los hongos *Alternaria* spp.

y *Curvularia* spp., aunque éstas no son iguales a las producidas naturalmente. Se descartó la transmisión del disturbio por contacto de hojas infectadas sobre hojas sanas. Se observó mayor incidencia del problema en cafetales del municipio La Plata, seguido por La Argentina, El Pital y muy baja incidencia en cafetales de Paicol. Igualmente, ocurre mayor incidencia en cafetales a libre exposición y en lotes con poca cobertura de arvenses. No se observó relación alguna de la enfermedad con el contenido nutricional del suelo o de las plantas y prevalece el problema entre los 1.750 y los 1.900m de altitud.

Se han identificado seis palomillas asociadas a las raíces del café de los géneros *Puto*, *Dysmicoccus*, *Planococcus* y *Neochavesia* asociadas a hormigas de los géneros *Tranopelta*, *Solenopsis*, *Brachymyrmex*, *Wasmania* y *Acropyga*. Se reportaron como plagas que han resurgido en el cultivo del café la escama verde *Coccus viridis*, la mosca blanca *Aleurotrixus* sp. y la hormiga loca *Paratrechina fulva*. Estos reportes se hicieron en municipios del Huila, donde se vienen realizando aplicaciones frecuentes de insecticidas para el manejo del disturbio denominado "Chamusquina". Igualmente, se identificaron otros problemas sanitarios como la babosa *Sarasinula plebeia* y las chisas *Phyllophaga menetriesi* y *Cyclocephala* sp. Respecto a los estudios encaminados a identificar la etiología de la chamusquina, se recolectaron 45 especies de insectos del orden Hemiptera. Dentro de estas especies se encontraron adultos del género *Scaphytopius* (Cicadellidae) y ninfas del género *Monalonion* sp. (Miridae), los cuales parecen ser responsables de causar el disturbio. Se han observado síntomas de chamusquina en plantas de almácigo y brotes tiernos de árboles de café con esta última especie en todas las repeticiones realizadas.

**Selección por resistencia a la roya.** Se caracterizaron 153 líneas F3 de (Borbón R.M x Maragogipe) x H.T., por resistencia,

rendimiento, tamaño de grano y contenido de compuestos químicos. Esta información contribuirá a la detección de QTLs asociados a esas características. El análisis genético de nueve generaciones de Cat. X (Cat. X H.T.)-DI.200, con resistencia incompleta, confirmó que el efecto más importante en la herencia es el aditivo. La heredabilidad en sentido estricto fue 53% y el número de genes involucrados entre cinco y seis.

Se continuaron los cruzamientos entre selecciones de *C. arabica* con resistencia incompleta por derivados de Cat. X H.T., para ampliar la diversidad para resistencia, fenotipo, arquitectura de la planta y calidad de la bebida. Se dispone de 308 F1, y 132 poblaciones F2 en las que se está avanzando en la selección de plantas F3.

Se liberó la Variedad Castillo® El Tambo, para un área de influencia de 117.876ha del Valle del Cauca, Cauca y Nariño. En promedio rinde 10% más que la Variedad Castillo®, con un 84,3% de café supremo y calidad en taza similar a las variedades tradicionales. En siete ensayos en las estaciones experimentales se avanzó en la selección de materiales de generación F5 de (Cat X H.T.), para conformar variedades de uso regional.

**Selección por resistencia a la enfermedad de las cerezas.** Se seleccionaron genotipos sobresalientes por atributos agronómicos y tolerancia probable al CBD. Se encuentran en el almácigo para la siembra de cinco experimentos. Se dispone de la F1 de cruzamiento entre genotipos con resistencia a los cuatro aislamientos de prueba de *Colletotrichum kahawae*.

**Selección por resistencia a broca.** Dado que se dispone de germoplasma, previamente evaluado, que confiere alguna resistencia a la broca, y de genes identificados en otras especies que podrían complementar el grado de esa resistencia, se elaboró una propuesta de carácter interdisciplinario

con el objetivo de obtener variedades con resistencia a la broca del café.

Para los suelos de Naranjal (suelos de origen volcánico) pudo observarse que las fertilizaciones con nitrógeno y potasio incrementan la disponibilidad de estos elementos en la solución del suelo conforme a las dosis empleadas; no obstante, 50 días después de ser aplicados disminuyen su concentración, al punto de alcanzar niveles similares a los del testigo sin fertilizar. Se constató para algunas unidades de suelos representativas de la zona cafetera de Caldas, que la cantidad y la calidad del humus es igual para los cafetales con sombrero de guamo y los de libre exposición solar.

Se demostró que los cafetales deben recibir las dos fertilizaciones del año antes de efectuar el zoqueo y sólo en casos particulares de fertilidad de suelos, puede obviarse la fertilización del segundo semestre. En cuanto a la fertilización foliar se refiere, no se encontró respuesta en la producción, en factor de conversión café cereza a café pergamino seco, ni mejoramiento del rendimiento en trilla para la cosecha del primer año por efecto de la aplicación foliar de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y boro, utilizados como complemento de la fertilización edáfica. No se halló respuesta contundente en producción a las aplicaciones edáficas de nitrógeno y potasio en la Subestación El Tambo. Por último, se destaca el hecho de que los requerimientos de azufre para cafetales en producción, en la mayoría de los casos, no superan los 50kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Se evaluaron tres nuevos productos químicos para el control de la broca, con los cuales se han observado mortalidades superiores al 80% en el laboratorio y en el campo.

También se demostró que se puede producir maíz durante dos ciclos seguidos y frijol durante tres ciclos seguidos, sin afectar

la producción de café; independiente del arreglo espacial (a 1,0m x 1,0m ó 2,0m x 1,0m) con 10.000 plantas por hectárea. El experimento se estableció en las Subestaciones Experimentales Santander, El Tambo, La Catalina y en la Estación Central Naranjal. Ésta es una opción para los agricultores, además del ahorro en suelo y materia orgánica.

### **Análisis de sistemas de producción de café sostenible con sombrío estratificado.**

Se evalúa el efecto de la densidad de siembra sobre la producción del café en sistemas agroforestales multiestratos y bajo normas de producción ecológica, y que el café producido sea comercializado como semilla con certificación orgánica o como café especial. El experimento está ubicado en la Estación Central Naranjal. Se evalúan cuatro variedades de café de porte alto: Típica, Borbón, Maragogipe y Tabi, en densidades de siembra de 1.800, 3.600, 5.400 y 7.200 plantas por hectárea. Y tres variedades de porte bajo: Caturra, Variedad Castillo® y San Bernardo, en densidades de siembra de 3.600, 5.400, 7.200 y 9.000 plantas por hectárea. El sombrío de cámbulo, carbonero y guamos macheto y santafereño, fue establecido a 12,0 x 12,0m. Cada variedad ocupa un área de aproximada de 1,5 hectáreas, el campo experimental es de 11,0ha y toda el área de producción de semilla es de 24,0ha, aproximadamente (café, áreas de separación, zonas de amortiguamiento). El estudio se estableció en septiembre de 2006, por tanto se encuentra en su fase vegetativa.

**Producción de semilla.** Desde octubre de 2006 hasta septiembre de 2007 se entregaron 41.625,5kg de semilla, de los cuales 35.788,5kg correspondieron a la Variedad Castillo®, 4.086kg a las Variedades Castillo® Regionales y 1.751kg a la variedad Tabi.

## **VIABILIDAD ECONÓMICA DEL CAFÉ**

En el trabajo sobre los patrones de consumo e ingreso en las fincas de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia se encontró que los gastos familiares más importantes están representados por el transporte, los servicios públicos y el mercado, y que el costo de producción en la finca se distribuye en el 53% para mano de obra, el 29% para insumos agropecuarios y el 18% para insumos del café. Los ingresos reflejan que el café continúa siendo el soporte de estas fincas con el 46% del total, también aportan ingresos los productos de origen animal, la producción pecuaria y otros cultivos.

Se calcularon los costos de producción de germinadores de café con énfasis en el manejo y control biológico de *Rhizoctonia solani*, cuyos resultados reflejan que construir el germinador en la finca disminuye los costos por chapola en más del 50%. Se evaluaron desde el punto de vista económico los resultados experimentales del efecto de fertilizantes químicos y biológicos en el cultivo del café, con datos promisorios para ofrecer opciones tecnológicas a la fertilización química, que deben ser corroboradas con la continuidad de este experimento e incluirle en sus mediciones variables económicas que generen resultados validados.

Se valorizó económicamente el uso de la pulpa como fertilizante orgánico y de ésta más el mucílago como materia prima para la producción de biocombustible.

**Recolección.** Cosecha con empleo de mallas en piso y guiadas. La información detallada sobre su construcción y operación se presentó en el Avance Técnico 354. También se investigó en el desarrollo de la herramienta portátil para la cosecha selectiva de café, ALFA, a partir del

dispositivo IMFRA, con impactador diseñado para desprender selectivamente en nudos con bajo porcentaje de frutos maduros. El equipo es de bajo peso (450g), se acciona con motor DC de bajo costo y potencia (10W) alimentado por una batería de 12V-5A que permite trabajar durante una jornada.

**Beneficio.** Paleta plástica para lavar café con menor esfuerzo. Los detalles relacionados con su construcción, operación y reducción de la fuerza empleada para operarla se presentan en el Avance Técnico 361.

Clasificador hidráulico para café en cereza de tolva y tornillo sinfín. Se adelantó la evaluación del dispositivo que permite separar frutos de inferior densidad a la del agua (vanos y muy brocados, entre otros), así como separar objetos duros (piedras, puntillas, etc.) del café de mejor calidad con bajo consumo específico de agua ( $<0,18\text{L.kg}^{-1}$  de c.p.s.) y requerimiento de potencia. La información obtenida, útil para la selección (diámetro) y operación (ángulo de inclinación, velocidad de rotación, potencia, etc.) del equipo para una aplicación específica, se presenta en el Avance Técnico 360.

**Secado.** Se diseñaron nuevos secadores solares para café tipo túnel solar, con paseras adicionales para incrementar la capacidad de secado y facilitar su operación. Los detalles técnicos para su construcción y operación se presentaron en el Avance Técnico 353. Con la participación del Servicio de Extensión de Caldas, en 20 fincas de caficultores se evalúa el método desarrollado en Cenicafé para monitorear la humedad del café y obtener producto con humedad final en el rango del 10 al 12% (GRAVIMET). Rastrillos para revolver café en secado solar. La información detallada sobre su construcción y operación se presentó en el Avance Técnico 346.

## CALIDAD Y CAFÉS ESPECIALES

Se continuó con el desarrollo de la investigación QIN3010 "Estudio de la calidad y del contenido de elementos químicos en el café de Colombia, según los suelos y la altitud del cultivo", en la cual participaron investigadores de Cenicafé, así como Extensionistas de los departamentos de Huila, Tolima, Antioquia y Quindío, y los jefes de las Subestaciones Experimentales de Pueblo Bello, Santander y Paraguaicito. Se han evaluado muestras de las cosechas de los años 2005, 2006 y 2007. En el segundo año de esta investigación se obtuvieron muestras de 201 lotes de café, localizados en 144 fincas y tres Subestaciones Experimentales, ubicadas en siete departamentos y 37 municipios, correspondientes a 14 unidades de suelos y a seis materiales parentales. Las muestras de café correspondieron a las variedades de *Coffea arabica* más importantes en cada zona como son la variedad Colombia, Típica, Caturra, Tabi, y también Maragogipe y Catimor en Antioquia. Se incluyeron tanto fincas que procesan con el Becolsub como aquellas que lo hacen por fermentación natural, y que secan el grano en secadores mecánicos y al sol. Se analizó la calidad y el contenido de los elementos químicos de muestras procesadas según el método de beneficio de la finca y muestras provenientes de los mismos lotes, las cuales fueron procesadas aplicando las Buenas Prácticas Agrícolas en el beneficio. Se han efectuado 6.996 análisis sensoriales, 47.279 determinaciones de elementos químicos, 9.344 análisis físicos del grano y se han obtenido los datos de la trazabilidad de origen y de procesos del café para las muestras evaluadas. Se ha optimizado la metodología de preparación de muestras en ICP-OES en más de un 80% y se ha logrado la calibración para el análisis de 37 elementos químicos.

Se ha comprobado que los elementos más abundantes en el grano de café son K, S, P, Mg y Ca. También se ha demostrado que la aplicación de las Buenas Prácticas en el beneficio del café ha mejorado la calidad del café pergamino obtenido en comparación con el café obtenido por el método usado en la finca. El fermento resultó el defecto más frecuente en la bebida preparada con el café producido en la finca, y se encontró en el 16% de las tazas evaluadas, seguido del contaminado y fenol con un 4,3%, por consiguiente, es necesario continuar con la capacitación de Extensionistas y caficultores, y mejorar los procesos de manejo de la broca, beneficio y secado, con el fin de evitar éstos y otros defectos que afectan la calidad del producto. Sobre la calidad del café se escribieron varios documentos científicos acerca de los controles en el beneficio y registros de trazabilidad y sobre la composición química del grano del café.

Para los ecotopos 401 y 402 de la Sierra Nevada de Santa Marta se adelantaron estudios en la caracterización espacial y temporal de la lluvia, en el cálculo de los balances hídricos mensuales y en la relación entre la disponibilidad hídrica y el cultivo de café; además, se efectuó el análisis estadístico mensual y anual de la información de lluvia de 14 estaciones meteorológicas. Los mapas de localización de las estaciones y los de isolíneas de lluvia de los ecotopos 401 y 402 también apoyarán el Proyecto de Cafés Especiales.

Se está realizando la verificación y complementación de las series de temperatura media y temperatura mínima mensual para los ecotopos 211B a 214B y 317A a 319A, situados en el departamento del Huila.

Se terminaron los estudios de la oferta ambiental para los ecotopos 105B y 204A (memorias, textos, mapas), en medios convencional y magnético, que fueron

entregados para consulta y uso en los Comités Departamentales de Cafeteros de Antioquia y Caldas.

El diagnóstico sanitario de cafetales certificados como cafés especiales indicó una baja incidencia de patógenos en Santander, pero con problemas de insectos y patógenos de árboles de sombrío, mientras que en el Huila se diagnosticó una alta incidencia de *Rhizoctonia* en germinador, y mancha de hierro, muerte descendente y llaga macana en plantas adultas. En este sentido, se verificó la capacidad antagónica del biocontrolador *Trichoderma* en germinadores, con la ventaja de reducir en un 50% el costo de producir una chapola comparada con un germinador comercial. Se encontró también que los nematodos noduladores son afectados con extractos de la planta *Tagetes* sp., tanto en la reducción de la eclosión de los huevos como en el aumento de la mortalidad de las larvas, lo que abre otras posibilidades en el levante de plántulas en cafeculturas especiales. En esta línea de trabajo, se obtuvo que la biofertilización es una opción para disminuir el uso de fertilizantes químicos y con ello reducir los costos de esta práctica.

Diseño de la metodología para la elaboración del diagnóstico de la unidad productiva en los tres aspectos fundamentales: calidad, ambiente y responsabilidad social. La Estación Central Naranjal, después de ocho meses de implementación del SIG puede considerarse como modelo en la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas y herramientas de gestión. Lo anterior, se valida con el concepto dado por el representante para Colombia de la certificadora Utz Certified.

En conjunto con la Fundación Manuel Mejía, la Fundación Natura y el Comité Departamental de Cafeteros de Santander se desarrolló el curso E-learning "Certificación Rain Forest Alliance". El curso se encuentra actualmente en pilotaje con la participación de 40 estudiantes, principalmente del

Servicio de Extensión, y a partir de éste se realizarán los ajustes para la emisión en enero del 2008.

Se trabajó en la estructuración de una lista de chequeo para caracterizar el sistema de producción de café en los tres componentes: calidad, ambiente y responsabilidad social, con la participación del Comité Departamental de Cafeteros del Magdalena, la Red Ecolsierra y la Fundación Prosierra.

## SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Por medio de la fermentación alcohólica de un litro de mucílago de café proveniente de un desmucilagador mecánico operado con  $0,55\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$  de agua y mediante hidrólisis enzimática, alcalina y ácida, y levaduras comerciales prensadas y secas, se produjeron 41,45ml de alcohol. El producto obtenido presentó 96,32 a 98,81% de etanol. También, a partir de fermentaciones alcohólicas de los jugos de la pulpa de café se obtuvieron 48,69ml de solución alcohólica con un contenido de etanol entre 98,20 y 98,55%, medidos por cromatografía, que corresponde a un rendimiento de 29,12ml de alcohol/kg de pulpa fresca. De estos resultados se infiere que se pueden obtener 2,1L de etanol a partir de la pulpa y el mucílago provenientes del beneficio de 100kg de café cereza.

Se diseñó un sistema integral de tratamiento anaerobio de lixiviados para una finca con una producción anual de 20.000@ de café pergamino seco. El sistema incluye una trampa de pulpa, una unidad de control de insolubles, un filtro acondicionador, tanques de almacenamiento, recámaras dosificadoras y reactores metanogénicos. Con el sistema que se encuentra en estabilización se han alcanzado remociones medias de 65,5% de DQO y 66,1% de sólidos totales, para un afluente con una concentración media de 73.611ppm de DQO.

En el postratamiento de las aguas residuales del café con el uso de las macrófitas buchón, repollo y lenteja de agua (*Eichhornia crassipes*, *Pistia straitotes*, *Salvinia auriculata*) se encontraron remociones medias de carga orgánica de 76,7% de  $\text{DBO}_5$ , 63,7% de nitrógeno, 59,6% de fósforo, 39,9% de potasio y 99,2% de coliformes totales.

También se dictaron cursos especializados sobre el diseño de los Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio-SMTA, para los Extensionistas de los Comités de Tolima, Cundinamarca y Cauca, y se ajustaron los diseños para los productores de café con recolecciones en el día pico de 70 a 1.080kg de café en cereza. Con el Comité de Cafeteros del Magdalena se preparó una guía cafetera sobre la operación y el manejo de los SMTA. En la región de la Sierra Nevada de Santa Marta ya se encuentran instaladas 316 plantas de tratamiento anaerobio de aguas residuales, tecnología con la cual este Comité de Cafeteros obtuvo el segundo puesto del Premio Planeta Azul Banco de Occidente, en la Categoría Empresarial, edición 2007.

Se estudió la valoración asignada por los caficultores de la zona central de Colombia a la erosión del suelo, para conocer el grado de adopción de las prácticas y tecnologías para la conservación del suelo. Los resultados preliminares indican que el 75,4% de los caficultores tiene disponibilidad para invertir en la prevención y control de este problema y que el nivel de adopción de las prácticas de conservación de suelos superó el 60% en promedio. Se encontraron casos de adopción cercanos al 90% como la siembra a través de la pendiente y no realizar quemas.

Se vienen evaluando agentes de control de broca en frutos del suelo, los cuales incluyen nematodos entomopatógenos y enemigos naturales nativos. Mediante análisis moleculares y morfológicos se

caracterizaron especies de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* nativos de Colombia y se describió una nueva especie, *Steinernema colombiense*. Aplicaciones de estos nematodos y mezclas con *B. bassiana* dirigidas a frutos del suelo en el campo, mostraron una mortalidad del 40% de broca y una disminución de la emergencia del 50% de adultos. Se encontraron dos especies depredadoras nativas promisorias con potencial de control, una hormiga del género *Crematogaster* y un insecto Coleoptera del género *Monanus*. De los parasitoides introducidos, se encontró que *Prorops nasuta*, no obstante de haber sido liberado en menores cantidades, está establecido en cafetales de cinco departamentos cafeteros, con niveles de parasitismo en el campo hasta del 50%. La variabilidad genética de este insecto demuestra su superioridad biológica y mejoramiento genético en Colombia. *P. nasuta* tiene la capacidad vivir más de 74 días en el campo y atacar la broca en múltiples frutos.

Dos de cinco insecticidas biorracionales se muestran promisorios por causar mortalidades superiores al 90% de broca en el campo. Igualmente, un producto de origen botánico mostró un importante efecto de protección, incluso 15 días después de ser aplicado en el campo. Como estrategias de control cultural de la broca se evaluaron diferentes dispositivos para la eliminación y captura de frutos de café durante el zoqueo de cafetales infestados. Se recomienda realizar una recolección total de frutos con la ayuda de guantes de cuero de cerdo, y la recolección de estos frutos utilizando preferiblemente mallas sarán, o en su defecto, recipientes recolectores de café con lengüeta. Para el secado de flotes y pasillas, los cuales son responsables de dispersar el 90% de la broca que se escapa durante la recolección y el beneficio, se encontró que el secador solar parabólico ocasiona una mortalidad total de broca entre dos y cuatro horas después de disponer los

frutos en éstos; y marquesinas o canecas con agua cubiertas con plástico ocasionan mortalidad total después de un día. Se ha observado que las trampas cebadas con alcohol para la captura de brocas, localizadas a 0,40m del suelo, capturan el doble de adultos de broca que aquellas ubicadas en la parte productiva del árbol (1,5m). Igualmente, se ha demostrado de manera preliminar que estas trampas pueden ser utilizadas en cafetales vecinos a zocas de café, con el fin de detener la dispersión del insecto.

El servicio meteorológico de la FNC operó con 231 estaciones climatológicas.

En el Experimento sobre "Hidrología y nutrientes en hojarasca de sistemas agroforestales de café y a libre exposición" en cuatro agroecosistemas de café, se midieron los diferentes componentes hidrológicos que ocurren dentro de ellos. Los mayores valores de interceptación se presentaron en los agroecosistemas de café con pino con 40,7% de la lluvia externa, y eucalipto con un valor de 35,5%. El agroecosistema de cafetal con pino registró las mayores proporciones de escorrentía y de agua retenida por la cobertura de "mulch", con valores de 9,5% y 22,1%, respectivamente. Los valores de escorrentía para los demás agroecosistemas mostraron una variación entre el 4,4% (cafetal a libre exposición) y el 6,4% (cafetal con eucalipto). En relación con el agua retenida por la capa de hojarasca los porcentajes fluctuaron entre 5,5% (café con nogal) y 8,9% (cafetal a libre exposición solar). La tensión de humedad del suelo más alta (mayor deficiencia de agua) ocurrió en los agroecosistemas de café con pino y café con eucalipto, durante el período seco de sesenta días que se presentó durante el ensayo.

Se completó una etapa de tres años en el proyecto de censos participativos de aves con comunidades cafeteras. Este programa ha permitido concretar avances

en los campos de la educación ambiental, en la aplicación de enfoques participativos para la investigación y en el fomento de la conservación entre las comunidades cafeteras. Se comprobó que los estudios de biodiversidad en regiones rurales, realizados con la participación activa de la comunidad y acompañados por un programa educativo ambiental, van más allá de la obtención de información de interés biológico; éstos tienen el potencial de servir como herramientas para promover cambios en las actitudes y percepción sobre el medio ambiente entre las comunidades humanas. Por medio de los censos de aves se enriqueció el conocimiento sobre éstas y se fomentaron actitudes positivas que llevaron a la participación activa de las comunidades en conservación. Durante este período se apoyaron las iniciativas de dos de las comunidades cafeteras que han participado en los censos de aves, proceso que resultó en la elaboración participativa de un programa educativo sobre las aves para la comunidad estudiantil de Guaduas, Cundinamarca, y en el desarrollo de un plan de manejo participativo de los bosques de roble en la zona cafetera de Acevedo, Huila.

Se hicieron avances significativos en el entendimiento de los patrones de distribución de la biodiversidad en los paisajes rurales a nivel regional. Los análisis de los datos obtenidos en las caracterizaciones de las plantas, aves y hormigas en las zonas cafeteras de los municipios de El Cairo, Támesis, Páramo, Pinchote, San Gil y Socorro, han permitido reconocer el valor de los elementos del paisaje como hábitats para las comunidades nativas en distintos contextos de paisaje. Los análisis confirman el valor prioritario de los fragmentos de bosque y los parches remanentes de vegetación secundaria para la persistencia de especies vulnerables, y la importancia de sombríos heterogéneos para la conservación de una gran proporción de las especies originales de cada región.

Se avanzó en el conocimiento de las comunidades de ranas y reptiles, y se confirmó el estado de deterioro que presentan estas comunidades en algunas regiones. Con la caracterización de la vegetación en los robledales de las zonas cafeteras del Huila se encontró que estos bosques están conformados principalmente por comunidades de *Colombobalanus excelsa*, una especie endémica y poco conocida, de distribución restringida y en peligro de extinción.

## SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPLEMENTARIOS

Se recolectó el primer lote de semilla del huerto clonal de *Cordia alliodora*, establecido en Paraguaicito. Se produjeron 42,5kg, los cuales se están distribuyendo a los Comités de Cafeteros de Cauca, Tolima, Quindío, Antioquia y Risaralda.

Como resultado de las investigaciones se dispone de información sobre el manejo silvicultural de 16 especies forestales nativas que puedan ser asociadas a café. Las de mejor desarrollo son tambor (*Schizolobium parahyba*), aceituno (*Vitex cooperii*), trapiche (*Prunus integrifolia*), chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*) y cedro negro (*Juglans neotropica*). Estas especies pueden utilizarse como alternativas dentro de las exigencias de certificadoras de cafés especiales como Rain Forest Alliance o Utz Certified.

Las evaluaciones de biocontroladores (*Beauveria bassiana*) para el control de las principales plagas (*Dictyla monotropidia* y *Torvochromnus poeyii*) en nogal cafetero, han mostrado una efectividad superior al 90% en el laboratorio.

**Proyecto maíz de la zona cafetera: convenio Federacafé – Cimmyt – Fenalce.** En las Subestaciones Experimentales se viene colaborando con la investigación de

nuevas variedades e híbridos de maíz del convenio Fenalce – Cimmyt - Federacafé. Para el año entrante se espera contar con las siguientes cantidades de semilla: Híbrido amarillo Corpoica H114 con 10 toneladas, Híbrido HT118 con 2 toneladas, Híbrido FNC 3056 con 200 toneladas.

## CONOCIMIENTO ESTRATÉGICO

El Convenio de Cooperación Técnica y Científica celebrado entre la Federación Nacional de Cafeteros y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, permitió la continuación de las investigaciones enmarcadas en el proyecto "Iniciativa para el estudio del genoma del café, de la broca y de su agente controlador *Beauveria bassiana*". En la ejecución de este proyecto participan diez investigadores de Cenicafé que cuentan con el apoyo de 43 profesionales y siete auxiliares de laboratorio. Además, se trabaja con investigadores de Cornell University, la Universidad de Maryland, TIGR, IRD y el acompañamiento científico del CIAT, así como con la Auditoría del Ministerio de Agricultura. En el mes de septiembre se presentó el informe de actividades que constó de tres volúmenes y un total de 779 páginas.

A continuación se resumen algunos de los resultados:

### I. Genómica del café

#### Desarrollo de herramientas biológicas y genéticas para el estudio del genoma

Durante esta vigencia del proyecto se continuó con el desarrollo de herramientas biológicas (librerías de cDNA, genómicas, BAC y marcadores moleculares), así como de herramientas genéticas (mapa genético, mapa citogenético y mapa físico), las cuales en su conjunto permitirán comenzar a identificar y caracterizar los diferentes genes y/o regiones genómicas asociadas

a la resistencia a enfermedades, al rendimiento y a la calidad misma del café colombiano. Los avances más significativos en cada una de estas áreas fueron:

**Mapa genético.** Se continuó con el proceso de desarrollo, síntesis, evaluación y selección de marcadores microsatélites útiles para la construcción del mapa genético del café. Para lograr este objetivo se emplearon 7.793 secuencias obtenidas de librerías de cDNA y 80.054 secuencias de la librería BAC. Se diseñaron *primers* para 307 marcadores EST\_SSR y para 2.062 marcadores SSR's. El porcentaje de marcadores polimórficos para los EST\_SSR fue de 4,5%, mientras que para los SSRs fue de 16%. A la fecha se han mapeado 168 marcadores, de los cuales 109 son aptos para la construcción del mapa. Actualmente se continúa con el mapeo de 166 marcadores adicionales.

**Mapa físico.** A partir de la caracterización de la librería BAC (secuenciación, fingerprinting) se busca la construcción de un mapa físico de café. Este mapa integrado al mapa genético nos permitirá el aislamiento rápido de un gran número de genes y regiones cromosómicas que gobiernan caracteres de importancia económica y agronómica. Durante este período, se concluyó el análisis de 86.784 BES resultantes de la secuenciación por ambos extremos de 43.392 clones BAC, correspondientes a 113 platos de los 299 que componen la librería BAC. Estos análisis fueron complementados con el desarrollo de una imprenta genética (fingerprinting) de los mismos clones.

#### Estudios sobre la resistencia a la broca.

Se evaluaron las introducciones CCC178, CCC350 y CCC383, que en experimentos de laboratorio presentaron diferencia en el número de individuos de 22, 27 y 25%, respectivamente, en relación con Caturra. Los resultados sugieren que estas introducciones siguen la tendencia vista en el laboratorio, de reducción de la oviposición de la broca.

**Estudios de expresión genética (microarreglos).** Con el fin de entender la interacción café - broca se desarrollaron dos librerías normalizadas a partir de ARN total de frutos de *Coffea liberica* infestados con broca por 24h, y ARN de hojas, raíces, frutos, callos y primordios de flores de Caturra 36. De ambas librerías se obtuvieron 37.632 secuencias, 17.986 de Caturra y 20.000 de *C. liberica*. El 80% de las secuencias presentó buena calidad (22.023). Para las hibridaciones se aisló ARN total de frutos de *C. liberica* infestados por 24h y 72h, y RNA de frutos de tres genotipos de *C. arabica* E. 348, 554, 344, infestados por 48h y 120h. Se desarrollaron librerías diferenciales de frutos infestados por 72h con el insecto. Las secuencias correspondientes a *C. liberica* se agruparon en 55 unigenes, 31 unigenes compartidos con otras librerías de *C. arabica* y 24 unigenes corresponden a genes únicos solamente presentes en *C. liberica*. Un unigen está presente en *C. liberica* a otros tiempos de infestación con brocas. Igualmente, se continuó con el análisis de las librerías de longitud completa de *C. liberica* y *C. arabica*. Se corroboró que existe un grupo de proteínas (19) expresadas diferencialmente en *C. liberica* ante el ataque de la broca.

**Búsqueda de inhibidores potenciales de la broca.** Para la purificación de inhibidores de aspártico proteasas de la broca del café, se eliminaron los pigmentos del extracto proteico de *Lupinus bogotensis* mediante la precipitación de las proteínas, con la obtención de dos picos que inhiben las aspártico proteasas de la broca del café, con una actividad específica de 1.134,48U.mg<sup>-1</sup> y 342,43U.mg<sup>-1</sup>, respectivamente. La eliminación de las proteínas de peso molecular superior a 30kDa mostró dos bandas en el pico IP1, que corresponden a inhibidores de aspártico proteasas de la broca, las cuales presentan una actividad específica de 6.400U.mg<sup>-1</sup>. Estos inhibidores podrían ser una alternativa para la obtención de variedades resistentes al insecto.

**Búsqueda de marcadores moleculares ligados a la resistencia a la roya.** Se evaluaron un total de 70 secuencias microsatélites por su polimorfismo en relación con la resistencia incompleta. El análisis de estas secuencias, diseñadas a partir de la información nucleotídica de regiones genómicas ricas en genes de resistencia en café, reveló diez microsatélites (14,3%) polimórficos. Paralelamente, se aisló y clonó un grupo de secuencias análogas a genes de resistencia (RGAs), también relacionadas con la resistencia incompleta a la roya. Se identificaron siete familias de genes diferentes, la mayoría de éstas, homólogas a RGAs conocidos, excepto una que resultó ser un gen de defensa. La familia más abundante (familia 3), mostró elevada homología con ciertos genes involucrados en la resistencia contra hongos y bacterias. Un grupo adicional de RGAs mostró relación con un gen de resistencia del tipo TIR, un grupo de genes particularmente raro en dicotiledóneas y desconocido hasta el momento en café.

Se analizó el patrón de introgresión en líneas avanzadas F<sub>5</sub> con resistencia completa e incompleta a la roya, e híbridos interespecíficos. Se encontraron 321 fragmentos polimórficos de los cuales 23 fueron marcadores de introgresión. En una población F<sub>2</sub> de *C. arabica* x Híbrido de Timor, se encontraron 151 fragmentos polimórficos. Igualmente, se desarrolló una librería de hojas de Híbrido de Timor infectadas por 63h con roya y se identificó un grupo de 24 proteínas relacionadas con la respuesta a patógenos.

Se han logrado avances en los estudios de la floración del cafeto en dos aspectos. El primero en la determinación de los genes de floración mediante dos estrategias, una basada en PCR con cebadores para regiones comunes entre proteínas codificadas por genes de floración de *A. thaliana* y de tabaco, tomate, arveja, arroz y maíz. Cebadores específicos para los fragmentos

amplificados, complementados con técnicas de "Genome Walking" y "RACE" (Rapid Amplification of cDNAs Ends) han permitido obtener secuencias para los genes ortólogos del cafeto: GO 2 (396bp), FPF (227bp), FLC (130bp) y CRY2 (1.741bp). Para la segunda estrategia, se diseñaron dos librerías de cDNA, una de hojas y otra de yemas en *Coffea arabica* cv. Caturra. Se destaca la calidad de estas librerías con más del 95% de secuencias buenas y el alto número de unigenes, superior a los 2.000 en ambos casos.

**Estudios sobre la calidad en taza.** Se avanzó en el desarrollo y aplicación de métodos bioquímicos (NIRS, HPLC, UV-VIS, extracción de lípidos) para el estudio de diferentes componentes relacionados con la calidad del café. Entre los principales avances se tienen: Con el uso de la técnica NIRS se desarrollaron calibraciones para 16 compuestos químicos en café verde, utilizando la técnica validada de análisis por HPLC y UV-VIS. Los métodos resultaron ser lineales, precisos y exactos. Como resultado se ha construido una base de datos de 9.140 espectros de muestras de café verde molido, 980 de café tostado y 780 de mezclas de café verde tostado molido y soluble de *C. arabica* y *C. canephora*.

Se estudió el contenido total en lípidos (% MS) en 12 genotipos, sembrados en cinco localidades representativas de la zona cafetera colombiana, y durante dos cosechas (2005 y 2006). El análisis mostró diferencias significativas entre genotipos y entre localidades ( $P < 0,000$ ), y es la interacción Genotipo\*Localidad igualmente significativa. La variación del contenido de lípidos fue variable tanto entre genotipos (11,9 a 16,7%), como entre localidades (13,1 a 15%). Por otro lado, el efecto Año fue significativo, no así las interacciones Año\*Genotipo, Año\*Localidad y Año\*Genotipo\*Localidad, las cuales fueron muy bajas. Además, se observó un claro efecto de algunas variables climáticas

(temperatura y promedio de precipitación) sobre el contenido lipídico total estimado para los diferentes genotipos y localidades. Finalmente, no se encontró ninguna relación significativa entre la altitud y el contenido en lípidos totales.

## II. Genómica de la broca (*Hypothenemus hampei*)

Se logró clonar el gen que codifica la enzima de la mananasa, se obtuvo su expresión *in vitro* y se realizó su caracterización bioquímica. Estos descubrimientos permitieron solicitar una patente, ya que éste es el primer hallazgo de esta enzima en el genoma de un insecto. Se identificó un inhibidor de la xilanasas de la broca, el cual demostró en pruebas bioquímicas ser un candidato promisorio para conferir resistencia genética a la broca. Se desarrollaron dos marcadores co-dominantes en dos poblaciones de broca, los cuales serán usados en experimentos tendientes a determinar los patrones de dispersión en el campo, y corroborar la posibilidad de que ocurran cruces exogámicos en condiciones naturales de la caficultura en Colombia. Los resultados de los estudios de endogamia nos permiten afirmar que en condiciones de campo y aunque en bajas proporciones, la broca puede cruzarse entre poblaciones. Estos hallazgos iniciales indican que una estrategia autocida puede ser explorada como estrategia de control genético dentro de un programa de manejo integrado de este insecto. Se desarrolló un bioensayo para la fenotipificación del gen *Rdl* en la broca y para su genotipificación mediante la utilización de RT-PCR. Con el fin de contribuir al conocimiento de los genes involucrados en la broca durante su alimentación, desarrollo y reproducción en café, se construyeron dos librerías de longitud completa de la broca y de la falsa broca *H. obscurus*, las cuales se están secuenciando actualmente. Igualmente, se realizan estudios de morfología y

citogenética comparativa entre las especies *H. hampei* e *H. obscurus*.

Se construyeron cuatro librerías sustractivas de brocas criadas sobre las introducciones con antibiosis, hibridadas sobre brocas criadas en variedad Caturra. Se obtuvieron 361 clones diferenciales los cuales correspondieron a 224 EST's y a 152 unigenes, de los cuales 65 tuvieron identidad a genes constitutivos de broca, siete a fragmentos diferenciales y 80 a genes únicos de broca. De estas últimas secuencias, 23 fueron proteínas hipotéticas y tres no presentaron ninguna identidad a secuencias conocidas. Se obtuvieron 28 secuencias mediante la técnica cDNA-AFLP, las cuales formaron 24 EST's y 22 unigenes. El 54% de estas secuencias fueron obtenidas a partir de la librería construida con brocas criadas en la introducción CCC359. Se estandarizó un protocolo para la extracción de ADN genómico de adultos individuales de broca con buffer de extracción STE, se recuperaron y se mantienen en confinamiento poblaciones polimórficas de broca de fincas cafeteras provenientes de nueve departamentos, se desarrollaron seis marcadores moleculares dominantes STS en poblaciones colombianas a partir de polimorfismos AFLP y se estableció su distribución, se determinó la naturaleza de dos marcadores STS mediante la técnica SSCP. Se determinó el cruce de poblaciones en el campo de diferentes líneas de broca y su efecto sobre el comportamiento endogámico en condiciones naturales; los resultados han permitido establecer que más de una broca fundadora perfora frutos de café en el campo, con la mayor incidencia en los meses de febrero y marzo en el área de influencia de la zona central cafetera. Se obtuvieron en el campo brocas polimórficas, que contienen dos variantes alélicas del gen *Rdl* que codifica el receptor GABA subunidad A en insectos, estas poblaciones se están criando en confinamiento.

### III. Genómica de *Beauveria bassiana*

Con el fin de identificar genes involucrados en el proceso de infección de *Beauveria bassiana* Bb 9205 hacia la broca del café, se desarrollaron librerías de expresión de cDNA de longitud completa de micelio y de esporas sobre el insecto, y librerías diferenciales obtenidas de hibridación sustractiva de la cepa 9205 de alta virulencia, de la cepa Bb9119 de media virulencia y de la cepa 9024 de baja virulencia. Todas a las 24 horas de infección. Durante este año las secuencias producto de estas librerías se analizaron en conjunto. Se cuenta con 3.169 transcritos ensamblados en 598 contigs y 1.803 singletons. Con esta información se diseñó un oligoarreglo de *Beauveria bassiana*, el cual contiene 12.256 oligoprobes que representan 2.458 transcritos de *B. bassiana* infectando broca y 711 transcritos de librerías de *B. bassiana* obtenidos bajo diferentes condiciones en la Universidad de Florida.

Se desarrolló una librería por hibridación sustractiva a las 48 horas de infección del hongo Bb9205 en la broca del café. Se encontraron 94 unigenes, el 20% corresponden a secuencias de *B. bassiana* identificadas en el Coffee Bank de Cenicafé. Los restantes 72 unigenes (80%) no se comparten. El set de genes expresados a las 48 y 24 horas de inducción en broca es diferente.

Respecto a los procesos de infección y patogenicidad, previamente se habían identificado 17 secuencias de genes que se expresan diferencialmente en un microarray que contenía algunas secuencias de *Beauveria* y *Metarhizium*. Con el fin de validar estos resultados, se cuantificó y verificó la expresión diferencial de dos de esos genes, una proteasa y una lipasa, utilizando la técnica de PCR en tiempo

real (qRT-PCR). El gen de proteasa mostró expresión diferencial durante el inicio de la infección del micelio en el insecto, mientras que la lipasa bajo las mismas condiciones de cualificación de expresión no mostró expresión significativa.

Con el propósito de aumentar la virulencia de *B. bassiana* mediante la sobreexpresión de genes involucrados en el proceso de infección, el mismo gen de proteasa que mostró expresión inducible se aisló en forma completa a partir de una librería de longitud completa obtenida de la cepa Bb9205. El gen aislado consta de 828pb y codifica una proteína de 276 aminoácidos, con una identidad de 50-80% con otras proteasas de hongos reportadas. Presenta un dominio tipo peptidasa y uno subtilisina. El gen fue clonado en el vector pBarGPE1 y con él se realizó la transformación de la cepa monospórica Bb9205.L1, utilizando protoplastos y polietilenglicol. Los posibles transformantes se seleccionaron por su resistencia a glufosinato de amonio y se evaluó por PCR la presencia del gen de selección Bar y el gen de la proteasa. Se analizaron 34 colonias posibles transformantes, de las cuales se confirmaron positivas por PCR para ambos genes, seis colonias. Se continuarán realizando pruebas de actividad enzimática y de virulencia de las cepas transformadas para correlacionar los niveles de expresión de la proteasa.

Con el fin de mejorar el hongo con respecto a su resistencia a condiciones medioambientales desfavorables, de tal forma que pueda permanecer viable mayor tiempo en el campo, se desarrolló una librería diferencial por hibridación sustractiva de la cepa Bb9205, bajo condiciones de luz ultravioleta a y b. Con ésta se han logrado identificar los primeros genes relacionados con la respuesta a luz ultravioleta, los cuales tienen relación con la reparación de DNA.

Con el propósito de mejorar la resistencia a la radiación UV en *Beauveria bassiana*, y con el conocimiento de que la radiación ultravioleta en hongos resulta en la formación de dímeros ciclobutano de pirimidina (CPD) en el DNA, responsables de mutaciones, inhibición en la germinación de esporas y retardo en crecimiento, se aisló y caracterizó el gen *PHR1*, que codifica la CPD fotoliasa, enzima que cataliza la reparación de CPDs. Con este fin se analizaron regiones conservadas de proteínas homólogas de fotoliasas en hongos y se diseñaron iniciadores que alineaban con éstas. Al utilizar como plantilla el DNA genómico de Bb9205 y estos iniciadores se logró la amplificación de un fragmento del gen *PHR1*. Posteriormente, mediante caminatas genómicas se obtuvo la secuencia completa del gen *PHR1*, con 1.933pb y el cual presenta dos exones (1.343 y 538pb) separados por un intrón de 52pb. La secuencia codifica una proteína putativa de 626 aminoácidos, con una identidad de 59-70% con otras CPD fotoliasas clasel/tipol de hongos reportadas. Empleando esta secuencia genómica se diseñaron iniciadores para aislar el cDNA de longitud completa a partir de mRNA extraído de micelio de la cepa Bb9205, expuesta a condiciones de luz UV-B/UV-A y luz visible. Este cDNA fue clonado en el vector de transformación pBAR. GPE1 para realizar transformaciones en la cepa *B. bassiana* Bb9205 encaminadas a determinar el efecto de la sobreexpresión de *PHR1* en la resistencia a UV y mejorar su desempeño en el campo.

#### IV. Bioinformática

Con el grupo de TIGR se realizó el análisis de más de 100.000 secuencias de ESTs de *Coffea arabica*, *C. liberica*, *C. kapakata*, *Hypothenemus hampei* y *Beauveria bassiana*, provenientes de más de 60 librerías de cDNA y 80.000 secuencias BES provenientes de una librería BAC de *C. arabica*.

Durante este período se logró realizar con éxito la instalación y puesta en marcha del mirror del sitio "http://sgn.cornell.edu" en el sitio "http://sgn.cenicafe.org", publicandole a su vez el sitio oficial del laboratorio de Bioinformática de Cenicafé en el dominio "http://bioinformatics.cenicafe.org".

Se diseñó el sistema de información "Annual report", el cual permite una eficiente administración de los documentos de los informes anuales. También se rediseñó el sistema de consulta de los marcadores moleculares, que consistió en nuevas funcionalidades como búsquedas más avanzadas y la posibilidad de subir masivamente archivos con información.

Se desarrolló el sistema de scripts de ensamblajes de secuencias de ESTs denominado Transcript Assemblies. El sistema consta básicamente de tres partes, un conjunto de herramientas y scripts en lenguaje Perl utilizados para procesar y analizar los datos de las librerías de cDNA, una base de datos donde se encuentra almacenada la información analizada y depurada, y el sistema de visualización vía Web desarrollada en el lenguaje PHP.

Para integrar secuencias y diferentes características de visualización se configuró el sistema Gbrowse en el sitio de bioinformatics.cenicafe.org, para el despliegue del cloroplasto de café publicado en el GenBank.

Los trabajos de caracterización de poblaciones del hongo *Colletotrichum* spp. confirman a las especies *C. gloeosporioides* y *C. acutatum* como aquellas asociadas al café en Colombia, y aunque filogenéticamente la primera está relacionada con *C. kahawae* (responsable del CBD en África), existe una separación suficiente en sus genomas, que permite el diseño de un sistema de diagnóstico molecular rápido y confiable para su identificación.

## DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Se continuó con la capacitación de casi un centenar de extensionistas con la conferencia sobre cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera.

Se publicaron y distribuyeron tres números de la Revista Cenicafé, los Avances Técnicos 352 hasta el No.364, el Boletín Técnico No.30, la Biocarta No.11, el Anuario Meteorológico del 2005 y el Resumen del Informe Anual de Actividades del 2006.

Se editaron los libros: "Guía para la Caficultura Sostenible en Colombia y "Sistemas de Producción de Café en Colombia". Para el Comité de Caldas se diseñaron el libro "Don Pedro Uribe Mejía: el liderazgo cafetero desde la provincia" y las "Cartillas Escuela y Café" de los grados sexto y séptimo.

Se entregó el boletín "Caracterización de la fertilidad de los suelos de la zona cafetera del Valle del Cauca" y las "Guías silviculturales para el manejo del eucalipto".

Se atendieron 151 visitas en la sede principal de Cenicafé y en la Estación Central Naranjal, con un total de 3.717 visitantes, entre los que se destaca la asistencia de 2.750 caficultores y Extensionistas, 330 estudiantes, 318 extranjeros y 519 particulares.

En total se programaron 51 reuniones con investigadores de Cenicafé, los extensionistas y los caficultores de distintos departamentos, se dictaron 18 cursos y talleres, y se coordinó la realización de 7 días de campo con caficultores de los diferentes Comités de Cafeteros del país.

En el año 2007 hubo un aumento del 35% en las visitas a nuestro portal (www.

cenicafe.org) con relación al 2006, índice que registra la aceptación de nuestro sitio web en la comunidad científica y técnica. Nos han hecho un total de 239 consultas por medio del buzón institucional. Nuestro portal ha sido indizado por más de 14 mil referencias en google.com.

Cenicafé está participando activamente en la conformación de nuestra Red Regional, denominada RADAR (Red Académica de Alta Velocidad Regional) que agrupa a los departamentos de la región centro occidental del país como son: Caldas, Risaralda, Quindío, Tolima y Huila.

Una de las técnicas que tratan de determinar los nutrientes que más necesita un cultivo en un momento dado para obtener la mayor producción posible es el DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System - Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación), el cual, a partir de resultados de análisis foliares y datos de productividad, permite generar información sobre el estado o el balance de los nutrimentos en las hojas de las plantas, para tomar decisiones sobre el uso posterior de algunos fertilizantes. Como apoyo a las investigaciones que Cenicafé realiza en este campo se aplicaron técnicas de Ingeniería de Software, encaminadas a la obtención de un programa en versiones Aplicación, Web y Móvil, que a partir de una serie de análisis foliares genere tanto Normas como Índices DRIS.

Durante el período se recibieron 10.419 visitantes y 215 giras de caficultores (6.021 caficultores). Se colaboró además en 24 días de campo (2.733 caficultores).

**Investigación Participativa.** Tecnología para asistir la cosecha manual de café Aroandes, con la cual se logra reducir las pérdidas de café al suelo (>70%) y incrementar el rendimiento (hasta 50%). Se construyeron más de 200 dispositivos para ser evaluados en forma conjunta por

Investigadores de Cenicafé, Caficultores y Técnicos del Servicio de Extensión en el marco de Investigación Participativa.

**Mecanización.** Proyecto IPA ING1405 "Validación de la recolección de frutos de café caídos en la cosecha con la aspiradora Cifarelli v77s en esquema de investigación participativa". Se observó que la recolección mecánica de los frutos dejados en el suelo es una actividad viable técnica y económicamente. En efecto, con el empleo de este dispositivo se lograron retirar brocas en todos los estados biológicos, con eficacias cercanas al 75%, que permiten posteriormente reducir el nivel de infestación en el campo y facilitar el MIB, con un costo notoriamente inferior a realizarlo manualmente. Algunos caficultores empresariales implementaron y adoptaron la tecnología con éxito.

## REGISTRO

El Ingeniero Agrónomo Celso Arboleda Valencia, quien prestó sus servicios a Cenicafé durante más de 25 años, falleció en el municipio de Chinchiná. Hacemos llegar nuestras expresiones de condolencia a su familia.

Registramos el retiro del Dr. Héctor Fabio Ospina Ospina, quien durante 23 años laboró en Cenicafé en la Sección de Divulgación y Transferencia de Tecnología y ejerció las funciones de Asistente y Jefe de dicha dependencia. El Dr. Ospina se destacó como editor de todas las publicaciones del Centro y colaboró como editor de publicaciones de la Federación Nacional de Cafeteros y The Commodities Press – en colaboración con CAB International. El Dr. Ospina fue nombrado como Líder Departamental de Extensión del Comité Departamental de Cafeteros del Valle del Cauca.

El Ingeniero Agrónomo Carlos Rodrigo Solarte Pabón, quien se desempeñó en

Cenicafé durante 14 años en el Programa de Experimentación Regional como Jefe de la Subestación Experimental de El Tambo, fue nombrado como Líder Departamental de Extensión del Comité Departamental de Cafeteros del Cauca.

## RECONOCIMIENTOS A CENICAFÉ

La Asociación Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos, otorgó el Premio Manuel Torregroza Castro, en la Categoría Profesional, Primer Puesto a los investigadores de la Disciplina de Mejoramiento Genético de Cenicafé, Gabriel Alvarado Alvarado, Hernando Cortina Guerrero y Húver Posada Suárez por su trabajo "Variedad Castillo de *Coffea arabica*, cultivar compuesto con resistencia durable a *Hemileia vastatrix*". Este trabajo fue presentado en Pasto durante el X Congreso de la Asociación celebrado entre el 5 y el 7 de junio de 2007.

El Ingeniero Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia Hugo Andrés López Fisco, recibió diversos reconocimientos por su trabajo de tesis, realizado en Cenicafé, con la orientación del Dr. Gonzalo Roa y demás colaboradores de la Disciplina de Ingeniería Agrícola.

Por la investigación titulada "Cosecha manual asistida de frutos de café mediante el uso del equipo Aroandes" el Ingeniero Hugo Andrés López, fue reconocido con

---

**Gabriel Cadena Gómez**  
Director

Chinchiná, Noviembre 9 de 2007

el Primer Lugar en el Concurso Nacional de Mejores trabajos de Grado de la Universidad Nacional de Colombia, en el área de Tecnologías Apropriadas.

Recibió el reconocimiento al Talento Académico entregado por la Revista Semana y la Fundación Séptima Papeleta en el IV Foro Líderes y Emprendedores en la Universidad año 2007 por haber ocupado el Primer Lugar en el Concurso Nacional "Otto de Greiff", en la categoría Tecnologías Apropriadas.

El Concurso Nacional Otto de Greiff, busca seleccionar y premiar los mejores trabajos de pregrado que hayan sido laureados o recibido mención meritoria o reconocimiento honorífico, en las diez universidades que conforman la organización. Además de hacer un reconocimiento a la excelencia académica de quienes aportaron a la búsqueda del conocimiento nuevo para optar por su título profesional, el premio auspicia la conformación de una comunidad de investigadores. En la versión del presente año participaron 70 trabajos de pregrado, elaborados en nueve de las diez universidades miembros del concurso. Realizaron los trabajos 92 autores cuya dirección estuvo a cargo de 98 profesores. En el proceso de evaluación y selección intervinieron 70 pares académicos de reconocido prestigio. La ceremonia de premiación tuvo lugar el 23 de agosto de 2007, en la Universidad del Norte, en Barranquilla.

El presente informe anual de actividades de la Universidad de Chile, en el año 2007, se estructura en tres ejes principales: la gestión académica, la gestión administrativa y la gestión social. En el ámbito académico, se destaca el fortalecimiento de la calidad de la enseñanza y la investigación, así como el impulso a la innovación y el emprendimiento. En el ámbito administrativo, se enfatiza la mejora de los procesos de gestión y la optimización de los recursos. En el ámbito social, se resalta el compromiso de la Universidad con la sociedad y el desarrollo de las actividades de extensión y servicio comunitario. Este informe busca dar cuenta de los logros alcanzados durante el año y de los desafíos que se enfrentarán en el futuro.

El presente informe anual de actividades de la Universidad de Chile, en el año 2007, se estructura en tres ejes principales: la gestión académica, la gestión administrativa y la gestión social. En el ámbito académico, se destaca el fortalecimiento de la calidad de la enseñanza y la investigación, así como el impulso a la innovación y el emprendimiento. En el ámbito administrativo, se enfatiza la mejora de los procesos de gestión y la optimización de los recursos. En el ámbito social, se resalta el compromiso de la Universidad con la sociedad y el desarrollo de las actividades de extensión y servicio comunitario. Este informe busca dar cuenta de los logros alcanzados durante el año y de los desafíos que se enfrentarán en el futuro.



# Productividad Agronómica

Abarca todo el proceso de producción de café, para lograr que la productividad de los cafetales sea cercana a su potencial de acuerdo a la oferta ambiental.

Cenicafé a través del tiempo ha recomendado distintas acciones que permiten aumentos en los rendimientos del cultivo y un mejor uso de los factores que determinan la productividad como el uso de variedades mejoradas, el empleo de altas densidades de siembra, la aplicación racional de fertilizantes y abonos orgánicos, el establecimiento de sistemas de renovación de cafetales y la utilización de sistemas de conservación de suelos, entre otros.

## I. AGROCLIMATOLOGÍA

### Servicio meteorológico de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, FNC.

Estuvieron en operación un total de 239 estaciones meteorológicas de la red de la FNC, discriminadas de la siguiente forma: 60 estaciones climatológicas principales, 9 estaciones heliopluiográficas, 1 estación heliográfica, 7 estaciones pluviográficas y 162 estaciones pluviométricas. Para el mantenimiento y la calibración del instrumental se realizaron 108 visitas de inspección, con el fin de obtener registros completos y confiables.

La información sobre la temperatura (media, mínima y máxima) y humedad relativa, proveniente de la red meteorológica, se procesó en su totalidad hasta el mes de julio de 2007. El brillo solar está evaluado y digitado en un 50% hasta el mes de diciembre de 2006, y los registros pluviométricos de 162 estaciones se encuentran evaluados y almacenados en archivos digitales hasta el mes de agosto de 2007. El Anuario Meteorológico Cafetero del año 2005 se entregó para su edición en el mes de diciembre de 2006.

Respecto a la ampliación de la cobertura de la red meteorológica los puntos más destacados fueron:

- El traslado de la estación pluviográfica Santa Ana (Palestina, Caldas) y de la estación climatológica principal Agronomía (Manizales, Caldas).
- La instalación de dos nuevas estaciones climatológicas principales en áreas cafeteras de los municipios de La Plata y Pitalito, en el departamento del Huila.

**Hidrología y nutrientes en hojarasca de sistemas agroforestales de café y a libre exposición.** En cuatro agroecosistemas de café se midieron los diferentes componentes

hidrológicos que ocurren dentro de ellos. Los mayores valores de interceptación se registraron en los agroecosistemas de café con pino y café con eucalipto, con valores de 40,7 y 35,5% de la lluvia externa, respectivamente. En el agroecosistema cafetal con pino se obtuvieron las mayores proporciones de escorrentía y de agua retenida por la cobertura de "mulch", con valores de 9,5% y 22,1%. Los valores de escorrentía para los demás agroecosistemas mostraron valores que varían entre el 4,4% (cafetal a libre exposición) y el 6,4% (cafetal con eucalipto). En relación con el agua retenida por la capa de hojarasca los porcentajes fluctuaron entre 5,5% (café con nogal) y 8,9% (cafetal a libre exposición solar). La tensión de humedad del suelo más alta (mayor deficiencia de agua) ocurrió en los agroecosistemas de café con pino y café con eucalipto, durante el período seco de sesenta días que se presentó durante el ensayo.

**Ecotopos cafeteros de la cuenca del río Cauca.** Para este proyecto los avances fueron los siguientes:

- Finalización de las memorias de los ecotopos 105B y 204A, junto con el material cartográfico en escala 1:100.000, elaborado en ILWIS.
- Caracterización espacial y temporal de la lluvia en los ecotopos 401 y 402, análisis del comportamiento de los días con lluvia, lluvia máxima en 24 horas, distribución de la lluvia en los períodos diurno y nocturno, cálculo de los balances hídricos mensuales y la relación entre la disponibilidad hídrica y el cultivo de café.
- Análisis estadístico de estaciones representativas para los ecotopos 401 y 402 de la Sierra Nevada de Santa Marta, en cuanto a la estadística descriptiva y la determinación de las probabilidades a los niveles del 10, 25, 50, 75 y 90% de las variables

de lluvia, temperatura (media, mínima y máxima), brillo solar y humedad relativa.

- Depuración y complementación de las series mensuales de temperatura media y temperatura mínima para los ecotopos 211B a 214B y 317A a 319A, del departamento del Huila.

#### **Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia.**

En el período octubre 01 de 2006 a septiembre 30 de 2007, dentro de las diferentes actividades que se desarrollan en la Disciplina de Biometría, se llevó a cabo la investigación "Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia". Esta investigación se constituye en una herramienta que permite tener series completas y confiables de lluvia, con las cuales se realizan estudios, investigaciones y actividades de seguimiento que sirven para fundamentar la toma de decisiones en materia de recursos, costos de producción y política ambiental.

Se propuso un método de fácil comprensión, el cual se basa en trabajar con precipitaciones acumuladas por períodos anuales, comprendidos entre los meses de mayo y abril, utilizando los registros de las estaciones climáticas: Manuel Mejía, Naranjal, Pueblo Bello y Santa Helena. Los errores absolutos obtenidos con el método estuvieron entre 7 y 10mm en promedio, para un total de 153 datos faltantes (uno por ciclo). Además de evaluar el método, se caracterizó la variable precipitación por estación y ciclo, en cuanto a precipitaciones mínimas, máximas, variabilidad y probabilidad de ocurrencia de lluvia diaria.

## **II. SUELOS Y NUTRICIÓN**

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

efectuó una caracterización de la materia orgánica, consistente en cuantificar los ácidos húmicos (AH), los ácidos fúlvicos (AF) y el grado de humificación de los mismos, en algunos suelos representativos de la zona cafetera del departamento de Caldas. Se seleccionaron 40 sitios de muestreo, 20 cafetales a libre exposición solar y 20 con sombrío de guamo, ubicados en las unidades cartográficas Chinchiná, Guamal, Doscientos, Tablazo, Maiba y Cascarero.

**Contenidos de materia orgánica.** Los contenidos de materia orgánica total, en los primeros 30cm de profundidad, para los cafetales seleccionados estuvieron entre 6,6 y 13,4%. Las unidades de suelos que presentaron mayores niveles de materia orgánica total en su respectivo orden fueron Chinchiná, Doscientos, Tablazo, Guamal, Cascarero y Maiba, con promedios de 13,4; 10,2; 9,6; 9,1; 6,7 y 6,6%, respectivamente. No hubo variaciones por efecto del uso y manejo del suelo.

**Concentración de sustancias húmicas.** Para los primeros 30cm de profundidad, del total de C encontrado en las sustancias húmicas (%C AH + %C AF + %C Huminas), entre el 15 y el 48% hacen parte de los AH.

Para los ecosistemas con sombrío, la unidad Doscientos presentó la mayor concentración (31,2%), mientras que en las unidades Chinchiná y Guamal los niveles estuvieron alrededor del 22%. Los cafetales a libre exposición solar de la unidad Chinchiná se caracterizaron por presentar altos contenidos de C en los AH, le siguieron en su respectivo orden las unidades Doscientos y Guamal.

Respecto a las demás unidades de suelos evaluadas en las cuales se tomó un menor número de muestras (Tablazo, Maiba y Cascarero), los cafetales a libre exposición solar mostraron una mayor concentración de C en los AH, excepto

bajo las condiciones de la unidad Maiba, en donde las plantaciones con sombrío de guamo exhibieron mayores niveles (Figura 1). Pese a lo anterior, no se detectaron diferencias estadísticas entre unidades ni entre ecosistemas para dicha variable. Una situación similar ocurrió al evaluar los AF, cuyos tenores estuvieron entre 0,30 y 0,38%.

**Grado de madurez o humificación.** En todas las unidades de suelos evaluadas se encontró el humus en mediano estado de madurez, es decir, humus tipo P (Figura 2). Dicha clasificación fue evidente tanto para cafetales a libre exposición solar como para los cafetales con sombrío de guamo.

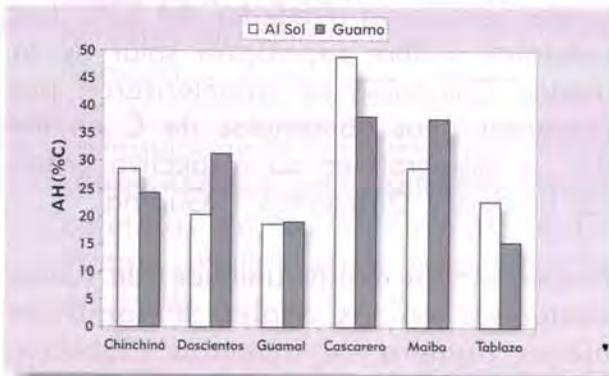
**Efecto de la textura del suelo sobre las pérdidas por lixiviación de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados en la fertilización. SUE 0331.** Se determinaron las pérdidas por lixiviación de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), aplicados en la fertilización en suelos con las siguientes clases de textura: Franco Arenosa (FA), Franca (F) y Franco Arcillosa (FAr); la primera proveniente de las unidades cartográficas San Simón y Montenegro y las dos últimas de las unidades Chinchiná y Doscientos, respectivamente. La pérdida de los elementos fue evaluada mediante columnas de lixiviación a las cuales se les aplicó en forma individual, urea, superfosfato

triple y cloruro de potasio. Además, se contó con un testigo sin aplicación de fertilizante. A cada columna se le aplicaron láminas de agua equivalentes a 44mm, en intervalos de cuatro días, con el fin de recoger y analizar la solución lixiviada en cada riego.

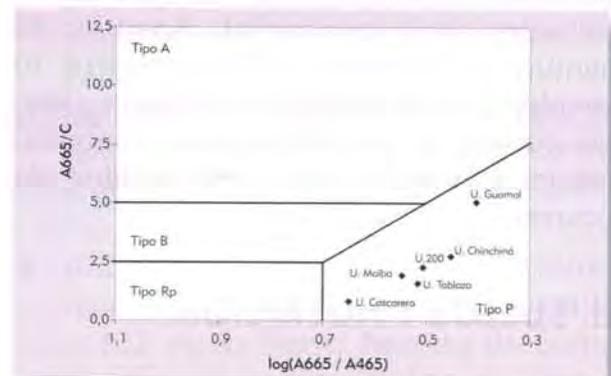
En los tratamientos sin aplicación de N, P y K las tasas de pérdida fueron similares entre las cuatro clases de textura de los suelos. En los tratamientos con aplicación de nutrientes, la mayor tasa de pérdidas de N y K se registró en suelos de textura F, correspondiente a la unidad Chinchiná, y FA de la unidad Montenegro (Figuras 3 y 4). En el suelo de la unidad San Simón con textura FA se registró la mayor tasa de pérdidas por lixiviación de P (Figura 5).

No se encontró una tendencia clara que permita definir que las tasas de pérdida por lixiviación de estos nutrientes estén influenciadas por la textura, aspecto que puede indicar que otras propiedades físicas, químicas y mineralógicas también están relacionadas con la retención de estos elementos en el suelo.

**Mineralización del nitrógeno en dos suelos de la zona cafetera. SUE 0332.** En la Estación Central Naranjal y en la Subestación Experimental Paraguaicito, con suelos derivados de cenizas volcánicas y



■ **Figura 1.** Concentración de C en los AH para algunos suelos representativos de la zona cafetera del departamento de Caldas.



■ **Figura 2.** Grado de humificación de los AH para algunos suelos representativos de la zona cafetera del departamento de Caldas.



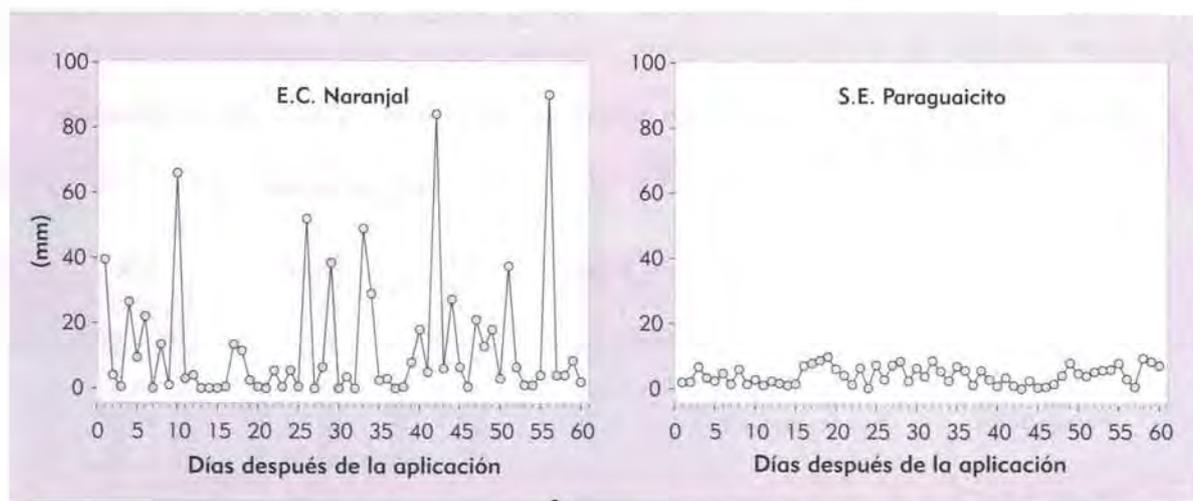
la cantidad y distribución de la lluvia (Figura 6). Este efecto es reportado por varios autores, quienes señalan que la mineralización disminuye en épocas secas y aumenta en épocas lluviosas.

**Disponibilidad de nutrientes en la fase líquida del suelo, en suelos cultivados con café. SUE 0309.** Se evaluó la dinámica de los iones en el sistema suelo-agua-planta, en parcelas cultivadas con café, en las cuales se aplicaron dosis diferenciales de nitrógeno y potasio. Para ello se determinó la concentración de los cationes y aniones en los diferentes componentes: Complejo de cambio, fase líquida (solución del suelo, aguas gravitacionales y aguas de escorrentía) y a nivel de la planta, en el tejido foliar y su efecto en la producción.

En general, la concentración de nutrientes en la fase intercambiable, 180 días después de la fertilización, presentó contenidos bajos a muy bajos según los criterios establecidos para el cultivo del café, debido a la toma de nutrientes por las plantas, a las pérdidas por lixiviación y a la baja capacidad de retención, principalmente de amonio y potasio, propia de los suelos derivados de cenizas

volcánicas. La concentración de N no mostró variación significativa en relación con las dosis aplicadas; el contenido de potasio varió significativamente de acuerdo a la aplicación de  $K_2O$  y a la aplicación combinada de N y  $K_2O$ ; y la concentración de Mg se redujo con el aumento en la dosis de aplicación de N.

En la solución del suelo, la aplicación de la fuente fertilizante de potasio incrementó significativamente la concentración de  $K^+$ , en los análisis realizados a los 7, 21 y 105 días después de la fertilización; la aplicación de la fuente fertilizante de nitrógeno aumentó la concentración de  $NO_3^-$  en todos los tiempos de muestreo y la de  $NH_4^+$  a los 7 y 21 días después de la fertilización. Respecto a los demás iones, se encontró que 21 días después de la aplicación de N las concentraciones de  $Ca^{+2}$  y de  $Mg^{+2}$  se incrementaron significativamente, la aplicación de  $K_2O$  incidió sobre la concentración de  $Na^+$ , a los 7 y 21 días después de la aplicación del fertilizante. Este efecto se debe posiblemente a que el ion  $NH_4^+$  proveniente del fertilizante nitrogenado puede ocasionar desplazamiento de  $Ca^{+2}$  y de  $Mg^{+2}$  de la zona de intercambio, lo mismo puede ocurrir con el  $K^+$  el cual



■ **Figura 6.** Precipitación diaria registrada en la Estación Central Naranjal (marzo 15 - mayo 13, 2006) y en la Subestación Experimental Paraguaito (abril 28 - junio 27, 2006).

puede desplazar el  $\text{Na}^+$ , llevándolo a la fase soluble del suelo. No se encontraron efectos significativos sobre la concentración de los iones  $\text{SO}_4^{-2}$  y  $\text{HPO}_4^{-2}$  en la solución del suelo debidos a la aplicación individual de N y  $\text{K}_2\text{O}$ , tampoco se encontraron efectos por la aplicación simultánea de éstos sobre la concentración de iones en la solución del suelo.

El análisis temporal de la concentración de iones en la solución del suelo mostró que entre los 7 y los 21 días después de aplicados los tratamientos, se presentan las mayores concentraciones. Aproximadamente 49 días después, la concentración de los iones presenta niveles bajos.

En relación con la pérdida de nutrimentos por lixiviación, se encontraron diferencias estadísticas en la concentración de  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{Cl}^-$  por la aplicación de las fuentes fertilizantes de N y  $\text{K}_2\text{O}$ . Las mayores pérdidas de  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  se registraron cuando se aplicó la dosis alta de N, y las mayores pérdidas de  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$  ocurrieron cuando se aplicó la dosis alta de  $\text{K}_2\text{O}$ , 49 días después de la fertilización. Esto es de esperarse, pues la mayor concentración de estos iones

en la solución del suelo ocurrió 21 días después de la fertilización.

El análisis del tejido foliar realizado 180 días después de la fertilización mostró que el contenido de N foliar aumentó con las aplicaciones de N. Con la dosis media ( $150\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  de N) se alcanzó un contenido de 2,44% y con la dosis alta el nivel de N foliar se elevó a valores de 2,55%. El contenido de K foliar dependió únicamente de la aplicación de las dosis de la fuente fertilizante de  $\text{K}_2\text{O}$ , y se alcanzaron concentraciones foliares de 2,32%. El contenido foliar de Ca y Mg se redujo con la aplicación de potasio, de allí que la fertilización con dosis altas de  $\text{K}_2\text{O}$  puede llegar a afectar la concentración de estos dos elementos y ocasionar un desbalance nutricional en la planta.

Se encontró efecto de la aplicación de los tratamientos sobre la variable producción acumulada para tres cosechas ( $\text{Pr}>\text{F}=0,0381$ ). En la Tabla 2 se muestra la comparación entre tratamientos (Prueba DMS al 5%), donde la mayor producción se obtuvo en el tratamiento 5 ( $44,90\text{kg}/\text{parcela}$  de c.p.s) correspondiente a la

■ **Tabla 2.** Producción acumulada de tres cosechas para los tratamientos evaluados.

Dosis ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ )		Tratamiento	Producción acumulada ( $\text{kg}/\text{parcela}$ de c.p.s.)
N	$\text{K}_2\text{O}$		
0	0	1	38,68 abc
0	150	2	37,00 abc
0	300	3	35,22 bc
150	0	4	43,26 ab
150	150	5	44,90 a
150	300	6	43,65 a
300	0	7	37,08 abc
300	150	8	44,12 a
300	300	9	43,49 a
Testigo		10	32,88 c

J C Herrera - MFE

aplicación de la dosis media de N y de  $K_2O$  ( $150\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  de N y  $K_2O$ , respectivamente) y que coincidió con el mejor balance de nutrientes en el tejido foliar. La menor producción se obtuvo en el tratamiento 10 ( $32,88\text{kg}/\text{parcela}$  de c.p.s) correspondiente al testigo sin fertilización.

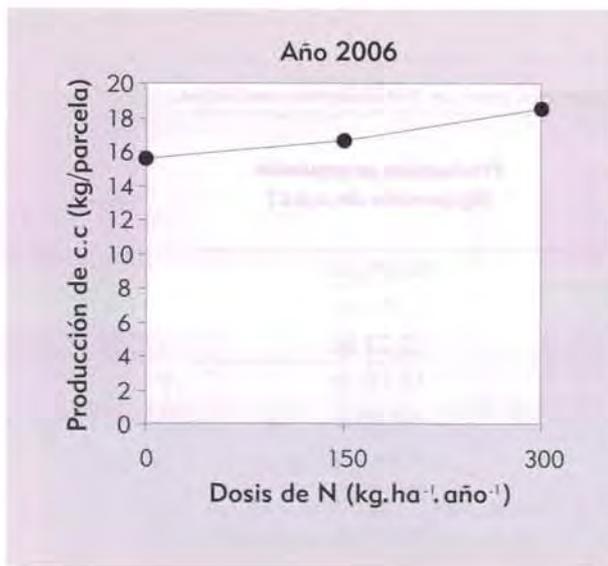
**Fertilización del café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento productivo. SUE 0507.** Esta investigación busca determinar el efecto combinado de nitrógeno y de potasio en la producción de café. Durante este período el experimento estuvo vigente solo en la Subestación El Tambo (departamento del Cauca). En esta localidad, para el cuarto año de evaluación, no hubo efecto de la aplicación de nitrógeno ni de potasio sobre la producción de café cereza (Figuras 7 y 8).

**Disponibilidad del azufre en algunos suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con la fertilización. SUE 0517.** Mediante el desarrollo de este experimento se pretende determinar para el cultivo de café el efecto de la fertilización con azufre en diferentes localidades de la

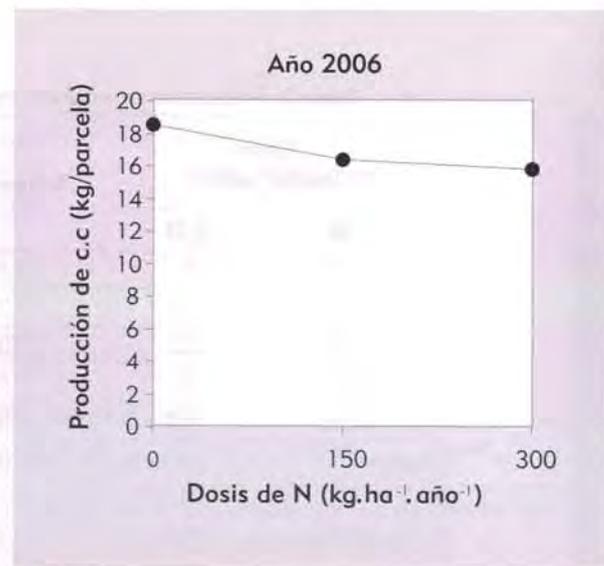
zona cafetera. Se evaluaron tres fuentes (azufre elemental, sulfato de calcio o yeso y sulfato de amonio) y dos dosis de azufre ( $50$  y  $100\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ ), además de un testigo sin este elemento. Durante este año el experimento estuvo instalado en dos fincas: San Alberto, ubicada en el municipio de Buenavista (Quindío), y El Amparo, ubicada en el municipio de Fredonia (Antioquia).

Las Figuras 9 y 10 ilustran la respuesta de los tratamientos en las dos fincas en el año 2006. Solo se registró efecto de los tratamientos sobre la producción en la finca San Alberto; en este sentido, se logró incrementar la producción de manera significativa con la dosis media de azufre ( $50\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ ), mediante la aplicación de la fuente SAM (Sulfato de amonio).

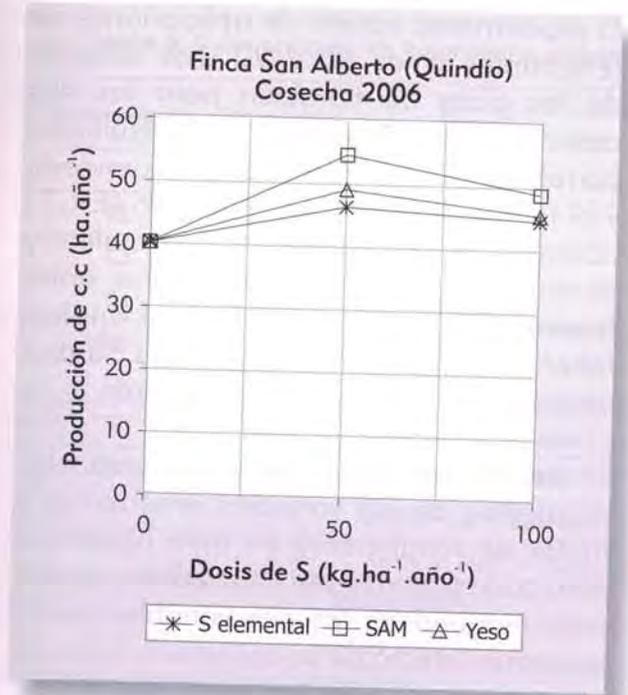
**Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo. SUE 0520.** El objetivo de este experimento es determinar el momento oportuno para realizar la fertilización antes y después del zoqueo del cafetal, el cual se viene realizando en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas), la Subestación Experimental



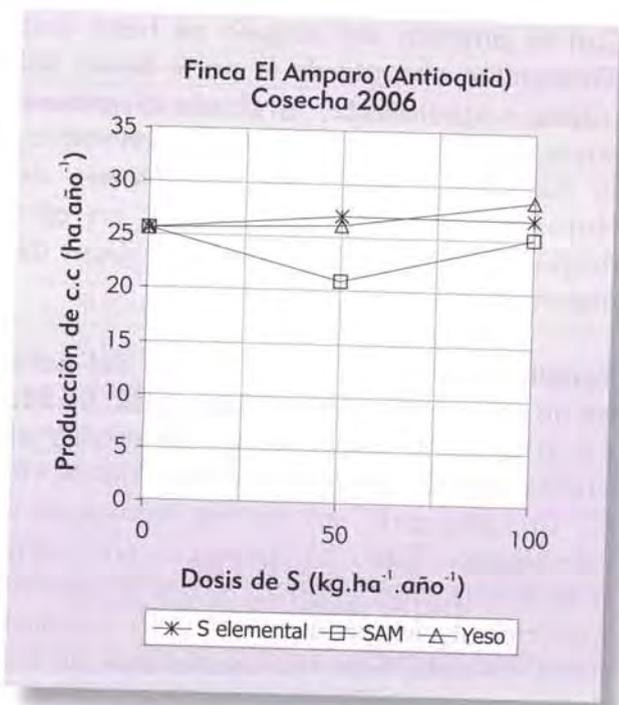
■ **Figura 7.** Efecto del nitrógeno sobre la producción de café cereza en la Subestación El Tambo para el año 2006.



■ **Figura 8.** Efecto del potasio sobre la producción de café cereza en la Subestación El Tambo para el año 2006.



■ **Figura 9.** Respuesta a la fertilización con azufre en la finca San Alberto, durante el año 2006.



■ **Figura 10.** Respuesta a la fertilización con azufre en la finca El Amparo, durante el año 2006.

Paraguaicito (Montenegro, Quindío) y en la finca Villa Arcadia (Líbano, Tolima). El experimento consta de 12 tratamientos que consisten en épocas de fertilización antes y después del zoqueo, en un diseño en bloques completos al azar. Durante este período se culminó con la aplicación de los tratamientos hasta 18 meses después del zoqueo en las localidades de Naranjal y Paraguaicito, y 12 meses después del mismo en la finca Villa Arcadia. También, se inició la recolección de la primera cosecha y el registro de los índices de calidad física del grano.

Se analizó el efecto de la fertilización un año antes del zoqueo sobre la producción de ese mismo año, mediante prueba de contrastes ortogonales según la prueba F al 10%. Los Grupos fueron G1) sin fertilización antes del zoqueo, G2) fertilización 10 meses antes del zoqueo (maz), y G3) fertilización 10 y 4 meses antes del zoqueo (maz). Se encontró que los cafetales un año antes del zoqueo deben fertilizarse para que no se afecte la producción de ese último año. En condiciones de Naranjal y Paraguaicito se debe realizar la fertilización 10 maz y en condiciones de Líbano ésta se debe realizar 10 y 4 maz (Tablas 3 y 4).

■ **Tabla 3.** Efecto de la fertilización sobre la producción de café (kg/parcela de c.c.) un año antes del zoqueo.

Grupos		Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas)		Subestación Paraguaicito (Montenegro, Quindío)		Finca Villa Arcadia (Líbano, Tolima)	
		Prom.	C.V.	Prom.	C.V.	Prom.	C.V.
		G1	Sin Fertilización	25,97	21,17	15,74	26,7
G2	Fertilización 10 maz	28,73	25,59	18,40	23,0	39,15	22,71
G3	Fertilización 10 y 4 maz	29,02	27,14	20,20	22,2	42,36	20,94

J.C. Herrera - M.F.G.

Con la práctica del zoqueo se hace una eliminación abrupta de la parte aérea del cafeto e igualmente, la planta disminuye hasta el 60% de la biomasa de las raíces, lo cual fue medido en condiciones de Naranjal y Paraguaicito, hasta un año después del zoqueo a los 25 y 50cm de distancia del tallo (Figura 11).

**Fertilización foliar en el cultivo del café en la etapa de producción. SUE 0538.**

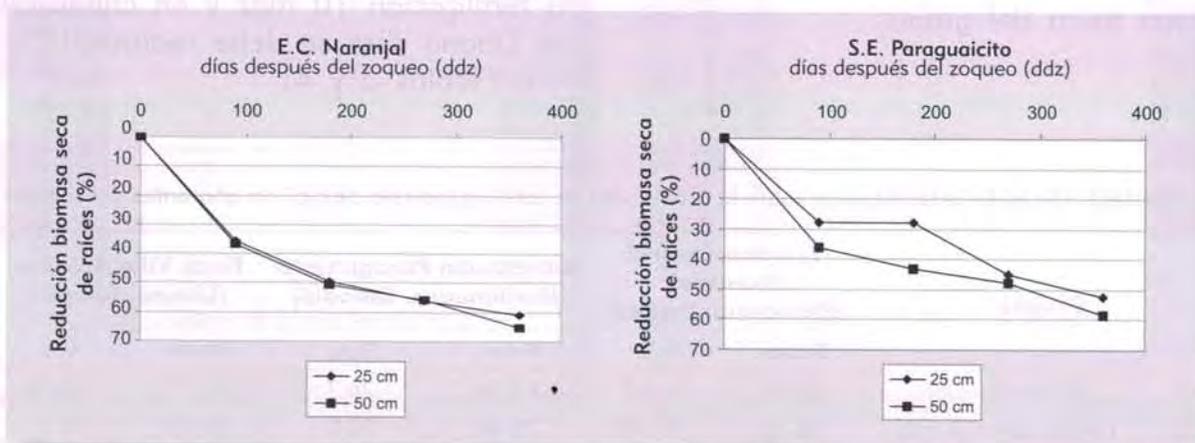
En el presente experimento se evalúa el efecto de la aplicación foliar de N, P, K, Ca, Mg y B, en forma individual y combinada (Tabla 5) como complemento a la fertilización edáfica, sobre el estado nutricional, la producción y la calidad física del café, bajo las condiciones de las Subestaciones Experimentales Paraguaicito y La Catalina, la Estación Central Naranjal y la finca Villa Arcadia (Líbano, Tolima).

El experimento consta de aplicaciones de fertilizantes a los 60 y 90 días después de los picos de floración para las dos cosechas del año. Los siguientes resultados corresponden a la producción acumulada y al factor de rendimiento en trilla (F.R.T.) obtenidos en Paraguaicito, La Catalina y la finca Villa Arcadia, registrados entre febrero y agosto de 2007, y al análisis foliar realizado para cada parcela 60 días después de la segunda aplicación.

En las Figuras 12 y 13 se presentan los promedios de las variables producción y factor de rendimiento en trilla obtenidos para cada tratamiento. Hasta el momento, para ninguna de las dos variables se ha reportado efecto de la aplicación foliar de los tratamientos en las tres localidades, debido principalmente a la alta variación de la cosecha observada durante este

■ **Tabla 4.** Prueba de contrastes, al 10%, sobre el efecto de la fertilización antes del zoqueo.

Contraste	Estación Central Naranjal		Subestación Paraguaicito		Finca la Arcadia (Líbano)	
	Valor F	Pr> (F)	Valor F	Pr> (F)	Valor F	Pr> (F)
G1 vs G2	3,61	0,0610	5,27	0,0249	2,06	0,1555
G1 vs G3	4,42	0,0389	14,91	0,0003	8,91	0,0040
G2 vs G3	0,04	0,8417	2,45	0,1223	2,40	0,1264

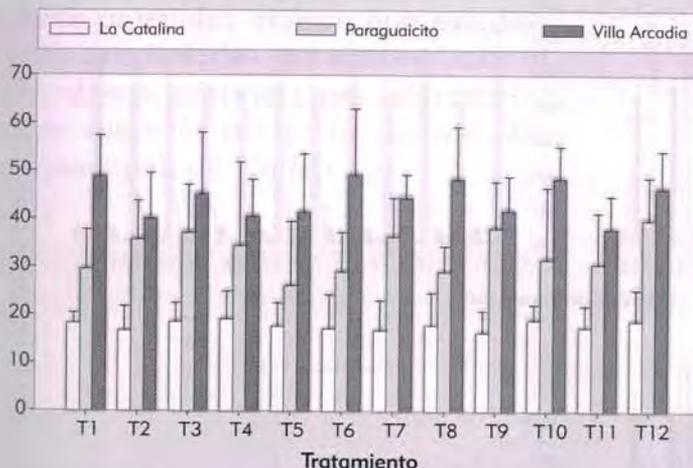


■ **Figura 11.** Efecto del zoqueo sobre la biomasa seca de las raíces, medido a dos distancias del tallo.

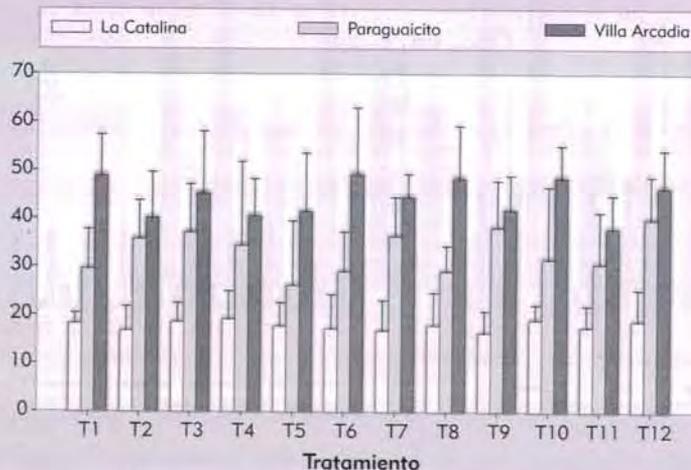
■ **Tabla 5.** Descripción de los tratamientos aplicados

Tratamiento	Elementos	Fuentes	Contenido elementos en la fuente (%)	Concentración de las fuentes (%)
T1	N	Urea	46 (N)	1
T2	P, N	MAP	52 (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 12(N)	1
T3	K	KCl	60 (K <sub>2</sub> O)	0,25
T4	Ca	Kelatex Ca	9 (CaO)	0,25
T5	Mg	Kelatex Mg	7 (MgO)	0,25
T6	B	Solubor	21 (B)	0,3
T7	K, N	Nitrato de potasio	44 (K <sub>2</sub> O) 13(N)	4
T8	Ca, N	Nitrato de calcio	28 (CaO) 15,5 (N)	1
T9	Ca, B	Kelatex Ca + Solubor	9 (CaO) + 21(B)	0,25 + 0,3
T10	N, P, K	Urea + MAP + KCl	46(N) + 52(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.



■ **Figura 12.** Promedios y desviación de la producción de café cereza (kg/parcela) por tratamiento en las tres localidades.



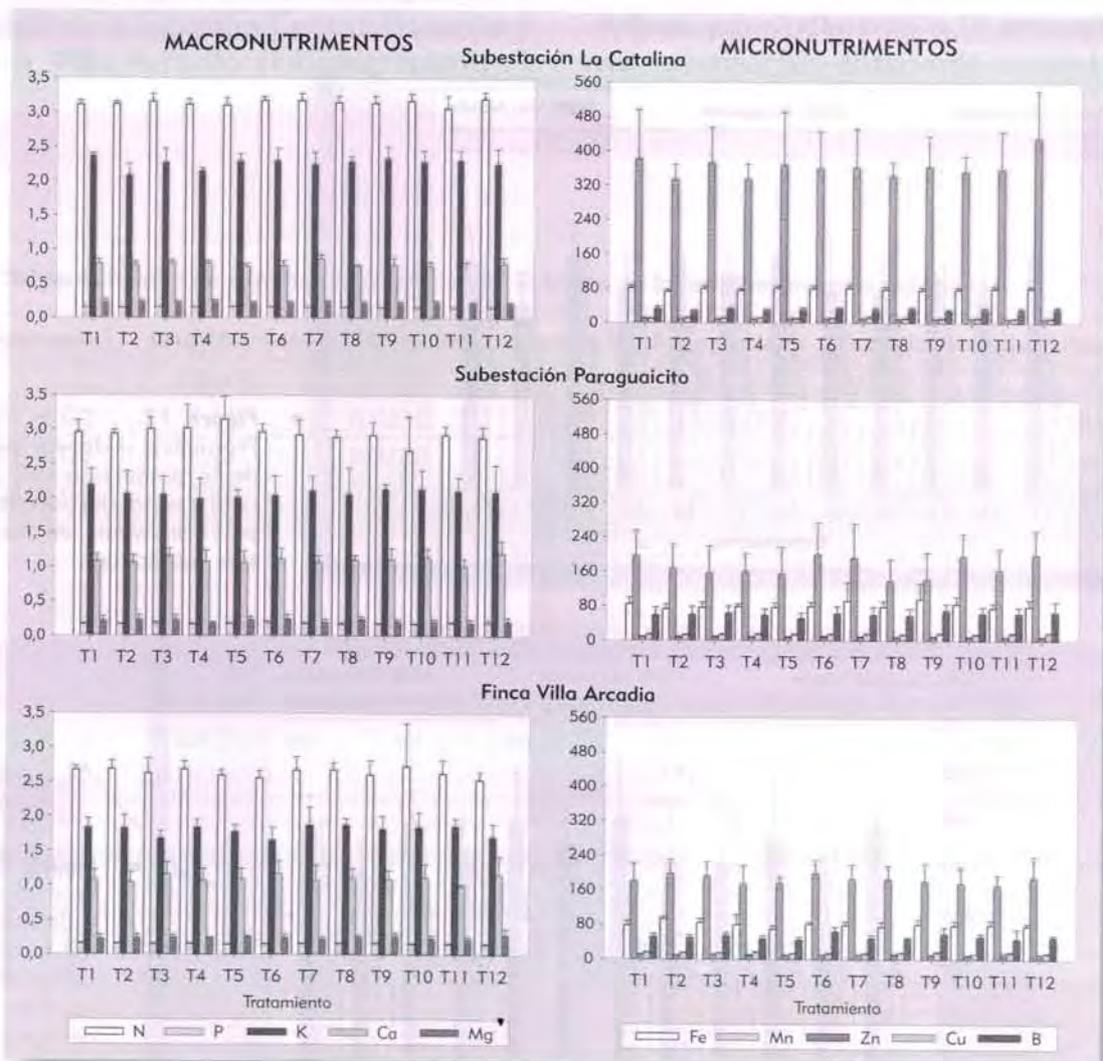
■ **Figura 13.** Promedios y desviación del factor de rendimiento en trilla (kg de c.p.s.) por tratamiento en las tres localidades.

primer semestre o posiblemente por diversos factores que pudieron influir sobre la absorción foliar, como son el ambiente, la formulación del producto, el ion acompañante, la velocidad de penetración o el movimiento del nutriente dentro de la planta, entre otros.

Los contenidos foliares de los macro y micronutrientes medidos en febrero de 2007, para cada uno de los tratamientos y las tres localidades, se presentan en la Figura 14. En general, para los tres sitios los elementos que más relevancia pudieron tener sobre el balance nutricional de las plantas y su producción fueron el N y el Mn, debido a sus altos contenidos

registrados ( $>2,8\%$  y  $>220\text{mg.kg}^{-1}$ , respectivamente), mientras que el Mg, el Fe y el B estuvieron por debajo de los niveles mínimos requeridos por el café ( $<0,3\%$ ,  $<90\text{mg.kg}^{-1}$  y  $<40\text{mg.kg}^{-1}$ ).

En relación con la variación de los contenidos foliares de estos nutrientes por efecto de la aplicación de los tratamientos, solo la fertilización foliar con Borosol (T6) aumentó el contenido de B en la finca Villa Arcadia cuando se aplicó de forma individual, y en Paraguaicito cuando se aplicó combinado con el Kelatex Ca (T9), mientras que la fertilización con Kelatex Mg en los dos sitios disminuyó los contenidos de B. Sumado a lo anterior, en Villa



■ **Figura 14.** Promedios y desviación de macro (%) y micronutrientes ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) foliares por tratamiento en las tres localidades. Muestreo realizado en febrero de 2007.

Arcadia, en los tratamientos 4, 8 y 11, correspondientes al Kelatex Ca, Nitrato de Ca y Testigo DRIS, se registraron también los menores contenidos de B.

**Nutrición del cafeto.** Con el objetivo de contribuir al conocimiento de la nutrición del cafeto que conduzca a la obtención de genotipos más eficientes en el uso de los nutrimentos, se ha avanzado en el desarrollo del experimento acerca de la eficiencia en el aprovechamiento del nitrógeno en diferentes genotipos de *Coffea* sp.

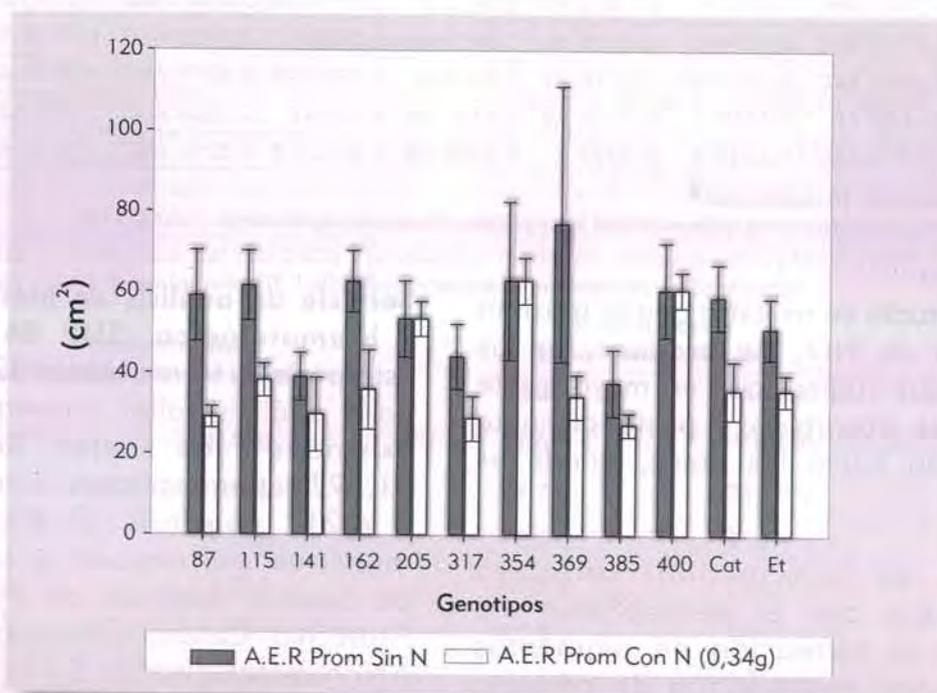
Los resultados iniciales muestran que la baja disponibilidad de nitrógeno (N) ocasiona mayor longitud de la raíz en los diferentes genotipos, lo que permite que ésta explore un mayor volumen del suelo y por tanto, absorba más N. Los resultados obtenidos indican que estudios sobre las propiedades del sistema radical pueden ofrecer informaciones relevantes y precoces sobre la eficiencia del uso del N en genotipos de *Coffea* sp.

La longitud total y el área de exploración de la raíz fue mayor en las plantas a las cuales no se les suministró N, con diferencias significativas entre genotipos. Con la aplicación de N no se observaron diferencias estadísticas entre genotipos.

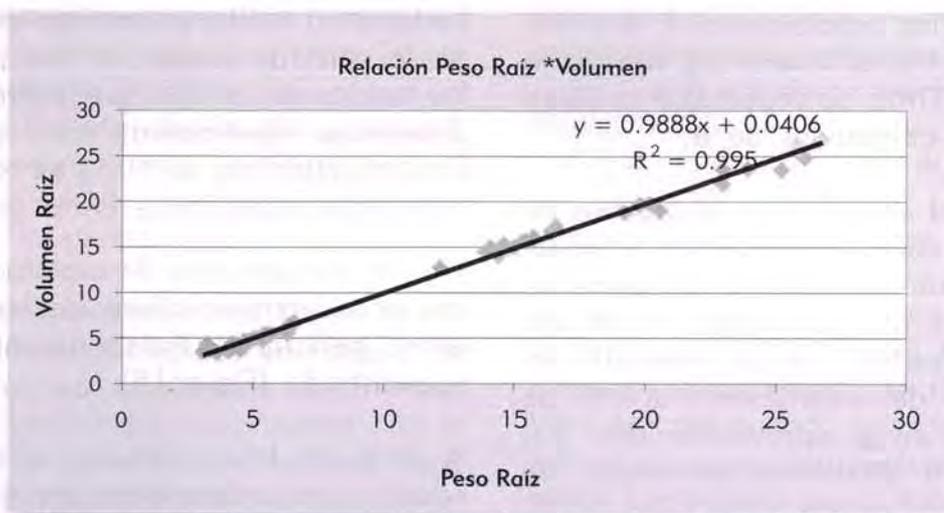
Para la variable área de exploración de la raíz se encontraron diferencias estadísticas entre genotipos, independiente del N suministrado (Figura 15).

A partir de los resultados se obtuvo la relación peso raíz/volumen de raíz, la cual es importante como variable indicadora, que puede ser utilizada en la selección temprana de genotipos (Figura 16).

Se midió la actividad de enzimas que se relacionan con el metabolismo del N, como la Nitrato Reductasa (NR) y Glutamina sintetasa (GS). Se presentaron diferencias entre genotipos en cuanto a la actividad de NR, lo cual no ocurre con GS (Tabla 6).



■ **Figura 15.** Área de exploración raíz en varios genotipos de *Coffea* sp.



■ **Figura 16.** Relación entre el peso y volumen de la raíz, en diferentes genotipos de *Coffea* sp.

■ **Tabla 6.** Efecto de los tratamientos de nitrógeno sobre la Actividad de Nitrato Reductasa (NR) y Glutamina Sintetasa (GS), en raíz y hojas.\*

Genotipos	Raíz				Hojas			
	TTO 1		TTO 2		TTO 1		TTO 2	
	NR	GS	NR	GS	NR	GS	NR	GS
Cat	0,1755 ABC	0,6386 BC	0,2767 AB	0,6993 A	1,1369 AB	0,8878 A	1,0803 AB	0,8219 B
Et	0,1547 C	0,6529 BC	0,1607 AB	0,6408 B	1,0029 AB	0,8111 ABC	0,8482 AB	0,8253 B
87	0,1636 CB	0,6562 BC	0,2410 AB	0,6679 AB	1,7470 A	0,8613 AB	0,6815 B	0,8534 B
115	0,1464 C	0,6416 C	0,1815 AB	0,6725 AB	0,9166 AB	0,8050 ABC	41,0089 AB	0,8675 AB
141	0,2949 A	0,6486 BC	0,1517 B	0,6643 AB	1,0059 AB	0,8655 A	0,1309 AB	0,8376 B
162	0,1845 ABC	0,6480 BC	0,2470 AB	0,6610 AB	1,3154 AB	0,7495 C	1,1904 AB	0,8772 AB
205	0,2827 AB	0,6398 C	0,2083 AB	0,6461 B	0,9255 AB	0,7594 BC	1,3660 A	0,9436 A
317	0,2232 ABC	0,6330 C	0,1875 AB	0,6434 B	1,2916 AB	0,8043 ABC	1,011 AB	0,8143 B
354	0,1994 ABC	0,6576 C	0,3125 AB	0,6819 AB	0,6458 B	0,7930 ABC	1,0565 AB	0,8236 B
369	0,2589 ABC	0,6716 BC	0,3720 AB	0,7019 A	1,3994 AB	0,8274 ABC	1,0833 AB	0,8422 B
385	0,1636 CB	0,6397 C	0,4166 AB	0,6721 AB	0,7500 B	0,7866 ABC	1,095 AB	0,8810 AB
400	0,1726 ABC	0,6841 A	0,5059 A	0,6800 AB	1,4732 AB	0,8211 ABC	1,0535 AB	0,8004 B

\* Valores promedios de 30 repeticiones.

\*\* Promedios con las mismas letras entre actividad no presentan diferencias significativas (Tukey, 0,05)

En este estudio se muestra que la máxima reducción de  $\text{NO}_3^-$  se produce en las hojas, lo que sugiere que en mayor parte el  $\text{NO}_3^-$  es absorbido y posteriormente translocado hacia las hojas, donde es reducido.

Además, se han medido variables relacionadas con el metabolismo del N, como la formación de pigmentos fotosintéticos, acumulación de proteína total, las cuales también indican diferencias genotípicas.

**Servicio de análisis de material vegetal y bromatológico. SUE 0611.** Durante este período se recibieron 126 solicitudes para análisis foliar, bromatológico, de lixiviados y de suelos. Se realizaron 21.392 determinaciones, correspondientes a 4.212 muestras. El 84,92% de las muestras pertenecen a la Disciplina de Suelos, seguida de Fitopatología, Fitotecnia, Calidad y Manejo Ambiental y Agroclimatología con 5,75, 2,92, 1,78 y 1,0%, respectivamente. Las muestras de particulares correspondieron al 3,63% del

total de las muestras analizadas (153). Los experimentos SUE 0331, SUE 0538, PAT 1109 y SUE 0332, demandaron el mayor número de análisis con 2.856, 446, 240 y 159 muestras, respectivamente.

### III. MANEJO DE CAFETALES

#### Fertilización de cafetales orgánicos

##### Respuesta en producción del café al sol fertilizado con lombricompost.

**FIT 1603.** El presente experimento busca determinar la dosis óptima tanto desde el punto de vista biológico como económico, de la materia orgánica en forma de lombricompost para fertilizar cafetales a libre exposición. Los tratamientos son:

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

■ **Tabla 7.** Producción del año 2006 y producción media de cinco cosechas (2002-2006) (@.ha<sup>-1</sup> de c.p.s.). Experimento FIT 1603. Subestación Experimental de Santander.

Tratamientos		Producciones	
Lombricompost por planta/año		@.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> de c.p.s	
		2006	Media
1	0,5kg	81,6 a	191,8 ab
2	1,0kg	83,7 a	216,9 a
3	2,0kg	95,5 a	216,1 a
4	3,0kg	82,5 a	225,0 a
5	Con fertilización química	85,8 a	235,7 a
6	Sin fertilización	64,6 b	163,6 b

Las dosis de lombricompost y de fertilizante se fraccionaron en dos aplicaciones por año. Las dosis aplicadas (0,5; 1,0; 2,0 y 3,0kg) son de lombricompost seco. La distancia de siembra del café fue de 1,0m x 1,0m.

En la Tabla 7 se presenta la producción registrada en el año 2006 y la producción media de cinco cosechas (2002 – 2006) (@.ha<sup>-1</sup> de c.p.s), en la Subestación Experimental Santander (Floridablanca).

Los análisis estadísticos de la producción registrada en el año 2006, indican que cuando se fertiliza el cafetal con abonos orgánicos o químicos, se obtienen mayores producciones que cuando no se realiza ningún tipo de fertilización (diferencia estadística según prueba Duncan al 5%). Con la aplicación de fertilizante orgánico, en forma de lombricompost o de fertilizante químico, se obtuvo 32,8% más producción que con el tratamiento 6 (café sin fertilizar).

Los análisis de la producción media obtenida de cuatro cosechas (2002-2006), indican que no hay diferencias significativas si se fertiliza el café con 1,0 a 3,0kg de lombricompost por planta por año o si se hace con fertilizante químico. Con aplicación de 1,0 a 3,0kg de lombricompost por planta por año o con fertilización química, se produce

J.C. Herrera - M.F. G.

36,6% más que cuando no se realiza ningún tipo de fertilización.

### Sombrío en cafetales

#### Caracterización agronómica de las especies *Eucalyptus grandis*, *Pinus chiapensis*, *Pinus tecunumanii* e *Inga sp.*, para ser empleadas como sombrío de cafetales en el departamento del Cauca. FIT 1710.

Este estudio se realiza en la finca La Suecia de Smurfit – Cartón de Colombia, ubicada en el municipio de El Tambo, Cauca, y es coordinado por la Subestación Experimental El Tambo. La distancia de siembra del sombrío es de 6,0 x 6,0m y la del café 1,5 x 1,5m.

Nº	Descripción de los tratamientos
01	Café bajo sombrío de <i>Eucalyptus grandis</i>
02	Café bajo sombrío de <i>Pinus chiapensis</i>
03	Café bajo sombrío de <i>Pinus tecunumanii</i>
04	Café bajo sombrío de <i>Inga sp.</i>
05	Café a libre exposición solar

En la Tabla 8 se presentan los resultados parciales de producción. Los análisis estadísticos realizados a la producción de café registrada en el año 2007, bajo cada condición de sombra, indican diferencias significativas cuando se cultiva café con sombrío de las dos especies de pino, en comparación con las producciones de café bajo sombrío de eucalipto y guamo, con mayores promedios a favor de estas dos últimas especies.

Las máximas producciones se obtuvieron con café a libre exposición solar, éstas

fueron 85,0%, 492,0%, 156,0% y 39,0% superiores a las producciones registradas con sombrío de eucalipto, con las dos especies de pino y con sombrío de guamo, respectivamente. Entre las producciones medias de las cuatro cosechas analizadas (2004 a 2007) en el café bajo sombrío no hubo diferencias significativas, de acuerdo a las pruebas Duncan al 5%. Las producciones medias del café con sombrío de *E. grandis*, *P. chiapensis*, *P. tecunumanii* e *Inga sp.* fueron de 73,4; 71,4; 73,1 y 61,9@.ha<sup>-1</sup> de c.p.s., respectivamente, y cada una de éstas fue diferente estadísticamente de la producción media registrada en el tratamiento café a libre exposición solar (120,3@.ha<sup>-1</sup> de c.p.s.).

#### Establecimiento de café orgánico bajo sombrío en el departamento de Santander, FIT 1606.

Este experimento se realiza con el fin de evaluar el efecto de la intensidad del sombrío sobre la cantidad y la calidad de la producción del café, cuando se cultiva según los principios de la agricultura orgánica en la zona cafetera del departamento de Santander. Los tratamientos son:

Nº Tratamiento	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 8.** Producción en el año 2007 y producción media de cuatro cosechas (2004 - 2007). Experimento FIT 1710. Subestación Experimental El Tambo (Cauca).

Producción (@.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> de c.p.s)	Tratamientos				
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
2007	139,7 bc	43,8 d	101,1 c	186,2 b	259,1 a
Media	73,4 b	71,4 b	73,1 b	61,9 b	120,3 a

\*Valores con letras distintas presentan diferencias significativas (Duncan al 5%)

La distancia de siembra del sombrío es de 7,5 x 7,5m y la del café 1,25 x 1,25m. El estudio se realiza en la finca El Roble, ubicada en el municipio de La Mesa de los Santos (Santander) y es coordinado por la Subestación Experimental de Santander. Los resultados parciales de producción se presentan en la Tabla 9.

Los análisis estadísticos realizados a la producción de café registrada en el 2006, bajo cada condición de sombra 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, sin y con fertilización orgánica. Las producciones fluctuaron entre 182,1 y 243,5@.ha<sup>-1</sup> de café pergamino seco. La comparación de la producción media de café de dos cosechas (2005 y 2006) indica que cuando se cultiva café con sombrío de guamo y carbonero se produce 34% más si se fertiliza el café con abonos orgánicos, y al cultivar café con sombrío de guayacán más nogal la producción es igual si se fertiliza o no el café. También se registraron producciones iguales al cultivar el café con sombrío de guamo + carbonero y sombrío de guayacán + nogal, sin aplicación de fertilizantes orgánicos.

■ **Tabla 9.** Producción en el año 2006 y producción media de dos cosechas (2005-2006). Experimento FIT 1606. Subestación Experimental Santander.

Tratamientos	Producciones (@.ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> de c.p.s)	
	2006	Media
1	182,1 a	126,5 b
2	236,8 a	169,6 a
3	210,6 a	139,0 ab
4	243,5 a	173,0 a

\*Valores con letras distintas presentan diferencias significativas (Tukey 5%)

## Tecnologías de siembra y manejo de cafetales

### Efecto del disturbio de la raíz bifurcada sobre la producción del cultivo del café.

**FIT 1410.** El experimento se instaló en la Estación Central Naranjal el 20 de marzo de 2003 y terminará en el año 2007, con tres cosechas. En este experimento se evalúan dos tratamientos: 1) plantas con raíz normal y 2) plantas con raíz bifurcada; y en cada tratamiento se tienen 12 repeticiones con 20 plantas cada una.

### Crecimiento en altura y número de cruces.

Hasta el momento se han realizado nueve evaluaciones de altura y número de cruces. Los resultados hasta los 48 meses, no muestran diferencias entre los tratamientos en cuanto a la altura y el número de cruces. Las plantas con raíz normal tienen en promedio 1,99m de altura y 41 cruces, mientras que las plantas con raíz bifurcada tienen en promedio 1,95m y 40 cruces (Figura17).

**Producción.** La producción de café cereza obtenida entre octubre de 2006 y septiembre de 2007, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos. En las parcelas con raíz normal se registró un acumulado de 94.033,33kg, por parcela de 20 plantas, mientras que las plantas con raíz bifurcada produjeron 89.554,17kg (Figura18).

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

### Comparación de sistemas de manejo del café (*Coffea arabica* L.) con base en la poda calavera. FIT1517.

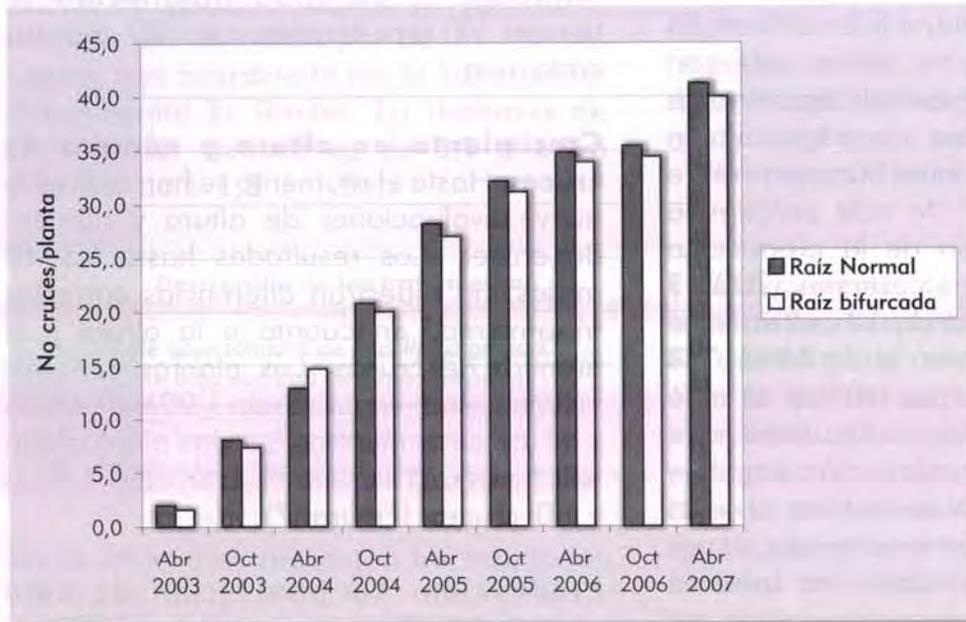
Se busca conocer la respuesta de las plantas de café a la rotación de diferentes prácticas de renovación, con el fin de contar con la posibilidad de alternar entre las prácticas

J C Herrera - MF 19

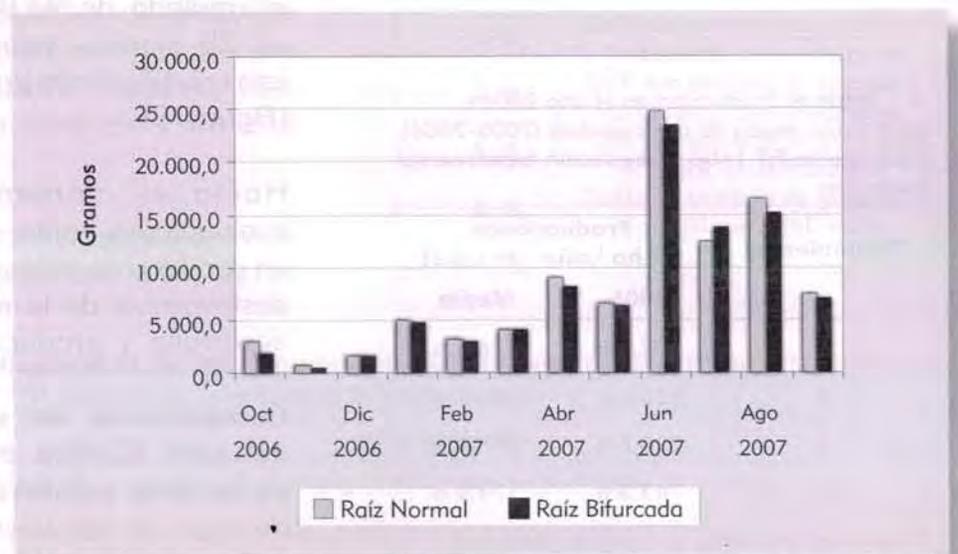
de renovación más usadas en la zona cafetera. El estudio se estableció en la Subestación Experimental El Tambo. La rotación de las prácticas de renovación se hizo con base en un experimento anterior (FIT0506) (Tabla 10).

En la Tabla 11 se muestran los promedios de las producciones de las cuatro cosechas

que se alcanzaron a realizar, debido a que el estado agronómico del lote no permitió la quinta cosecha, debido al crecimiento de las plantas tanto ortotrópico como plagiotrópico y a la abundancia de brotes de los tratamientos correspondientes a las podas calaveras, aparte de dificultar la cosecha limitaba el manejo integrado de la broca.



■ **Figura 17.** Evolución del número de cruces para los tratamientos de plantas de café con raíz normal y raíz bifurcada.



■ **Figura 18.** Efecto de la bifurcación de la raíz en la producción de café cereza.

■ **Tabla 10.** Descripción de los tratamientos del experimento FIT-1517, en relación con los tratamientos del experimento FIT-0506.

Tratamientos	Experimento FIT 0506	Experimento FIT 1517
1	Siembra nueva	Zoca bandola
2	Zoca común (30cm)	Poda calavera con descope a 1,8m
3	Zoca bandola (60cm)	Poda Rock and Roll (1m)
4	Poda calavera	Zoca común (30cm)
5	Poda calavera con descope a 1,8m	Poda calavera

■ **Tabla 11.** Producción media de café en la Subestación Experimental El Tambo, Cauca. Experimento FIT-1517.

Tratamientos	Arrobas de café pergamino seco por hectárea y cosecha				
	2004	2005	2006	2007	Media
Poda calavera	238,3	220,1	178,5	221,8	214,7
Poda calavera a 1,8m	162,2	200,4	195,9	213,2	192,9
Poda Rock & Roll (1,0m)	207,0	209,0	278,8	278,8	243,4
Zoca Bandola (60cm)	206,4	176,0	284,2	268,2	233,7
Zoca (30cm)	113,6	223,0	283,5	326,9	236,7
Media	185,5	205,7	244,2	261,8	224,3
Coefficiente de variación (%)	11,4	7,2	13,8	7,0	7,0
DMS (Tukey 5%)	47,5	33,5	75,7	41,0	24,9

Como en el experimento anterior, las producciones de las podas calaveras fueron buenas en las dos primeras cosechas, lo cual corrobora su bondad como comodín para cuando se trate de establecer sistemas de renovación por fracciones de lotes o cuando se trate de obtener buenas producciones en épocas de buenos precios del café.

La poda Rock and Roll, la bandola y la zoca común tuvieron producciones similares, pero la zoca común fue la que mostró una mejor arquitectura de planta. La ventaja de las otras dos, es que cuando el caficultor no tiene un sistema de producción establecido por fracciones o lotes, no se queda sin producción de café, pero a la final se puede quedar con una cosecha menos por el número de brotes y la exuberancia de su desarrollo, que dificulta la cosecha y aumenta los costos de recolección.

En conclusión, lo mejor es la poda calavera para dos cosechas y luego la zoca común, o la zoca común para intercalar con café cultivos transitorios como maíz o frijol.

#### **Estimación de la producción de café con base en los registros de floración. FIT 1529.**

Se evaluó una metodología para estimar la producción de café con base en las floraciones. Se registraron los eventos de floración ocurridos en dos períodos, el primero entre julio y octubre de 2005 y el segundo, entre noviembre de 2005 y abril de 2006, en cuatro lotes comerciales de café variedad Colombia, de una hectárea cada uno. Para los registros por cada evento se aplicaron simultáneamente dos métodos de muestreo: por surcos y aleatorio. También se evaluó en cada período y para cada lote el porcentaje de cuajamiento, el peso por cereza y la producción observada en kilogramos de café cereza.

La estimación del porcentaje de floración según el método de muestreo por surcos fue similar a la estimación con el método de muestreo aleatorio, y muestra la distribución de la floración en cada lote.

El porcentaje de cuajamiento varió entre 60,8 y 68,28% para la cosecha de mitaca de 2006, y entre 81,67 y 83,69% para la cosecha principal del mismo año (Tabla 12).

El promedio del peso por cereza fue de 1,79g para cosecha de mitaca y de 1,63g para la cosecha principal.

El error absoluto para la proporción de árboles con flores en los dos períodos evaluados estuvo por debajo del 5%; el error relativo promedio para la estimación del número de flores fue del 13% para las floraciones correspondientes a la cosecha de mitaca y del 13,7% para la cosecha principal.

En cuanto a los errores para la producción estimada, éstos fueron menores o iguales al 20%, en el 44,1% de los eventos según el método de muestreo por surcos y en el 35,29% de los eventos según el método de muestreo aleatorio, lo cual implica que la metodología no ofrece aún la suficiente confiabilidad para estimar la cosecha a nivel de finca.

El tamaño mínimo de muestra para estimar el promedio de flores por árbol es de 250 árboles, con el cual se obtiene un error relativo menor del 20% (Figura 19).

## Sistemas de producción de cultivos intercalados con café

**Efecto de la edad de trasplante del café sobre el comportamiento agro-económico del sistema maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) intercalados con café (*Coffea arabica* L.).** Se evaluó la respuesta del café al intercalar dos ciclos de maíz y tres de frijol con 10.000 plantas/ha de café en dos arreglos espaciales, al sembrar plantas en estado de chapola y de almácigo, de tres y seis meses, sobre la producción de la variedad Colombia. Lo anterior se hizo para conocer la factibilidad agronómica de usar una bolsa pequeña (13cm x 17cm), y de paso saber si los costos de establecimiento por llevar un almácigo de tres meses al campo, se podían reducir al intercalar maíz o frijol, en un arreglo espacial de 1,0m x 1,0m (una planta por sitio) y 2,0m x 1,0m (dos plantas por sitio). El experimento se estableció en la Estación Central Naranjal y en las Subestaciones Experimentales El Tambo, La Catalina y Santander. Se sembró café variedad Colombia, maíz variedad ICA V-305 y frijol variedad ICA Cafetero.

■ **Tabla 12.** Promedio e intervalo de confianza para el porcentaje de cuajamiento registrado por lote en la cosecha de mitaca y la cosecha principal del 2006.

Cosecha	Lote	Número de árboles	% de cuajamiento		
			Promedio	LI	LS
Mitaca	Avenida	85	64,88	60,64	69,11
	Bella II	86	68,28	64,14	72,42
	Bella Vista	93	64,26	60,66	67,87
	Zapote	85	60,80	57,15	64,44
	Promedio		<b>64,56</b>	<b>62,62</b>	<b>66,51</b>
Principal	Avenida	96	83,69	81,49	85,89
	Bella II	97	82,55	79,80	85,30
	Bella Vista	85	83,27	80,98	85,56
	Zapote	98	81,67	78,88	84,46
	Promedio		<b>82,78</b>	<b>81,52</b>	<b>84,04</b>

LI y LS: límites inferior y superior para el promedio, con un coeficiente de confianza del 95%.



Figura 19. Error relativo para estimar el promedio de flores por árbol.

Al analizar las cinco cosechas se encontraron diferencias estadísticas entre las edades de trasplante (en la mayor parte de las cosechas) y en la producción media, en contra de la chapola; también se encontraron diferencias significativas entre la edad de trasplante dentro de las localidades. Aunque al final del ciclo de producción, cuarta y quinta cosecha, se observa un buen establecimiento de las plantas que se trasplantaron como chapola, la tardía y la baja productividad de las primeras cosechas repercute tanto en la producción acumulada como en el promedio de la producción del ciclo de café. Los almácigos de tres meses y de seis meses tuvieron promedios estadísticamente iguales, esta respuesta fue consistente durante todo el ciclo de producción y entre localidades. De acuerdo con esta respuesta, la siembra de almácigos de tres meses o de seis meses es factible en términos agronómicos, porque producen lo mismo, y superan a la siembra de chapolas, las cuales tienen inconvenientes en su establecimiento como son la alta mortalidad de plántulas y producción más tardía en relación con las plantas provenientes de almácigos de tres y seis meses (Tablas 13 y 14).

Parte de los costos de establecimiento del cultivo, sea con almácigos de tres meses o de seis meses, se pueden reducir

intercalando dos ciclos de maíz o tres de frijol, porque no afectan la producción de café en ninguna de sus cosechas, con arreglo espacial del café al cuadro o al rectángulo.

#### IV. INVESTIGACIÓN REGIONAL

El programa de Experimentación tiene entre sus objetivos fundamentales, brindar apoyo para la ejecución de las investigaciones regionales de Cenicafe, en las Subestaciones Experimentales o en fincas de caficultores; demostrar a los caficultores las tecnologías exitosas producto de las investigaciones y llevar a cabo un diagnóstico de demanda, oferta e impacto de tecnología en sistemas de producción de café a nivel regional, para así conocer las expectativas y sugerencias de los caficultores que permitan retroalimentar el proceso de investigación y transferencia.

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 implementar 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 niveles nacional y regional. Al establecer las

■ **Tabla 13.** Producción media de café pergamino seco (@.ha<sup>-1</sup> de c.p.s.) establecido con plantas de cero meses (chapolas), tres y seis meses, intercalado con dos ciclos de maíz y tres ciclos de frijol. Estación Central Naranjal y las Subestaciones El Tambo, La Catalina y Santander.

Arreglo espacial	Sistema de producción	Edad de trasplante	Localidades				Media	
			El Tambo	La Catalina	Santander	Naranjal		
1,0m x 1,0m (una planta/ sitio)	Café//Frijol	3 meses	252,0	334,7	395,4	331,6	328,4	
		6 meses	250,3	334,7	424,4	380,0	347,3	
		0 meses	204,7	286,2	354,4	294,9	285,1	
	Café//Maíz	3 meses	248,2	309,1	437,5	330,9	331,4	
		6 meses	254,2	347,2	415,4	338,5	338,9	
		0 meses	195,9	292,3	335,7	312,3	284,0	
	Café solo	3 meses	225,2	302,3	433,2	330,7	322,9	
		6 meses	211,2	308,5	415,2	344,7	319,9	
		0 meses	199,9	272,6	313,9	303,6	272,5	
	2,0m x 1,0m (dos plantas/ sitio)	Café//Frijol	3 meses	203,4	264,5	316,0	294,5	269,6
			6 meses	228,7	269,6	366,6	325,9	297,7
			0 meses	186,2	226,6	249,8	281,2	235,9
Café//Maíz		3 meses	214,5	264,4	358,0	272,7	277,4	
		6 meses	231,5	301,2	358,2	310,8	300,4	
		0 meses	174,5	267,1	234,0	250,0	231,4	
Café solo		3 meses	223,2	289,8	335,5	281,4	282,5	
		6 meses	208,1	278,6	364,3	306,8	289,5	
		0 meses	162,2	295,3	237,5	265,9	240,2	
<b>Media general</b>			<b>215,2</b>	<b>291,4</b>	<b>352,5</b>	<b>308,7</b>	<b>291,9</b>	
Coeficiente de variación (%)			7,3	9,5		9,3		

■ **Tabla 14.** Producción media de café pergamino seco (@ cps/ha) por edad de trasplante: cero meses (chapolas), tres y seis meses, intercalado con dos ciclos de maíz y tres ciclos de frijol. Estación Central Naranjal y Subestaciones El Tambo, La Catalina y Santander.

Edad al trasplante	Localidades			
	El Tambo	La Catalina	Naranjal	Santander
0 meses (chapola)	187,2	273,3	284,6	287,5
3 meses	230,6	306,7	334,5	390,7
6 meses	227,8	294,1	307,0	379,3
<b>Media</b>	<b>215,2</b>	<b>291,4</b>	<b>308,7</b>	<b>352,5</b>
DMS	9,8	19,6	20,3	27,0

relaciones entre estos recursos y la planta, será posible caracterizar las áreas cafeteras por regiones por medio de sistemas de información geográfica, con los cuales se pueden especializar 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.

Un aspecto de gran relevancia para la caficultura actual y futura es la producción del café bajo estándares técnicos, ambientales y sociales definidos. Con el fin de apoyar estas iniciativas en la Estación Central

Naranjal se inició un proyecto piloto de Implementación del Sistema Integrado de Gestión (SIG) en los componentes de calidad, ambiental y social, el cual permitirá obtener conocimientos para apoyar a los caficultores 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. Por tanto, 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 "cafés 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 semilla orgánica certificada.

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 sirvan de modelos para transferir, educar y capacitar a los numerosos visitantes, Extensionistas y cafeteros, en las nuevas técnicas de administración y manejo de sus cultivos y predios.

Para contribuir a todos estos fines, Cenicafé pudo disponer, hasta septiembre de 2007, con ocho Estaciones Experimentales, ubicadas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cesar, Santander, Tolima, Quindío y Risaralda.

A continuación se presentan los principales resultados de las actividades de investigación y transferencia en las Subestaciones Experimentales de Cenicafé y en fincas de agricultores en diferentes regiones de la zona cafetera, durante el período octubre de 2006 a septiembre de 2007.

## PROYECTOS EXPERIMENTALES EN LAS SUBESTACIONES

**Áreas experimentales y otros usos de la tierra.** En la Tabla 15 se presenta el estado del uso de la tierra en las Subestaciones a septiembre de 2007.

Los experimentos en café ocuparon 80,78ha (incremento del 47,8% con relación al período anterior), el café comercial ocupó 56,79ha (disminución del 9,8%), la producción de semilla 62,08ha (similar al año anterior), la experimentación en forestales 22,65ha (25,8% superior al año anterior) y en maíz se tuvieron 4,68ha (disminución del 10%). La ocupación de área por otros cultivos es la siguiente: Guadua 31,04ha (incremento del 8,6%), pastos 47,07ha (disminución del 26%), macadamia 6,1ha (similar al año anterior), cítricos 9,2ha (disminución del 16,4%), plátano 1,74ha (disminución del 57,5%), caucho 3,9ha (similar al año anterior) y bosques 88,2ha. Para la conservación de aguas se dedican 49,1ha (similar al año anterior) y en infraestructura se tienen 10,5ha.

El área experimental aprovechable es actualmente de 64,36ha, y están disponibles en La Catalina 21,75ha, en La Estación Central Naranjal 15,7ha, en El Tambo 9,1ha, en Pueblo Bello 7,0ha, en Paraguaicito

Tabla 15. Distribución del área de las Subestaciones según el uso de la tierra. Octubre 2006-Septiembre 2007

SUBESTACIÓN	USO DE LA TIERRA (HECTAREAS)										Área Total	Área Exp Dispon.	Fincas Partic.				
	Café Exptos Semilla	Café Com.	Exptos Forestal	Plátano	Macad.	Cítricos	Caucho	Maíz	Bosques	Pastos				Guadua	Conserv aguas	Infraest.	Otros
El Tambo	2,70	0,00	6,19	3,90	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	13,69	9,14	1,80
Paraguaquito	5,74	0,00	5,31	2,32	0,17	4,17	1,83	2,60	4,90	4,86	9,63	2,50	2,50	7,17	57,60	7,00	0,25
La Catalina	7,49	0,00	16,54	0,00	1,07	1,93	4,14	1,57	0,09	0,00	2,45	3,59	0,38	2,17	41,42	21,75	1,00
Libano Trinidad	4,26	8,30	0,51	0,00	0,10	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	3,44	0,72	0,64	18,00	0,51	6,46
Libano La Unión	0,91	3,50	1,77	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,21	0,25	0,12	7,42	1,77	1,33
Naranja	38,40	11,19	5,20	2,01	0,00	0,00	1,16	0,00	0,00	0,00	9,36	15,51	1,81	9,98	94,62	15,69	0,00
La Romelia	10,47	31,3	0,00	7,52	0,00	0,00	1,40	0,00	0,00	0,00	6,31	11,26	1,79	12,00	104,04	0,00	0,00
El Rosario	4,09	4,00	0,02	1,40	0,12	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,39	3,60	0,26	2,00	20,67	0,20	0,00
Santander *	1,72	4,71	1,02	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20	3,38	0,10	1,00	1,10	6,21	28,94	1,30	4,65
Pueblo Bello	5,00	1,42	20,23	3,00	0,25	0,00	0,40	0,00	76,00	11,61	2,80	8,00	1,70	12,39	142,00	7,00	1,00
TOTAL	80,78	64,41	56,79	22,65	1,74	6,10	9,16	3,90	4,67	88,19	47,07	31,04	49,11	10,51	528,40	64,36	16,49

7,0ha, en Líbano 2,3ha, en El Rosario 0,2ha y en Santander 1,3ha.

En fincas particulares se están empleando 16,49ha (incremento del 43%) en la ejecución de varios experimentos en sombrío, fertilización del café y en forestales, principalmente.

**Temas de Investigación en las Subestaciones y su relación con las Áreas Clave.** En la Tabla 16 se hace una compilación de los tópicos de investigación que se están desarrollando en las regiones de las Subestaciones Experimentales y su clasificación dentro de las Áreas Clave. Éstos incluyen temas como: Registros climáticos, suelos, mejoramiento genético, producción de semilla convencional y orgánica certificada, 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, ceba de ganado, macadamia, maíz, sistema integrado de gestión y divulgación y transferencia, para un total de 253 diferentes investigaciones o actividades. Se destaca la realización de cerca de 50 nuevas actividades en las Subestaciones.

En la Tabla 17 se hace un resumen del número de investigaciones y actividades por Área Clave. Su distribución es la siguiente:

Productividad Agronómica:  
137 investigaciones  
Viabilidad Económica:  
15 investigaciones  
Calidad y Cafés Especiales:  
8 Investigaciones  
Sostenibilidad Ambiental:  
14 investigaciones

Conocimiento Estratégico:  
42 investigaciones  
Divulgación y Transferencia:  
9 actividades  
Sistemas de Producción Complementarios:  
28 investigaciones

**Experimentos por Disciplinas y Programas de investigación.** La Tabla 18 muestra que a septiembre se tenía en las Subestaciones un inventario de 225 experimentos (incremento del 3,6% con relación al año anterior), de los cuales 111 son experimentos vigentes en café (reducción del 3,5%). Así mismo, se han instalado 38 experimentos nuevos (incremento del 34,2%), ocho de ellos en la Estación Central Naranjal, seis en La Catalina, Paraguaicito y Líbano, cuatro en El Tambo y Santander, tres en El Rosario y uno en Pueblo Bello. Se terminaron 30 experimentos y uno se suspendió. Además, se tuvieron 45 experimentos en actividades asociadas o complementarias al café (reducción del 28,6%), y que estuvieron relacionadas con maíz, macadamia, forestales y ganadería.

La distribución de experimentos por Programas y Disciplinas (Tabla 19), permite observar que la mayor parte de los experimentos que se desarrollan en las Subestaciones corresponden a Mejoramiento Genético (34,7%), seguido por Suelos (12%), Fitotecnia (10,2%) y Entomología (6,7%). En la Estación Central Naranjal se desarrollan en total 83 experimentos (incremento del 15,7%), equivalente al 36,9% de los experimentos vigentes. En la Subestación Pueblo Bello se encuentra el menor número de experimentos (3,1%).

**Experimentos en fincas particulares.** En fincas particulares y con apoyo de las Subestaciones del Programa de Experimentación, se tienen actualmente 11 lotes experimentales, tres de ellos de la Disciplina de Suelos, tres de la Disciplina de Fitotecnia y cuatro del Programa ETIA (Tabla 20).

Tabla 16. Tópicos que comprenden las investigaciones que se desarrollan en las Subestaciones. Octubre 2006-Septiembre 2007

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	Cauca		Quindío		Risaralda		Tolima		Caldas		Antioquia		Santander		Cesar		Áreas Clave						
	El Tambo		Paraguacito		La Catalina		LIB Trinidad	LIB Unión	Naranjal	Romelia	El Rosario	Santander	Santander	Pueblo Bello	Total	PAG	VECC	CE	SOA	COE	DIT	SPC	
Registros climáticos	1		1		1		1		1		1		1		1								9
Hidrología y nutrientes en hojarasca en sistemas agroforestales y café libre exposición			1																				1
Distribución de la floración y cosecha en introducciones de la CCC			1						1														2
Productividad del café relación eficiencia nitrógeno											1												1
<b>FISIOLÓGIA DEL CAFETO</b>																							
<b>SUELOS</b>																							
Disponibilidad de nutrimentos en la fase líquida del suelo, en suelos cultivados con café										1													1
Disponibilidad del azufre en el suelo y su relación con la fertilización			1																				1
Prácticas de conservación de suelos a nivel de finca			1		1								1										4
Efecto de fuentes solubles de Mg y S en la producción y calidad en zocas					1																		1
Fertilización foliar en el cultivo del café en etapa de producción					1																		3
Impacto erosión producción café y calidad suelo																							1
Efecto fertilización cafetales zoqueo			1																				2
Efecto fuentes y dosis potasio sobre la producción			1																				3



Continuación...

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	Cauca		Quindío		Risaralda		Tolima		Caldas		Antioquia		Santander		Cesar		Áreas Clave					
	El Tambo		Paraguacito	La Catalina	LIB Trinidad	LIB Unión	Naranjal	Romelia	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	Total	PAG	VECCCE	SOA	COE	DIT	SPC				
Genómica de café					1		4		1				6	6								
Efecto dosis Mg en variedades porte alto							1						1	1								
<b>PRODUCCIÓN DE SEMILLA</b>																						
Campos de Propagación de semilla de v. Colombia							1															
Campos de Propagación de semilla de v. Castillo					1		1		1		1		4	4								
Campos de propagación semilla Castillo Regional						1	7		1		1		10	10								
Campos de Propagación de semilla v. Castillo orgánica							1				1		2	2								
Campos de propagación de semilla v. Tabi orgánica							1				1		2	2								
Campos de propagación de semilla v. Caturra orgánica							1				1		2	2								
Campos de propagación semilla v. san Bdo. orgánica							1						1	1								
Campos de propagación de semilla v. Borbón orgánica							1						2	2								
Campos de propagación semilla v. Maragogipe orgánica							1						2	2								
Campos de propagación de semilla v. Tipica orgánica							1						2	2								
Producción semilla caturra autofecundado							1						1	1								
Campos de Propagación de semilla de variedad Tabi							1						3	3								
<b>OPTIMIZACIÓN SISTEMAS DE SIEMBRA DEL CAFÉ</b>																						
Efecto del disturbio raíz bifurcada sobre la producción							1						1	1								

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	Cauca		Quindío		Risaralda		Tolima		Caldas		Antioquia		Santander		Cesar		Áreas Clave									
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	LIB Trinidad	LIB Unión	Naranjal	Romelia	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	Total	PAG	VECC	CE	SOA	COE	DIT	SPC								
Determinación % pérdida de sitios en cafetales soqueados		1									1															
Evaluación de densidades de siembra para V. Tabi bajo sombra											1															
<b>CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ</b>																										
Relevo de maíz y frijol en siembras y zocas de café	1	1		1								2														
<b>SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE CAFETALES</b>																										
Comparación de cinco sistemas de manejo por renovación					1															2	2					
Comparación cinco formas de implantar sistemas de manejo						1														1	1					
Comparación tres formas de implantar los sistemas de manejo																										
Comparación de sistemas de manejo con la poda calavera	1																				1	1				
Efecto población dinámica tallos sobre la producción de café	1													1								3	3			
Comparación de ciclos de renovación en manejo de cafetales															1							1	1			
<b>CAFÉS ESPECIALES</b>																										
Efecto de la fertilización del café al sol con lombricomposteo	1														1								3	3		
Producción de café, vía orgánica																									2	
Composición química del café																										1
Producción de café en sistemas sostenibles con sombrero estratificado																										

JLC Herrera - MIF-14

Continuación...

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	Cauca	Quindío	Risaralda	Tolima	Caldas	Antioquia	Santander	Cesar	Áreas Clave					
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	LIB Trinidad	LIB Unión	Naranjal Romelia El Rosario	Santander	Pueblo Bello	Total	PAG	VECCCE	SOA	COE	DITSPC
<b>MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES (MIA)</b>														
Manejo integrado de arvenses (MIA)			1				1	1	4				4	
Interferencia coberturas vegetales zona cafetera					1									
<b>NUTRICIÓN DEL CAFETO (Edáfica)</b>														
Efecto fertilizantes producción café					1									
Efecto fuentes solubles Mg y S en la producción y calidad del café etapa zoca					1		1		2	2				
Fertilización del café con N y K en la etapa de crecimiento reproductivo	1								1	1				
Efecto de fertilizantes químicos biológicos					1				1	1				
Efecto de la fertilización de cafetales con zinc en zocas de café	1						1		2	2				
Efecto fertilización cafetales antes y después del zoqueo									1	1				
Efecto aplicación combinada fertilizantes orgánicos e inorgánicos en producción de café		1							1				1	
Evaluación de fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción de café		1							1	1				
<b>NUTRICIÓN FOLIAR DEL CAFETO</b>														
Fertilización foliar en el cultivo de café en etapa de producción		1					1		2	2				
<b>MANEJO DE LA BROCA</b>														
Vuelo de adultos de broca en cafetales monitoreado con trampas de alcohol		1					1		2	2				
Evaluación del cruce genético de poblaciones de broca del café en condiciones naturales								1	1	1				

Continuación...

**TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES**

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	Cauca		Quindío		Risaralda		Tolima		Caldas		Antioquia		Santander		Cesar		Áreas Clave			
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	Trinidad	LIB	LIB	Naranjal	Romelia	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	Total	PAG	VECCCE	SOA	COE	DITSPC			
Aspectos de la biología del parasitoides de la broca	1											1	1							
Evaluación dispositivos para la recolección de frutos previos al zoqueo de cafetales brocados	1											1	1							
Impacto de los frutos caídos al suelo sobre la infestación por broca.	1					1						2	2							
Efecto de insecticidas en mezcla con surfactantes para el control de la broca del café.		1										1	1							
Evaluación de formulaciones comerciales de <i>Beauveria bassiana</i> (Bálsamo) Vuillemina para el control de la broca <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari). ENT 1604			1									1	1							
Evaluación de formulaciones biorracionales de insecticidas para la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).			1									1	1							
Evaluación dispositivos para la recolección total de frutos previo al zoqueo de cafetales infestados por broca.		1										1	1							
Evaluación de nuevas moléculas de insecticidas para la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari). ENT 1618			1									1	1							

Continúa...

U. HOYER - MIF

Continuación...

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	Cauca El Tambo	Quindío Paraguacito	Risaralda La Catalina	Tolima		Caldas		Antioquia El Rosario	Santander Santander	Cesar Pueblo Bello	Áreas Clave															
				LIB Trinidad	LIB Unión	Naranjal	Romelia				Total	PAG	VEC	CCE	SOA	COE	DIT	SPC								
<b>MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS</b>																										
<b>MANEJO DE ENFERMEDADES</b>																										
Identificación y hábitos de las palomillas asociadas a las raíces del café.		1											1	1												
Evaluación de materiales con resistencia a <i>Ceratocystis fimbriata</i>								1		1																
Diferenciales de razas de roya		1	1	1	1			1																		
Evaluación progenies F3 F4 resistencia roya								1																		
Evaluación resistencia parcial roya		1																								
Roya del café		1																								
Manejo de Llaga Macana con materiales resistentes														1												
<b>MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE COSECHA</b>																										
Distancias y espaciamiento cosecha mecánica café																										
Tecnología transporte terrenos pendiente																										
Efecto prácticas posteriores al desmucilaginado																										
Dispositivo cosecha momentos flectores ING 0111																										
Cosecha café aplicación Impactos frutos ING 0145																										

Continúa...

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	Cauca		Quindío		Risaralda		Tolima		Caldas		Antioquia		Santander		Cesar		Áreas Clave			
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	LIB Trinidad	LIB Unión	Naranjal	Romelia	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	Total	PAG	VECC	CCE	SOA	COE	DIT	SPC		
Cosecha café cereza asistida uso AM&DE ING 0151			1								1					1				
Evaluación tecnoeconómica cosecha manual ING 0154			1								1					1				
Evaluación vibradores portátiles VPT ING 0158			1								1					1				
Eval. técnica metodología recolección ING 0164			1								1					1				
Diseño herramienta cosecha semi-mecaniza ING 0165			1								1					1				
Equipo portátil STIHL SP-81 cosecha café ING 0168			1								1					1				
<b>SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ</b>																				
Respuesta a la fertilización bajo diferentes intensidades de sombra																				
Evaluación <i>Eucaliptus</i> , <i>Pinus</i> e <i>Inga</i> como sombríos para café	1																			
Comparación de diferentes densidades de siembra de la variedad Tabi bajo sombra	1																			
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>																				
Costos de producción de café en tres arreglos espaciales																				
Análisis económico tres métodos de control de arvenses y su efecto en producción café.																				
Análisis económico tres sistemas renovación																				

Continúa...

T A N

U T A

Continuación...

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	Cauca		Quindío	Risaralda	Tolima		Caldas		Antioquia	Santander	Cesar	Áreas Clave							
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	LIB Trinidad	LIB Unión	Naranjal	Romelia	El Rosario	Santander	Santander	Pueblo Bello	Total	PAG	VEC	CCE	SOA	COE	DIT	SPC
<b>SISTEMAS AGROFORESTALES</b>																			
Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial para la reforestación industrial					1							1							1
Procedencias y progenies <i>Tabebuia rosea</i> y <i>Cordia alliodora</i>					1			1		1		5							5
Desarrollo de modelos sostenibles manejo silvicultural								1				1							1
<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN</b>																			
Desarrollo sistema integrado de gestión de la calidad								1				1							1
Desarrollo sistema integrado de gestión Ambiental								1				1							1
Desarrollo sistema integrado de gestión de Responsabilidad social								1				1							1
<b>INVESTIGACIONES EN MAÍZ</b>																			
Evaluación híbridos experimentales de maíz para la zona cafetera colombiana - CIMMYT			1									1							1
Evaluación de Híbridos de Maíz en zona cafetera - FENALCE			1									1							1
Evaluación de cultivares maíces CIMMYT			1									1							1
Evaluación de líneas maíces CIMMYT			1									1							1
Adaptación de cruza simples subtropicales por tropicales de maíces blancos y amarillos												11							11
Conversión de líneas de maíz blancas a amarillas			1									1							1
Formación de híbridos sencillos, para producción semicomercial de híbridos triples experimentales			1									1							1



■ **Tabla 17.** Número de investigaciones por Áreas Clave, Subestaciones Experimentales - Octubre 2006-Septiembre 2007

SUBESTACIÓN	AREAS CLAVE (N° Investigaciones)							
	Productividad Agronómica	Viabilidad Económica	Calidad Especiales	Cafés Especiales	Sostenibilidad Ambiental	Conocimiento Estratégico	Divulgación y Transferencia	Sistemas de Producción Complementarios
El Tambo	10	0	1	1	2	2	1	0
Paraguacito	18	1	2	2	6	6	1	10
La Catalina	10	8	0	1	1	1	1	2
Libano Trinidad	6	0	0	2	2	3	1	11
Libano Unión	5	0	0	1	1	1	1	0
Naranjal	55	6	2	2	2	23	1	1
El Rosario	13	0	0	1	1	2	1	2
Santander	14	0	2	2	2	2	1	2
Pueblo Bello	6	0	1	2	2	2	1	0
TOTAL	137	15	8	14	14	42	9	28

■ **Tabla 18.** Actividad de investigación en las Subestaciones Experimentales de Cenicafe, Octubre 2006-Septiembre 2007

SUBESTACIÓN	NÚMERO DE EXPERIMENTOS EN CAFE			NÚMERO DE EXPERIMENTOS EN ASPECTOS COMPLEMENTARIOS						TOTAL Exptos	
	Vigentes Terminados	Vigentes Continúan	Vigentes nuevos	Suspendidos	Plátano	Maíz	Macadamia	Forestales	Ganadería		Otros
El Tambo	2	6	4	0	0	0	0	1	0	0	13
Paraguacito	6	10	6	1	13	0	0	1	0	2	39
La Catalina	10	5	6	0	0	2	0	0	0	0	23
Libano Trinidad	1	6	2	0	0	11	0	3	0	0	23
Libano Unión	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	5
Naranjal	8	60	8					3		4	83
El Rosario		9	3					1			13
Santander	2	10	4	0	0	1	0	1	1	0	19
Pueblo Bello	1	4	1					1			7
TOTAL	30	111	38	1	0	27	0	11	1	6	225

Tabla 19. Número experimentos en las Subestaciones Experimentales por Programas y Disciplinas. Octubre 2006-Septiembre 2007

LOCALIDAD	Agronomía			Biología			Postcosecha		ETIA		Apoyos Básicos			Convenios	TOTAL SUB	Fincas				TOTAL EXPTOS	
	FIT	SUE	ENT	FIS	MEG	PAT	ING	ETI	ACL	BIO	ECO	SUE	FIT			FIS	ETI	OTRO			
																			SUE		FIT
El Tambo	6	2	0	0	3	0	0	0	1	1	0	0	0	0	13	1	1	0	0	0	15
Paraguacito		7	5	1	6	2	1	2	2	2			13	39							39
La Catalina	1	3	6		1	1	8			1			2	23					1		24
Libano Trinidad	2	0	0	0	4	1	0	3	1	1	0	0	11	23	0	0	0	3	0	0	26
Libano Unión	1	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	7
Naranjal	6	8	3	1	48	3	3	7	1	1	3			83							83
El Rosario	2	2	1	1	4	1		1	1					13							13
Santander	3	2	0	0	9	1	0	1	1	0	0	2	2	19	0	2	0	0	0	0	21
Pueblo Bello	2	1			2			1	1					7					1		8
Subtotal	23	27	15	3	78	9	12	16	10	1	3	28	28	225	3	3	0	4	1	1	236
TOTAL	50				105		12	16	16		14	28	28					11			

Productividad  
 Agronomía

■ **Tabla 20.** Tópicos de investigación que se desarrollan en fincas particulares. Octubre de 2006-Septiembre 2007

TEMAS DE INVESTIGACION REGIONALES	Cauca	Quindío	Risaralda	Tolima	Caldas	Antioquia	Santander	Cesar	TOTAL
	El Tambo Paraguaicito	La Catalina	Lib Trinidad	Lib Unión	Naranjal	Romelia	El Rosario	Santander Bello	
<b>SUELOS</b>									
Disponibilidad del azufre en algunos suelos y su relación con la fertilización		1							1
Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo				1					1
Efecto de la fertilización de cafetales con zinc en zocas de café	1								1
<b>NUTRICIÓN DEL CAFETO</b>									
Fertilización foliar en el cultivo del café en la etapa de producción				1					1
Efecto de la fertilización del café al sol con lombricomposteo							1		1
<b>MANEJO DE LA BROCA</b>									
Evaluación de nuevas moléculas de insecticidas para la broca del café		1							1
<b>SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ</b>									
Evaluación <i>Eucalyptus</i> , <i>Pinus</i> e <i>Inga</i> como sombríos para café	1								1
Tres densidades de siembra de café y guamo							1		1
Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial									0
<b>SISTEMAS AGROFORESTALES</b>									
Silvicultura de especies forestales de valor comercial			1						1
Conservación recursos genéticos			1						1
Procedencias y progenies <i>Tabebuia rosea</i> y <i>Cordia alliodora</i>			1						1
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>11</b>

## 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®, las Variedades Castillo® Regionales con mejor adaptación a regiones particulares, las semillas de las variedades convencionales y semillas de diferentes variedades obtenidas bajo sistemas de producción orgánicos certificados. Durante 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® Naranjal, Caturra, San Bernardo, Maragogipe, Típica, Borbón y Tabi.

**Parque productivo actual.** En la Tabla 21 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 y la finca Maracay). Incluyendo la finca Maracay, se tiene un parque productivo de 469.858 plantas, de las cuales 282.088 (60,0%) se encuentran en fase productiva. De este total, 288.434 (61,4%) corresponden a la Variedad Castillo®, 121.504 (25,9%) a las Variedades Castillo® Regional; 43.650 (9,3%) a semilla orgánica certificada y 16.270 (3,5%) a la variedad Tabi. Cerca del 25% del parque de Variedad Castillo® también podría ser utilizado para la obtención de semilla regional.

En la Estación Central Naranjal se tienen 119.300 tallos de Variedad Castillo® (41,4%), y en las Subestaciones Líbano 73.633 (25,5%), Santander 19.350 (6,7%) y en El Rosario 15.391 (5,3%). En la finca Maracay se tienen 60.700 tallos (21,1%).

**Producción de semilla Variedad Castillo® y variedades Castillo® Regionales.** En la Tabla 22 se puede observar la producción de semilla Variedad Castillo® y Variedades Castillo® Regionales en las Subestaciones de Cenicafé. En total se produjeron durante el período 35.540,5kg de Variedad Castillo® y 4.334kg de las Variedades Castillo® Regionales. Esta semilla se entregó en su totalidad a los caficultores.

**Producción de semilla de la variedad Tabi.** Durante el período se produjeron 1.750kg de semilla de la variedad Tabi.

**Producción de semilla certificada.** En la Estación Central Naranjal y la Subestación Santander (Floridablanca) se inició un 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, y 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.

**Estimativos de producción de semilla para el año 2008.** En la Tabla 23 se tiene una estimación de la cantidad de semilla convencional y regional que se podría producir para el año 2008, la cual se calcula en aproximadamente 67.700kg de Variedad Castillo® convencional y 8.300kg de Variedad Castillo® Regional. En el caso de la variedad Tabi se estima una producción de 6.140kg. De semilla certificada se estima una producción de 3.450kg (Tabla 24).

**Distribución de semilla.** En las Tablas 25, 26, 27 y 28 se discrimina por Comités de Cafeteros, la entrega de semilla en el lapso octubre de 2006 a septiembre de 2007. En total se distribuyeron 41.625,5kg. Se entregaron 35.540kg de la Variedad Castillo®, 4.334,5kg de las Variedades Castillo® Regionales y 1.750kg de la variedad Tabi.

JL Hervera - M/T-G

■ **Tabla 21.** Resumen del parque producción de semilla. Septiembre 2007.

Subestación	Variedad	Área	Total tallos 2007	Tallos Productivos 2007	Porcentaje Total tallos
Libano	Castillo	8,50	73.633	51.706	25,5
Maracay	Castillo	6,05	60.760	49.031	21,1
El Rosario	Castillo	1,67	15.391	13.491	5,3
Santander	Castillo	2,52	19.350	10.550	6,7
Naranjal	Castillo	16,52	119.300	96.300	41,4
<b>Total</b>	<b>Castillo</b>	<b>35,26</b>	<b>288.434</b>	<b>221.078</b>	<b>100,0</b>
Naranjal	Castillo El Tambo	1,91	8.400	4.400	6,9
Naranjal	Castillo Paraguaicito	4,28	6.600	3.400	5,4
Naranjal	Castillo Naranjal	4,21	18.700	9.700	15,4
Naranjal y Libano	Castillo La Trinidad	3,14	18.500	9.500	15,2
Naranjal y El Rosario	Castillo El Rosario	5,74	34.924	9.200	28,7
Naranjal y Libano	Castillo Santa Bárbara	3,79	19.800	4.900	16,3
Naranjal y Pueblo Bello	Castillo Pueblo Bello	2,22	14.580	3.400	12,0
<b>Total</b>	<b>Castillo Regional</b>	<b>25,29</b>	<b>121.504</b>	<b>44.500</b>	<b>100,0</b>
Libano	Tabi	0,20	1.020	1.020	6,3
Santander	Tabi	1,10	2.650	600	16,3
Naranjal	Tabi	4,03	10.600	10.600	65,2
Pueblo Bello	Tabi	0,75	2.000	0	12,3
<b>Total</b>	<b>Tabi</b>	<b>6,08</b>	<b>16.270</b>	<b>12.220</b>	<b>100,0</b>
Naranjal	S. Bernardo Orgánico Certificada	0,69	3.360	0	7,7
Naranjal y Santander	Castillo Orgánico Certificada	1,46	9.650	2.650	22,1
Naranjal y Santander	Caturra Orgánico Certificada	1,23	6.190	590	14,2
Naranjal	Maragogipe Orgánico Certificada	1,31	6.150	0	14,1
Naranjal y Santander	Borbón Orgánico Certificada	1,23	5.750	0	13,2
Naranjal y Santander	Tipica Orgánico Certificada	1,25	5.750	150	13,2
Naranjal y Santander	Tabi Orgánica Certificada	1,73	6.800	900	15,6
<b>Total</b>	<b>Orgánico Certificada</b>	<b>8,90</b>	<b>43.650</b>	<b>4.290</b>	<b>100,0</b>
<b>Total</b>	<b>Castillo</b>	<b>35,26</b>	<b>288.434</b>	<b>221.078</b>	<b>61,4</b>
<b>Total</b>	<b>Regionales</b>	<b>25,29</b>	<b>121.504</b>	<b>44.500</b>	<b>25,9</b>
<b>Total</b>	<b>TABI</b>	<b>6,08</b>	<b>16.270</b>	<b>12.220</b>	<b>3,5</b>
<b>Total</b>	<b>Orgánico Certificada</b>	<b>8,90</b>	<b>43.650</b>	<b>4.290</b>	<b>9,3</b>
<b>Gran total</b>	<b>Todas las semillas</b>	<b>75,53</b>	<b>469.858</b>	<b>282.088</b>	<b>100,0</b>
Naranjal, Libano, Rosario, Santander y Granja Maracay	Castillo	35,26	288.434	221.078	61,4
Naranjal, Libano y Rosario	Castillo Regional (Naranjal, Paraguaicito, El Rosario; La Trinidad, Santa Bárbara, Pueblo Bello y El Tambo)	25,29	121.504	44.500	25,9
Naranjal y Santander	TABI	6,08	16.270	12.220	3,5
Naranjal y Santander	Orgánico Certificada	8,90	43.650	4.290	9,3
<b>Gran total</b>	<b>Todas las semillas</b>	<b>75,53</b>	<b>469.858</b>	<b>282.088</b>	<b>100,0</b>

■ **Tabla 22.** Producción de semilla (kg de c.p.s.) convencional durante el período Octubre 2006- Septiembre 2007.

Subestación	Variedad Castillo kg	Variedades Castillo Regional							Variedad Tabi kg
		Naranjal	El Rosario	La Trinidad	Paraguaicito	Santa Bárbara	Pueblo Bello	El Tambo	
El Rosario	6.935,0								
Libano Trinidad	3.006,0								
Santander	1.708,5								572,0
Maracay	11.027,5								
Naranjal	12.863,5	765,0	910,5	300,0	1.119,0	559,5	198,0	234,0	578,0
Pueblo Bello							248,0		600,0
TOTAL	35.540,5	765,0	910,5	300,0	1.119,0	559,5	446,0	234,0	1.750,0

■ **Tabla 23.** Producción estimada de semilla convencional (kg de c.p.s.) para el año 2008.

Subestación	Variedad Castillo kg	Variedades castillo regional							Variedad Tabi kg
		Naranjal	El Rosario	La Trinidad	Paraguaicito	Santa Bárbara	Pueblo Bello	El Tambo	
El Rosario	4.200,0		1800,0						
Libano Trinidad	21.000,0								140,0
Santander	2.500,0								1.000,0
Maracay	15.000,0								
Naranjal	25.000,0	1.500,0	1.500,0	500	1.500,0	500,0	500,0	500	4500
Pueblo Bello									500,0
TOTAL	67.700,0	1.500,0	3.300,0	500,0	1.500,0	500,0	500,0	500,0	6.140,0

■ **Tabla 24.** Producción estimada de semilla orgánica (kg de c.p.s.) para el año 2008.

Subestación	Semilla orgánica certificada						Total
	Castillo	Típica	Borbón	Maragogipe	Caturra	San Bernardo	
Santander	500	75,0	75	0	100	0	750
Naranjal	500	500,0	980	0	490	230	2700
TOTAL	1.000	575	1.055	0	590	230	3450



■ **Tabla 26.** Distribución de semilla de variedades Castillo a los Comités de Cafeteros. Octubre 2006 - Septiembre 2007.

COMITÉ - OTROS	Castillo Oct -Dic 2006	Castillo 2007	Castillo Regional Oct -Dic 2006	Castillo Regional 2007	Total Semilla Castillos Oct 06-Sep 07	% Participación
Antioquia	4.426,0	2.509,0	736,5		7.671,5	19,2
Boyacá		235,5		6,0	241,5	0,6
Caldas	763,5	3408	331,5	105,0	4.608,0	11,6
Cauca	300,0	1.636,5	106,5	18,0	2.061,0	5,2
Cesar-Guajira	921,0		27,0	287,0	1.235,0	3,1
Cundinamarca	1.266,0	775,5	553,5		2.595,0	6,5
Huila	1.093,5	1.894,5			2.988,0	7,5
Magdalena	298,5	73,5	31,5	39,0	442,5	1,1
Nariño	492,0	1.062,0	102,0		1.656,0	4,2
Norte Santander	334,5	399	22,5	39,0	795,0	2,0
Quindío	60,0	1.966,5	573,0	39,0	2.638,5	6,6
Risaralda	652,5	2.352	252,0	34,5	3.291,0	8,3
Santander	1.434,0	772,5			2.206,5	5,5
Tolima	1.062,0	2.218,5	286,5	13,5	3.580,5	9,0
Valle	575,5	1.788	655,5	54,0	3.073,0	7,7
Oficina Enlace (Caq, Cas, Meta)	649,5	60,0			709,5	1,8
Otros	3,0	58,0	4,5	16,5	82,0	0,2
<b>TOTAL</b>	<b>14.331,5</b>	<b>21.209,0</b>	<b>3.682,5</b>	<b>651,5</b>	<b>39.874,5</b>	<b>100,0</b>
	<b>35.540,5</b>		<b>4.334</b>			

Los departamentos de Antioquia, Caldas, Tolima, Risaralda, Valle del Cauca y Huila fueron los mayores consumidores de la semilla de la Variedad Castillo®, mientras que Cesar-Guajira, Magdalena y Tolima lo fueron para la variedad Tabi.

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

Variedad Castillo® Naranjal: 765kg (Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca)

Variedad Castillo® El Rosario: 910,5kg (Antioquia, Caldas y Risaralda)

Variedad Castillo® Paraguaicito: 1.119,0kg (Quindío y Valle)

Variedad Castillo® La Trinidad: 300,0kg (Tolima)

Variedad Castillo® Santa Bárbara: 559,5kg (Cundinamarca y Boyacá)

Variedad Castillo® Pueblo Bello: 198,0kg (Magdalena, Cesar- Guajira, Norte de Santander)

Variedad Castillo® El Tambo: 234,0kg (Cauca y Nariño)

En la Tabla 29 se hace un comparativo de la distribución de semilla de la Variedad Castillo® y la variedad Tabi para los años cafeteros del 2001 al 2006 y lo corrido de 2007. Se observa con relación al año anterior, una disminución de la oferta de 15.293kg (26,9%). Ésta se explica por renovación del parque y baja producción en la cosecha de mitaca.

■ **Tabla 27.** Distribución de semilla de variedades Castillo Regional a los Comités de Cafeteros. Octubre 2006 - Septiembre 2007.

COMITÉ - OTROS	Castillo Naranjal	Castillo El Rosario	Castillo Paraguaicito	Castillo La Trinidad	Castillo Sta Bárbara	Castillo Pueblo Bello	Castillo El Tambo	Total Castillo Regional	% Participación
Antioquia		736,5						736,5	17,0
Boyacá			6,0					6,0	0,1
Caldas	292,5	133,5	10,5					436,5	10,1
Cauca							124,5	124,5	2,9
Cesar-Guajira						314,0		314,0	7,2
Cundinamarca					553,5			553,5	12,8
Huila									0,0
Magdalena						70,5		70,5	1,6
Nariño							102,0	102,0	2,4
Norte Santander						61,5		61,5	1,4
Quindío	132,0		480,0					612,0	14,1
Risaralda	246,0	40,5						286,5	6,6
Santander									0,0
Tolima				300,0				300,0	6,9
Valle	85,5		616,5					709,5	16,4
Oficina Enlace (Caq, Cas, Meta)							7,5	21,0	0,0
Otros	9,0		12,0						0,5
<b>TOTAL</b>	<b>765</b>	<b>910,5</b>	<b>1.119,0</b>	<b>300,0</b>	<b>559,5</b>	<b>446,0</b>	<b>234,0</b>	<b>4.334,0</b>	<b>100,0</b>

■ **Tabla 28.** Distribución de semilla de variedad Tabi a los Comités de Cafeteros. Octubre 2006 - Septiembre 2007.

COMITÉ - OTROS	2006			2007									TOTAL	% Participación	
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP			
Antioquia															0,0
Boyacá				30,0										30,0	1,7
Caldas															0,0
Cauca	23,0													23,0	1,3
Cesar-Guajira				300,0										300,0	17,1
Cundinamarca			162,0											162,0	9,3
Huila								4,0						4,0	0,2
Magdalena			300,0											300,0	17,1
Nariño												85,0	85,0	85,0	4,9
Norte Santander															0,0
Quindío								3,0			1,0			4,0	0,2
Risaralda															0,0
Santander	78,0	54,0		8,0										140,0	8,0
Tolima		102,0			455,0									557,0	31,8
Valle			10,0					60,0						70,0	4,0
Oficina Enlace (Caq, Cas, Meta)															0,0
Otros	35,0	1,0	10,0		1,0	3,0	20,0	2,0		3,0		1,0	76,0	76,0	4,3
TOTAL	136,0	157,0	482,0	338,0	456,0	3,0	20,0	69,0	0,0	3,0	1,0	86,0	1.751,0	1.751,0	100,0

■ **Tabla 29.** Comparativo de distribución de semilla Octubre 2006 – Septiembre 2007.

TIPO DE SEMILLA	OCT 2000 - SEP 2001	OCT 2001 - SEP 2002	OCT 2002 - SEP 2003	OCT 2003 - SEP 2004	OCT 2004 - SEP 2005	OCT 2005 - SEP 2006	OCT 2006 - SEP 2007
Variedades Castillo	37.693,5	27.828,0	33.783,0	40.467,0	34.517,0	55.990,5	39.874,5
TABI	1.588,5	990,5	1.642,0	1.896,0	913,0	928,0	1.751,0
TOTAL	39.282,0	28.818,5	35.425,0	42.363,0	35.430,0	56.918,5	41.625,5

## 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.** Se evaluaron 1.656 nuevos cultivares mejorados (líneas e híbridos) de maíces amarillo y blanco. Del total de materiales, 592 (574 amarillos y 18 blancas) fueron líneas y 1.064 (810 amarillos y 264 blancos)

híbridos. Hubo un predominio de maíces amarillos, debido a que el objetivo es identificar híbridos amarillos para ponerlos a disposición de los productores. La evaluación de estos materiales se hizo en las Estaciones Experimentales de La Catalina (Risaralda), Líbano (Tolima) y Paraguaicito (Quindío).

La evaluación de líneas tiene como finalidad identificar genotipos de buen comportamiento para ser incluidos como

progenitores de futuros híbridos, mientras que la evaluación de híbridos tiene como objetivo probar nuevos híbridos experimentales de buen comportamiento en el área de estudio. Dentro de la evaluación de híbridos se incluyen las pruebas de eficiencia agronómica (PEA) donde se evalúan los híbridos próximos a ser liberados comercialmente. Los resultados obtenidos en la evaluación de híbridos se presentan a continuación.

**En Líbano (LB07A)** se han evaluado 287 híbridos con un rendimiento promedio de  $7,77\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . El grupo de híbridos con más alto promedio correspondió a las líneas seleccionadas por su adaptación a las condiciones de la zona cafetera en cruzamiento con una línea tolerante a sequía. El promedio del rendimiento de este ensayo fue de  $9,72\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  y el rendimiento del mejor híbrido experimental fue de  $11,26\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Este resultado ayudará en la búsqueda de germoplasma superior para la formación de híbridos amarillos de buen comportamiento para la zona cafetera.

**En La Catalina (LC06B)** se han evaluado 220 híbridos con un promedio del rendimiento de  $4,1\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . El grupo de híbridos con más alto rendimiento correspondió a las líneas amarillas seleccionadas por su alta calidad de proteína (ACP) en cruzamiento con líneas progenitoras de híbridos adaptados a la zona cafetera. El promedio del rendimiento de este ensayo fue de  $4,5\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  y el rendimiento del mejor híbrido experimental fue de  $7,96\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Resultados de las PEA muestran que los seis híbridos experimentales tuvieron un rendimiento de grano superior al rendimiento del testigo ( $C4004 = 7,58\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). El rendimiento del mejor híbrido (HEZC318) fue de  $9,01\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , es decir, 18% más de rendimiento que el del testigo. Otra diferencia importante es el menor número de plantas caídas ("acamadas") en este híbrido (menor al 1%) comparado con el testigo (15%).

**En Paraguacito (PT06B)** se han evaluado 459 híbridos con un promedio de rendimiento de  $3,9\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . El grupo de híbridos con más alto rendimiento correspondió a las líneas amarillas seleccionadas por su adaptación a las condiciones tropicales de Colombia. El promedio del rendimiento de este ensayo fue de  $5,26\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  y el rendimiento del mejor híbrido experimental fue de  $7,5\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Los resultados de las PEA muestran que el rendimiento de grano del mejor híbrido experimental (HEZC318 =  $5,92\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) fue ligeramente superior al del testigo ( $C4004 = 5,79\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

El hecho de que en cada una de las localidades donde se evaluaron los híbridos de maíz se haya detectado germoplasma superior de diferente base genética (tolerante a sequía, ACP y tropical) incrementa las posibilidades de obtener híbridos superiores para la zona cafetera, al explotar esta variabilidad genética disponible.

En la Tabla 30 se presenta un resumen de las actividades en maíz desarrolladas en las Subestaciones Experimentales.

## 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 de un numeroso grupo de visitantes vinculados con la caficultura o el sector agrícola en general.

Se atendieron un total de 10.419 visitantes, de los cuales el mayor número se atendió en la Subestación Líbano (3.951), seguido por La Estación Central Naranjal (1.347) y la Subestación El Rosario (1.119) (Tablas 31 y 32).

Otra actividad de transferencia importante fue la colaboración en 23 días de campo, con una participación de 2.733 personas (Tabla 33).

**Tabla 30.** Investigaciones en Maíz en las Subestaciones. Octubre 2006-Septiembre 2007

Subestación	Título Investigación	Descripción Investigación	Nº Ensayos	Patrocinador
Paraguaicito	Investigación de maíces zona cafetera Colombiana	Evaluación de cultivares maíces CIMMYT	12	FENALCE-CIMMYT
La Catalina	Evaluación de híbridos experimentales de maíz para la zona cafetera colombiana - CIMMYT	Dentro de proyecto entre Federecafé, Fenalce y CIMMYT, se están generado y evaluando nuevos germoplasmas de maíz con endospermo de color blanco y amarillo, tanto maíces normales como de alta calidad de proteína (QPM), con el objeto de identificar genotipo	1	CIMMYT
	Evaluación de híbridos de maíz en zona cafetera - FENALCE	Obtener el Registro ante el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, de nuevos híbridos de maíz de grano amarillo y blanco para la Zona Cafetera de Colombia. Evaluar el comportamiento agronómico de 5 híbridos de maíz de grano amarillo y 5 híbridos de grano	1	FENALCE
Líbano	Evaluación de híbridos y variedades experimentales del CIMMYT para la Zona Cafetera	Evaluación de híbridos y variedades de maíz amarillo y blanco para la zona cafetera colombiana	11	CIMMYT-FENALCE-FEDERACAFÉ

## Implementación de las buenas prácticas agrícolas

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 inició en la Estación Central Naranjal un proyecto piloto de Implementación del Sistema Integrado de Gestión (SIG) en los componentes de calidad, ambiental y social, el cual permitirá obtener conocimientos para que las fincas puedan 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 en el mercado. 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.

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 la aplicación de la BPA como parte activa en sus actividades de transferencia. Para tal efecto, se decidió iniciar el proceso de adopción de esta metodología mediante un proyecto piloto en la Estación Central Naranjal, el cual se hará extensivo a corto plazo a todas las Subestaciones Experimentales.

A continuación se presentan los principales avances en el Proyecto Piloto de Gestión de la Calidad en la Estación Central Naranjal:

**Tabla 31.** Participantes en las actividades de difusión de los resultados de las investigaciones a nivel regional. Octubre 2006-Septiembre 2007.

Subestación	N° Estudiantes	N° Docentes	N° Caficultores	N° Técnicos	N° Extensionistas	Otros	Total	N° Giras	N° Técnicos Cenicafe	N° Auxil Cenicafe	N° Dias campo	Ferías
El Tambo	70	10	326	13	69	50	538	14	19	4	3	0
Paraguaicito	112	12	637	88	89	35	973	11	172	50	4	0
La Catalina	106	7	500	19	79	176	887	29	283	33	3	0
Libano	213	11	3.215	164	348	0	3.951	25	39	42	1	3
Naranjal	258	88	520		315	166	1.347	28	647		4	
El Rosario	355	339	228	12	61	124	1.119	49	42	28	5	0
Santander	418	101	366	24	83	44	1.036	48	16	1	1	
Pueblo Bello	214	24	229	21	57	23	568	11	12		3	
<b>TOTAL</b>	<b>1.746</b>	<b>592</b>	<b>6.021</b>	<b>341</b>	<b>1.101</b>	<b>618</b>	<b>10.419</b>	<b>215</b>	<b>1.230</b>	<b>158</b>	<b>24</b>	<b>3</b>

■ **Tabla 32.** Temas tratados en las actividades de difusión de los resultados de las investigaciones a nivel Regional. Octubre 2006 - Septiembre 2007.

Temas	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	Líbano	Naranjal	El Rosario	Santander	Pueblo Bello
Beauveria	x	x	x		x	x	x	x
Beneficio Tradicional	x	x				x	x	x
Becolsub		x		x		x	x	x
Métodos Recolección	x	x	x	x	x	x	x	x
Lombricultivo	x	x	x					x
Exptos Café	x	x	x	x	x	x	x	x
Broca	x	x	x	x	x	x	x	x
Administración	x	x			x	x	x	
Variedad Castillo	x	x	x	x	x	x	x	x
Manejo Cafetales	x	x		x	x	x	x	x
Recursos Naturales		x		x	x	x	x	x
Selector	x	x	x	x		x	x	x
Ganadería							x	x
Café orgánico	x				x		x	x
Maíz		x	x	x		x	x	x
BPA		x	x	x	x	x	x	

Se inició la implementación de un Sistema Integrado de Gestión (SIG) en los componentes de calidad, ambiental y social, liderado por el grupo de Normalización del Programa ETIA. Se conformó un grupo base con la participación de seis personas, el cual socializó el SIG con 90 asociados de Coopservín y 35 recolectores, en cinco sesiones con grupos de 20 a 30 personas.

Componente de calidad. En los meses de mayo y junio dos asociados de Coopservín asistieron al curso corto "Conozcamos la broca", coordinado por el Comité de Cafeteros de Chinchiná. En el mes de junio el Ing. Agrónomo Luis Fernando Salazar, de la Disciplina de Suelos, capacitó en el manejo integrado de arvenses a 18 asociados que se encargan de esta labor en la Estación Central Naranjal.

Entre el 31 de julio y el 14 de agosto, en convenio con el SENA, se realizó

la formación por competencias de 27 trabajadores de campo en el módulo "Obtención de colinos de café" de la titulación "Producción de café". En el mismo convenio, entre el 21 y el 27 de agosto, se realizó la capacitación a 35 recolectores en el módulo "Recolección de café".

Componente ambiental. Siguiendo la misma mecánica de la socialización del SIG, en convenio con la Empresa Metropolitana de Aseo (EMAS) se capacitaron 125 personas sobre el "Manejo adecuado de residuos". Además, se instalaron recipientes para basura en diferentes lotes, la cual es recogida semanalmente. En la búsqueda de un compromiso de la comunidad, se conformó un grupo de vigías para la gestión integral de residuos sólidos (VIGIRS) con personas de las veredas circundantes asociados de Coopservín y con estudiantes de Politécnico Naranjal, para fundamentar el trabajo social.

■ **Tabla 33.** Días de campo en la Estación Central Naranjal y Subestaciones. Octubre 2006-Septiembre 2007

Subestación	Actividad	No. de Participantes	Patrocinadores
El Tambo	Cultivo del maíz en zona cafetera	134	Comité de Cafeteros del Cauca, FENALCE
	Variedad Castillo y variedades regionales	48	Comité de Cafeteros del Valle, Nariño, Huila, Tolima y Cauca
	Manejo integrado de la broca	45	Comité de Cafeteros del Cauca
Paraguaicito	Maíz para la zona cafetera	161	Cimmyt - Fenalce - Federacafe.
	Jóvenes adolescentes	155	Comité de Cafeteros
	Quindío Competitivo Jovenes adultos	159	Comité de Cafeteros
	Jóvenes con futuro cafetero	60	Comité de Cafeteros
La Catalina	Demostración de Método en Construcción de Germinadores	40	Cooperativa de Caficultores de Risaralda - Programa FLO
	Café y Tecnología la fórmula del éxito	159	Comité de Cafeteros de Pereira - Risaralda
	Café y Tecnología la fórmula del éxito	176	Comité de Cafeteros de Pereira - Risaralda
Libano	Café y maíz	117	FENALCE - FEDERACAFÉ
Naranjal	Seguridad Alimentaria	98	Comitecafé Caldas
	Manejo Integrado de Broca (2 )	419	Comitecafé Caldas - Cenicafe
	Sistemas de Producción de Café	47	Cenicafe
El Rosario	El cultivo del café - Programa escuela y café	70	FUNDECAFÉ
	El cultivo del café - Programa escuela y café	90	FUNDECAFÉ
	El cultivo del café - Programa escuela y café	89	FUNDECAFÉ
	El cultivo del café - Programa escuela y café	72	FUNDECAFÉ
	El cultivo del café - Programa de inducción al Servicio de Extensión	25	Comité de Cafeteros de Antioquia
Santander	Conformación de estaciones temáticas (café, maíz, abonos, créditos, beneficio) para agricultores Seccional Rionegro	172	Comitecafé Santander, Fenalce, Cenicafe
Pueblo Bello	Presentación híbrido FNC 3056	52	Fenalce
	Día de campo MIB	180	Comité de Cafeteros Cesar-Guajira
	Día de campo Café -Maíz	165	Fenalce - Comité de Cafeteros-Cesar Guajira
<b>TOTAL</b>		<b>2733</b>	

En noviembre de 2006 entregaron los residuos peligrosos a la empresa ACEVICAL, y después se adecuó una bodega para el acopio de éstos. En el mes de julio, nuevamente se entregaron 237,5kg de estos residuos. En la bodega de residuos peligrosos se recogen las aguas del triple lavado de los empaques y luego se

utilizan en la mezcla con productos del mismo tipo. Igualmente, se almacenan los sobrantes de las mezclas.

Entre junio y julio se instaló y acondicionó el sistema modular para el tratamiento de aguas residuales del beneficio de café.

Componente social. La dotación con los equipos de protección necesarios a las personas que realizan actividades agrícolas fue la prioridad; se adecuó un área de vestidores con casilleros, para que el personal que realiza la aspersión de agroquímicos guarde su ropa limpia y se duche con agua caliente después de terminar las labores. Se construyeron y acondicionaron casetas en el campo dotadas de sillas y un mesón para que el personal de campo pueda utilizarlas en los horarios de alimentación, y en las áreas de oficinas se adecuó el casino con comedores, sillas, horno microondas y nevera. Se adecuó el área para el servicio médico y se han realizado dos jornadas de salud, medicina general y agudeza visual, a todo el personal que labora en Naranjal.

El 4 de agosto se realizó la brigada de "Salud, medio ambiente y recreación" en la que participaron los asociados de Coopservín y sus familias, aproximadamente 300 personas".

En la Tabla 34 se hace un resumen de los avances logrados en la Estación Central Naranjal y en las Subestaciones en la implementación del modelo de Gestión Integral de la Calidad.

## V. CONTROLADORES BIOLÓGICOS Y BIODIVERSIDAD

**Evaluación de inóculos comerciales de micorrizas arbusculares.** Como referencia para los caficultores, se tiene la información que genere Cenicafe sobre la calidad y cumplimiento de normas en la producción de algunos insumos agrícolas. En este sentido, cuatro inóculos comerciales de Micorrizas Arbusculares "Abonamos", "Glomales de Antioquia", "Micorrhiza Plant-Bio" y "Micorriza" se encuentran en proceso de evaluación, con el fin de permitir que los caficultores puedan tomar decisiones con fundamento científico

al momento de utilizar un insumo en las diferentes etapas de producción del cultivo.

## VI. MEJORAMIENTO GENÉTICO

**Mejoramiento por hibridación interespecífica.** Este proyecto tiene por objetivo desarrollar poblaciones tetraploides fértiles con caracteres deseables, principalmente de resistencia de las especies diploides. En este período se finalizaron los experimentos MEG0656 y MEG0657, en el primero se evaluaron 27 progenies  $F_1RC_1$  provenientes de selecciones hechas en los experimentos MEG0611 y MEG0635 y en el segundo, 16 progenies  $F_1RC_2$  y 10  $F_2RC_1$ , de diferentes experimentos. La mayoría de las progenies provienen de cruzamientos con introducciones de *C. canephora*, y tres son de cruzamiento a *C. liberica* (excelsa o abecoutae) especies que aportan la resistencia a la roya y eventualmente, a la enfermedad de los frutos del café (CBD), y genes de productividad. Ambos experimentos se iniciaron en febrero de 1999, y finalizarán en enero de 2008. Las progenies se evaluaron en el almácigo, donde se hizo selección entre plantas dentro de progenies, pues en general las progenies mostraron buen comportamiento, con pocas plantas anormales o con mal desarrollo. En el campo se evaluaron caracteres morfológicos como la altura de la planta, y de sanidad como la resistencia principalmente a roya (11 lecturas), así como características de fruto y de grano, y producción. Como testigos se sembraron las variedades Colombia y Caturra, de esta última se tuvieron dos tratamientos, uno sin control de roya y otro con control permanente de esta enfermedad.

En el experimento MEG0656, el 80% de las plantas de todas las progenies perdieron la resistencia a la roya, y la mayoría de las progenies fue uniforme para las demás características en las que se comportaron como este progenitor, sin que los análisis

**Tabla 34.** Avances en la implantación del Modelo de Gestión de calidad en las subestaciones experimentales. Oct 06-Sep 07

Subestación	Componente calidad	Componente ambiental	Componente social
El Tambo	Pendiente inducción y diagnóstico del grupo ETIA	Pendiente inducción y diagnóstico del grupo ETIA	Pendiente inducción y diagnóstico del grupo ETIA
Paraguaiçito	<p>Se ha replanteado las horas de evaluación oportuna de calidad de recolección, para que los recolectores tengan tiempo de remediar una mala calidad de recolección.</p> <p>Lavado de estopas y cocos de recolección al finalizar la semana.</p> <p>Adecuación y revestimiento con cerámica de las paredes de los tanques de almacenamiento de café desulpado y lavado enmarcado dentro de las buenas prácticas de producción de café.</p>	<p>Implementación separación basuras, reciclaje, eliminación fosas para el depósito de basuras y su manejo se hará con la empresa Municipal. Instalación colectores de basura en puntos estratégicos. Triple lavado y perforación de los empaques plásticos de insumos agrícolas una vez terminados; adecuación bodega para almacenamiento y manejo seguro de plaguicidas; construcción colectores en arena para posibles derrames de productos químicos.</p> <p>Adecuación del beneficiadero cambiando de a.c.p.m. a combustión de cisco de café.</p>	<p>Se construyeron en guadua casetas con mesas y bancas en sitios estratégicos de los lotes con el fin de brindarles a los operarios de las labores agrícolas un mejor bienestar en los momentos de descanso y consumo de sus alimentos</p> <p>Se pretende ingresar a los trabajadores a una Cooperativa, con el fin de brindarles toda su seguridad social a ellos y a sus familias.</p>
La Catalina	<p>Se llevan a cabo evaluaciones a la calidad de la recolección cada que se pasa recolectando el café con el fin de tomar medidas correctivas sobre la ejecución de la labor. Se contrata la recolección con la condición de entregar el lote con menos de 5 frutos en promedio por árbol. Se utilizan los cocos y estopas para la recolección con buenas condiciones de higiene con el fin de evitar contaminación del café recolectado.</p> <p>Se llevan a cabo las fertilizaciones en el momento oportuno y con base en los análisis de suelos. Cierre de los costales en el lote con el fin de evitar el escape de broca. Se ejecutan las labores agronómicas al cultivo en momentos oportunos y en forma adecuada, utilizando los equipos de protección para la labor requerida.</p>	<p>Se inició el programa de manejo integrado de plagas y enfermedades con énfasis en productos biológicos.</p> <p>Adecuación bodegas para el almacenamiento de insumos químicos de forma independiente. Construcción colectores de madera y arena para evitar derrame de sustancias químicas y combustibles. Implantación medidas de seguridad para la aplicación de productos en los cultivos.</p> <p>Triple lavado y perforación de los empaques plásticos de agroinsumos. Envío a Cenicafé de los productos vencidos y envases de productos químicos, debidamente rotulados para su incineración. Capacitación en Manejo de Plaguicidas. Manejo de los lixiviados del beneficio del café, mediante la planta de tratamiento. Construcción pozo séptico para la vivienda de trabajadores. Construcción basureros en los lotes. Implantación separación de las basuras para entrega a la Empresa Transportadora de forma independiente.</p>	<p>Adecuación de los ranchos en los lotes para el bienestar al momento de descanso y consumo de alimentos. Se lleva a cabo una remuneración justa con el fin de mejorar la calidad de vida de los empleados. Se pretende ingresar a los trabajadores a la Cooperativa Asociativa de Empleados, con el fin de brindarles seguridad social para ellos y sus familias. Actividades deportivas con los recolectores y empleados en general. Entrega de dotaciones para las labores agrícolas, a través de los contratistas. Actividades de integración con todos los empleados.</p>

Subestación	Componente calidad	Componente ambiental	Componente social
Libano Trinidad	Implementación de prácticas en los cultivos de café experimental y comercial en sintonía con las recomendaciones generadas de la investigación de Cenicafé, para aseguramiento de la calidad del café producido.	Prácticas de cultivo limpias, como la fertilización racional (análisis de suelos), manejo de la broca sin la utilización de insecticidas en un tiempo de aproximadamente 9 años continuos, manejo de coberturas en las calles de cultivo (arvenses), disposición de los cultivos, protección de lotes de café renovados por zoqueo (mulch), labranza mínima para siembra de cultivos intercalados (maíz) con café, manejo de basuras, manejo de pulpa de café en fosas y lombricultura, disminución en la contaminación de aguas de beneficio por la utilización del sistema becolsub, mantenimiento de drenajes, mantenimiento de áreas de conservación, y protección de taludes.	La implementación de este componente es débil actualmente en La Subestación, ya que solo contempla algunas actividades y de manera parcial.  Se adelanta un programa de capacitación continuada dirigida hacia las personas que conforman la dirección administrativa y técnica y se está iniciando la capacitación a personas de apoyo como contratistas y subcontratistas en manejo de herramientas y equipos peligrosos, lo anterior se convierte en un desgaste técnico y administrativo por la inestabilidad de los subcontratistas.
Naranjal	El componente de calidad ha fundamentado su actividad en capacitaciones, en total han sido formados 72 personas en cuatro temas, con el acompañamiento del SENA, Comité de Cafeteros y Cenicafé.	En el componente ambiental se destacó el trabajo con EMAS en la gestión de residuos sólidos, programa que ha vinculado la comunidad y los estamentos educativos de la zona; 140 personas han participado en la socialización del proyecto y 15 personas entre comunidad y estudiantes, integran el grupo denominado vigías para la gestión integral de residuos sólidos (VIGIRS). Naranjal adoptó un plan de manejo mediante la instalación de basureros en todas las áreas, adicionalmente, se instaló y puso en funcionamiento un sistema modular de tratamientos de aguas residuales del beneficio.	El mayor esfuerzo se ha dedicado al componente social, en el marco del cual se dotaron de elementos de seguridad los operarios de alta vulnerabilidad, la planta física y las instalaciones en el campo se adecuaron para mejorar las condiciones de trabajo. Los beneficios a los trabajadores se proyectaron en dos jornadas de salud y una brigada de "salud, medio ambiente y recreación" en las cuales se atendieron más de 400 personas.
El Rosario	Falta inducción y diagnóstico del grupo ETIA	Reorganización de las bodegas de fertilizantes, plaguicidas y herramientas. Falta inducción y diagnóstico del grupo ETIA.	Contratación de 4 operarios para labores de campo con la cooperativa COOPERVIN y dos vigilantes con la cooperativa COONTRATAR. Falta inducción y diagnóstico del grupo ETIA.
Santander	Pendiente inducción y diagnóstico del grupo ETIA	Pendiente inducción y diagnóstico del grupo ETIA.	Pendiente inducción y diagnóstico del grupo ETIA.
Pueblo Bello	Se han identificado unos procesos, en los cuales hay unas entradas que generan finalmente un producto que debe obtenerse con la mayor calidad, garantizando la inocuidad de estos, así mismo implementando los registros necesarios para obtener la información de trazabilidad.	Se inició, un proceso de concientización sobre la protección de los recursos naturales, promoviendo el desarrollo de diversas prácticas como el manejo de las basuras, manejo racional y adecuado de agroinsumos y sus equipos de aplicación, y la promoción de todas las prácticas que conduzcan a la protección de la biodiversidad, la fertilidad de los suelos y la reducción de la contaminación en los espacios naturales, es pues un proceso que se está iniciando y que para el éxito de este requiere de la participación de todos los actores del proceso.	Se requiere del proceso de concientización y sensibilización de las personas involucradas, para que implementen todas las medidas de prevención necesarias para que puedan desempeñarse en condiciones de seguridad y bienestar. En la parte laboral se espera halla una regularización en la contratación para garantizar el logro de los objetivos.

de varianza resultaran significativos. Aunque aún no se ha realizado la selección en este experimento, por la susceptibilidad de la mayoría de las progenies es poco probable que se encuentre más del 5% de plantas promisorias.

Por el contrario, en el experimento MEG0657, la mayoría de las progenies conservó la resistencia a la roya, el 11% de las plantas estuvieron libres de la enfermedad y el 56% tuvieron calificaciones menores de tres (Tabla 35). No hubo diferencias significativas entre progenies en la altura de las plantas (Tabla 36), pero en las características de grano sí hubo diferencias, mientras las progenies  $F_1RC_2$ , en general se comportaron como la variedad Caturra, las progenies  $F_1RC_2$  mostraron mayor frecuencia de defectos de frutos vanos y granos caracol. En cuanto al tamaño, la mayoría de las progenies fueron de grano medio como Caturra, pero hubo dos  $F_2RC_1$  con menor tamaño de grano y dos  $F_1RC_2$  de mayor tamaño, además de la variedad Colombia. El promedio de la producción de las cinco cosechas fue mayor en las progenies  $F_1RC_2$  ( $4,0 \pm 1,4$ kg/planta/año de café cereza) que la de los testigos ( $3,8 \pm 1,1$ kg/planta/año de café cereza), mientras que la producción de las  $F_1RC_2$  fue la menor ( $3,1 \pm 1,4$ kg/planta/año de café cereza) (Tabla 37). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre progenies, por lo que éste será un criterio secundario para la selección.

En este experimento, especialmente en las plantas de la generación  $F_2RC_1$ , se tienen varias progenies altamente resistentes a la roya, de caracteres morfológicos similares a los de las variedades comerciales de buena productividad, con las cuales se puede seguir avanzando para mejorar por selección las características de grano, hasta obtener líneas mejoradas resistentes con frecuencia de defectos aceptados comercialmente y rendimientos iguales o superiores a las de las variedades comerciales.

### Selección por resistencia a la roya.

Concluyó un experimento de campo cuyo objetivo fue estudiar la herencia de la resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix*. Este experimento se sembró en diciembre del 2000 y finalizó en julio del 2007. Durante su vigencia se registró el progreso de la roya y la defoliación en cada una de las cuatro cosechas. Se estudiaron nueve generaciones previamente desarrolladas por cruzamiento entre la variedad Caturra padre susceptible (P1) y la progenie F4, denominada DI.200, derivada de (Caturra X Híbrido de Timor) de elevado nivel de resistencia incompleta a *H. vastatrix* e identificada como P2. Previo estudio de los datos asociados a cada cosecha, se seleccionaron las curvas de progreso de la defoliación e incidencia de roya del año 2003, en que ocurrieron los mayores niveles de la enfermedad. En la Figura 20, se presenta el progreso de la roya y la defoliación en dos sectores de las plantas. El primero asociado a la cosecha actual o de producción, y el segundo de diferenciación floral, relacionado al sector donde se formará la siguiente cosecha. Se presenta el registro realizado en el 2003.

A medida que avanzan en el tiempo las curvas estimadas para las diferentes generaciones en los dos sectores de la planta considerados, se van separando gradualmente entre los dos extremos representados por el progenitor resistente (P2) y el susceptible (P1). Este comportamiento fue observado y descrito por Alvarado y Castillo (1996), al evaluar el progreso de la roya y la defoliación sobre genotipos susceptibles y resistentes a *H. vastatrix* del mismo origen a los aquí estudiados. Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas al nivel de 5% de error para la variable incidencia de roya, medida en las dos zonas de la rama previamente demarcadas y para la defoliación en la zona de diferenciación floral. La comparación de medias mediante la prueba de Duncan (5%), se presenta en la Tabla 38. Se observa que los padres

■ **Tabla 35.** Distribución de la infección máxima por roya\*. Experimento Meg657.

Progenie	Número de plantas en cada grado de la Escala de Eskes y Braghini										Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cat x FL.250	5	6	4	2	3						20
Cat x Meg 06.38.08	8	9	2	1							20
Cat x Meg 06.38.165			1	4	4	3	1	4	2		19
Cat x Meg 06.38.243					1	4	3	5		2	15
Cat x Meg 06.38.31	4	3	2				2	1	1		13
Cat x Meg 06.38.311	8	11	1								20
Cat x Meg 06.38.313	4	11	2								17
Cat x Meg 06.38.322		5	3	2	3	3	3				19
Cat x Meg 06.38.33	4	14	1								19
Cat x Meg 06.39.477		3	4	3	3						13
Cat x Meg 06.39.812		7	2	1	3		2				15
Cat x Meg 06.39.818			4	4	2	1	2	1			14
Cat x Meg 06.39.836		2	13	3	1				1		20
Cat x Meg 06.39.837			3	1	4	6	2	1			17
Cat x Meg 06.39.842		9	2		1		2	2	4		20
Cat x Meg 06.39.847				4	6	5	4				19
Caturra CC			1		1	5	6	5	2		20
Caturra SC							1	10	8		19
EX.24	3	10	4	1		2					20
EX.26	3	7	7	2	1						20
EX.44	4	4	2	6	3	1					20
EX.48		1	5	6	1	3	2	1			19
FB.109						6	8	2	2		18
FB.1544	2	3	3	3	1	2		1			15
FG.150				2	3	7	2	2	1	2	19
FG.246		1	3	1	3	4	2	4			18
FG.265		1		1	5	3	5	2	2	1	20
Meg 06.31.67	13	2	1			2					18
Var. Colombia		3	7	13	6	6	4	1			40
Total	58	112	77	60	55	63	51	42	23	5	546
Frecuencia	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,01	
Acumulado	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,00	

\* Máximo de 11 evaluaciones de febrero de 2001 a noviembre de 2006

(P1 y P2) se ubicaron en los extremos de la distribución para las variables incidencia de roya y defoliación en la zona de diferenciación floral, e incidencia en la zona de fructificación.

Para la variable incidencia, los efectos genéticos aditivos contribuyen significativamente con el aumento de la resistencia a *H. vastatrix*, mientras que el efecto de dominancia no fue estadísticamente significativo. Por su parte, en la variable

defoliación, los efectos genéticos de aditividad y dominancia contribuyeron en la disminución de la defoliación, pero el efecto aditivo fue el más importante. La importancia de la aditividad presente en el cruce entre la variedad Caturra y el progenitor F4 DI.200: Caturra Amarillo-L.572 X Híbrido de Timor CIFC #1343 -Tr.2958 -Pl.2221 - AW.2551 - DI.200, indica que la selección para incrementar la resistencia incompleta a *H. vastatrix* se puede predecir por su respuesta fenotípica, puesto que la

■ **Tabla 36.** Altura y características de grano de las progenies del Meg 0657.

Progenie	Alt26* (cm)	Alt36** (cm)	Frutos vanos %	Granos caracol %	Tamaño supremo %
Caturra CC	137,75	168,16	4,93	9,88	57,84
Caturra SC	141,11	168,89	5,09	9,30	50,20
Cat x FL.250	134,12	167,94	7,22	12,95	62,57
Cat x MG638.165	124,74	157,89	8,27	12,22	68,28
Cat x MG638.243	135,36	176,43	9,04	16,59	64,29
Cat x MG638.31	122,31	153,85	7,54	13,31	55,33
Cat x MG638.311	144,25	174,25	10,06	16,33	60,19
Cat x MG638.313	142,94	181,47	6,82	19,74 a	54,37
Cat x MG638.322	152,63	190,37	7,47	13,92	60,87
Cat x MG638.33	147,11	182,11	7,54	19,30 a	41,76 a
Cat x MG638.8	165,75	199,25	9,92	17,48 a	71,69
Cat x MG639.477	130,77	164,23	9,15	15,01	54,20
Cat x MG639.812	145,36	182,86	8,26	24,10 a	46,20
Cat x MG639.818	142,50	178,93	8,39	16,67	38,97 a
Cat x MG639.836	149,00	178,25	7,85	14,43	67,31
Cat x MG639.837	159,00	193,33	11,26 a	20,08	69,79
Cat x MG639.842	141,75	171,25	8,48	16,20	55,63
Cat x MG639.847	148,68	198,16	7,88	12,75	76,48
EX.24	140,38	189,62	32,23 a	26,39 a	62,08
EX.26	138,85	185,77	28,34 a	20,66 a	76,87
EX.44	138,21	182,50	29,26 a	34,15 a	76,47
EX.48	150,67	194,33	20,48 a	40,38 a	49,50
FB.109	140,31	172,50	12,33	16,85	53,74
FB.1544	161,67	206,67	25,75 a	38,26 a	52,43
FG.150	154,55	199,55	17,98 a	30,46 a	62,55
FG.246	127,06	158,53	16,17 a	43,77 a	70,48
FG.265	158,44	197,19	18,22 a	31,51 a	53,37
MG631.67	127,08	165,83	10,78	40,54 a	59,52
Var. Colombia	138,21	167,69	7,03	9,48	75,27 b
Promedio	142,57	178,37	10,91	19,01	61,21

\* Altura a los 26 meses

\*\* Altura a los 36 meses

a Estadísticamente menores que la variedad Caturra según prueba de Dunnett<sub>0,05</sub>

b Estadísticamente mayores que la variedad Caturra según prueba de Dunnett<sub>0,05</sub>

fracción aditiva es la realmente heredable y útil en plantas autógamias como el café. La heredabilidad en sentido estricto fue del 53%, valor que indica que al realizar selección por bajos niveles de incidencia se podría esperar una alta eficiencia en

el proceso, al aprovechar la variación genética presente. El número de genes estimados que serían responsables de la expresión de la resistencia incompleta a la roya del cafeto en las poblaciones estudiadas varió entre cinco y seis genes,

V. Hovard - VIT

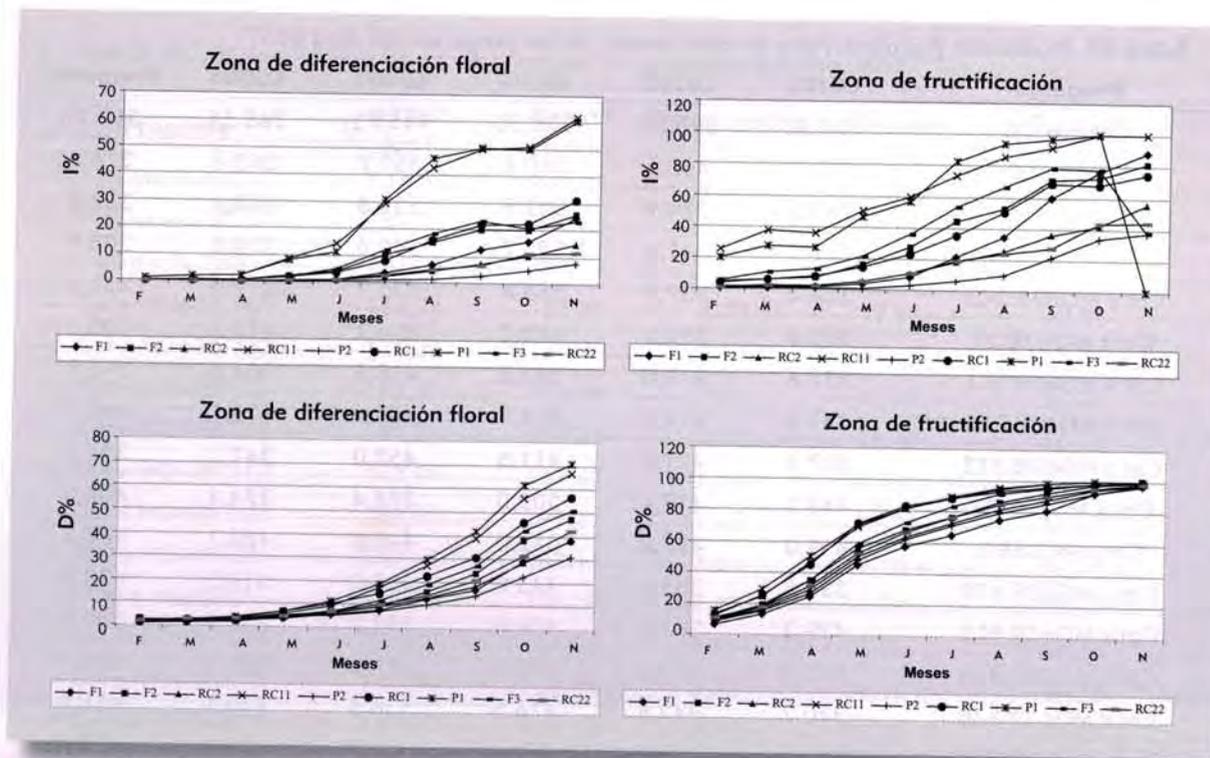
**Tabla 37.** Producción (kg/planta/año de café cereza), de las progenies del Meg 0657.

Progenie	C0102	C0203	C0304	C0405	C0506	Promedio
Caturra CC	320,25	395,50	336,50	445,75	265,55	352,71
Caturra SC	362,5	458,6	360,6	359,2	363,4	376,8
CatxFL.250	285,8	374,7	382,8	332,8	308,6	332,8
Cat x MG638.165	227,1	341,4	384,7	390,6	310,8	308,8
Cat x MG638.243	346,4	337,9	569,6	425,7	479,0	431,7
Cat x MG638.31	265,0	352,1	480,8	454,2	475,5	400,1
Cat x MG638.311	357,8	470,0	383,8	438,3	304,6	390,9
Cat x MG638.313	381,2	414,1	514,1	508,8	425,1	448,7
Cat x MG638.322	357,9	421,1	411,8	455,0	347,1	394,9
Cat x MG638.33	442,1	417,4	500,0	398,4	274,4	406,5
Cat x MG638.8	419,0	497,8	512,0	448,8	460,1	467,5
Cat x MG639.477	338,5	385,4	443,8	495,0	519,2	428,8
Cat x MG639.812	439,3	293,2	408,6	392,3	368,5	359,0
Cat x MG639.818	472,5	411,2	586,1	492,5	595,5	505,7
Cat x MG639.836	310,2	443,8	476,5	536,5	490,1	451,4
Cat x MG639.837	387,7	401,1	452,7	521,7	439,5	435,2
Cat x MG639.842	365,2	385,3	344,8	392,3	280,4	350,8
Cat x MG639.847	243,7	284,2	525,5	398,4	420,7	374,5
EX.24	172,7	233,5	374,6	339,2	218,2	267,6
EX.26	158,5	233,5	390,8	453,8	369,5	321,2
EX.44	151,8	154,6	278,2	340,0	327,6	250,4
EX.48	188,0	148,0	401,9	326,7	319,2	276,8
FB.109	365,9	280,3	510,3	419,4	538,6	422,9
FB.1544	113,0	147,5	375,0	307,5	339,2	252,7
FG.150	194,6	279,6	332,5	453,6	345,5	307,9
FG.246	117,9	320,3	342,6	376,8	386,5	308,8
FG.265	216,0	225,0	390,0	354,2	413,7	311,9
MG631.67	167,5	213,3	356,3	357,1	495,4	309,7
Var. Colombia	307,50	404,13	434,75	483,88	406,13	407,28
Promedio	292,26	335,32	422,81	417,18	389,22	367,37
Media Prog	287,89	325,61	428,07	415,75	394,32	366,04

que igual podrían ser regiones de familias de genes ligados.

**Selección por resistencia a la enfermedad de las cerezas.** Este proyecto tiene por objetivo la búsqueda de fuentes de resistencia a CBD, mediante evaluación en Portugal de materiales avanzados de mejoramiento y materiales de la Colección de Germoplasma, mediante pruebas de hipocótilos, y la

evaluación agronómica en Cenicafé de los materiales que presenten resistencia. Las actividades más importantes en este proyecto durante el período correspondiente a este informe están relacionadas con la confirmación de resistencia en el padre de la población F2 para mapeo, mediante pruebas efectuadas en Portugal en condiciones de laboratorio; la selección de genotipos en tres experimentos terminados y la recolección



■ **Figura 20.** Porcentajes de defoliación (D%) e incidencia (I%) de roya, medidos en la zona de producción y de diferenciación floral, en generaciones derivadas de (Caturra x Híbrido de Timor) de la planta F4: DI.200. Registrada en el año 2003.

■ **Tabla 38.** Comparación de medias para los porcentajes de incidencia de roya y defoliación.

Generación	Zona de diferenciación floral		Zona de fructificación
	Incidencia de roya	Defoliación	Incidencia de roya
P1	51,3 A	44,5 A	92,7 A
RC11	50,0 A	41,3 A	85,6 A
RC1	22,2 B	34,7 B	55,7 C
F3	23,5 B	31,5 B	68,4 B
F2	19,6 B	26,8 C	62,4 BC
F1	13,5 C	20,9 DE	36,9 D
RC2	8,4 CD	21,5 D	27,3 D
RC22	7,9 CD	23,9 CD	25,9 D
P2	3,4 D	16,8 E	12,8 E

de semilla para el establecimiento de cinco nuevos experimentos; así como la preparación de un acuerdo con el IRAD en Camerún, para evaluar 30 genotipos por CBD en el campo.

En la Tabla 39 se presentan los genotipos resistentes a diferentes aislamientos de los materiales del tercer envío del 2006 y del primer y segundo envíos del 2007. Los aislamientos empleados se identifican

como Camerún, Kenia y Zimbabwe (Z1, Z9). Los principales resultados son:

De los cinco genotipos del MEG307 enviados para la prueba, dos presentan resistencia. Uno a cuatro aislamientos, que incluyen Camerún, Caturra x Híbrido de Timor en generación F3 (B998), y otro a los otros aislamientos. De los genotipos Local Bronce 8, HT 1343 y Agaro Kaffa que habían presentado resistencia en pruebas anteriores

y que fueron enviados para confirmar los resultados, no presentaron resistencia a ninguno de los aislamientos.

De las progenies F2 de (Caturra 36 x CCC.1146), población que es utilizada para la construcción del mapa genético, siete presentaron resistencia a uno o dos aislamientos del hongo. El progenitor masculino CCC.1146 mostró resistencia al aislamiento de Zimbabwe. Estas pruebas se repetirán, dado que en el CIFC con el fin de acelerar el proceso de germinación se le retiró el pergamino mecánicamente, lo cual ocasionó que más del 50% de las semillas perdieran la viabilidad de germinación. Por lo anterior, las pruebas que rutinariamente se hacen en 100 hipocótilos se realizaron esta vez en un menor número, lo cual puede afectar los resultados.

Se establecieron contactos con tres países de África (Camerún, Zambia y Kenia),

con el fin de establecer un convenio para realizar evaluaciones de campo en genotipos que hayan presentado resistencia en las pruebas de preselección en Portugal. Estas evaluaciones se requieren dado que se ha demostrado que las pruebas en hipocótilos que se realizan en el CIFC tienen una respetabilidad del 60%, lo que impide establecer un programa de cruzamientos y posterior selección de genotipos que sea confiable basado en dichas pruebas. Las pruebas de campo permitirían confirmar o no los resultados del CIFC y planear los cruzamientos para recombinar la resistencia presente en los diferentes genotipos. Actualmente, se tiene un borrador de convenio con Camerún.

### Manejo de la llaga macana del cafeto con materiales resistentes e injertos.

Con el objeto de seleccionar material promisorio con resistencia simultánea a *C. fimbriata* y a *Hemileia vastatrix*, además de excelentes características agronómicas y

■ **Tabla 39.** Resistencia a aislamientos de *Colletotrichum kahawae* en progenies probadas en el CIFC, en el 2006 y 2007.

Cruzamiento	F1	F2	F3	Localización	CA1	Z9	Z1	Q2
(CA CV.1 x HT - I.574-Cv.2)	Ar. 1324	PL. 1406	A. 41	MEG3-07 # 68				
(CR - L .147 x H de T)	M.2391	PL .2030	B. 1143	MEG3-07 # 1-3		X	X	X
(CR - L .147 x H de T)	M.2386	PL.1859	B. 998	MEG3-07 # 354	X	X	X	X
Local Bronce 8				MEG5-26 # 292-300				
HT 1343				MEG5-26 # 1110				
Agaro Kaffa				MEG5-26 # 1060				
Cat aut#36 x CCC.1146 #1252				MEG 14-05 arb. 233		X		
Cat aut #36 x CCC.1146 #1252				MEG 14-05 arb. 239		X		
Cat aut #36 x CCC.1146 #1252				MEG 14-05 arb. 248		X		
Cat aut #36 x CCC.1146 #1252				MEG 14-05 arb. 329		X		X
CCC.1146				MEG14-05		X		
CCC.1146				MEG14-05			X	
CCC.1146				MEG14-05				
Cat aut #36 x CCC.1146 #1252				MEG14-05 # 102		X		X
Cat aut #36 x CCC.1146 #1252				MEG14-05 # 112		X		X
Cat aut #36 x CCC.1146 #1252				MEG14-05 # 126		X		X

11 NOV 2007 - MIT

tamaño de grano, se están evaluando dos tipos de progenies: 9 progenies F-4 (Brm x Caturra) x H. de Timor, preseleccionadas con resistencia simultánea a roya y a llaga macana, las cuales se encuentran en primer año en el campo. El segundo material correspondiente a 22 progenies F3 de (Brm x Caturra) x Variedad Castillo®, en estado de almácigo, se evaluaron bajo condiciones de laboratorio por su resistencia a roya. Se seleccionaron 18 progenies que se llevaron a campo para su posterior evaluación a *C. fimbriata* y a roya. La evaluación en el campo de resistencia a *C. fimbriata* se ha realizado en una progenie F5 de Borbón resistente a llaga macana x Caturra, dos tratamientos de injerto de Variedad Colombia sobre un patrón de *Coffea canephora*, y en Variedad Colombia sobre Borbón resistente a macana (Brm) x Caturra, con Variedad Caturra y Variedad Colombia como testigos. En un primer ciclo de cinco años de sembrado, en un lote con el 50% de sombra, en la Subestación Santander (Floridablanca), no se observó el ataque del patógeno ocurrido en forma natural y la producción con base en parcelas de 16 plantas/tratamiento fue estadísticamente igual para todos los genotipos (Tabla 40).

## VII. IDENTIFICACIÓN DE INSECTOS PLAGA DEL CAFÉ

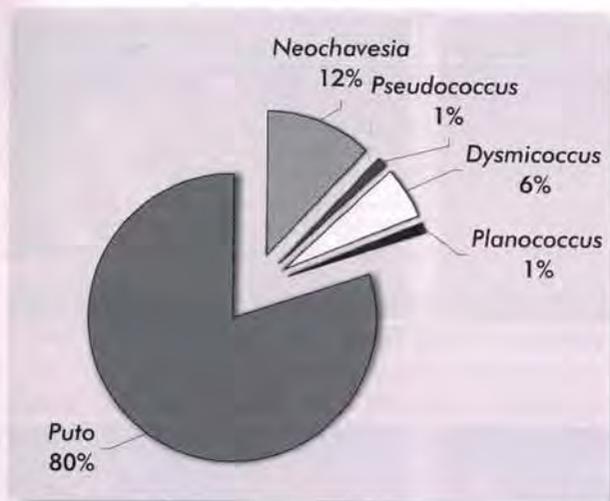
### Identificación de la biología y hábitos de las palomillas asociadas a las raíces

**del café.** Se inició una investigación para identificar las especies de palomillas que se encuentran asociadas a las raíces del cafeto y estudiar sus hábitos con la mira de lograr su manejo, así como estudiar las hormigas que se encuentran asociadas a ellas. El muestreo de las fincas evaluadas se realizó en forma aleatoria, de un listado de 128 reportadas con problemas de palomilla en el departamento de Quindío. Por cada finca se viene realizando un muestreo sistematizado en 30 árboles de café, igualmente se evalúa el cultivo que se encuentre intercalado y las arvenses. Se han evaluado 23 de las 30 fincas que se van muestrear. De manera complementaria se viene evaluando en cada árbol el porcentaje de plantas con presencia de nematodos, porcentaje de plantas con presencia de chisas, porcentaje de plantas con síntomas de llagas radicales y porcentaje de plantas con problemas de raíces. Se han montado láminas de 319 palomillas y se han identificado cinco géneros en el cultivo de café (Figura 21), la mayoría pertenecientes al género *Puto*.

Las observaciones preliminares indican que la distribución de la plaga no se presenta por focos, sino de manera aleatoria. No se observaron diferencias en cuanto a la variedad de café evaluada y la incidencia del ataque, los síntomas observados de amarillamiento y caída de hojas no obedecen en la mayoría de los casos a la presencia de la plaga, sino más bien

■ **Tabla 40.** Producción de arrobas de café pergamino seco/ha/año y altura promedio de las variedades Colombia y Caturra comparadas con las progenies e injertos con resistencia a llaga macana.

	Genotipos	Producción		Altura de plantas	
		Arrobas	C.V.	Altura (cm)	C.V.
1.	Variedad Caturra	174 a	15,0	226 a	24,0
2.	Variedad Colombia	189 a	25,0	224 a	19,2
3.	Progenie 835 ( BRM x Caturra), resistente a macana, susceptible a Roya	207 a	28,31	210 a	25,0
4.	Variedad Colombia injertado sobre <i>C. canephora</i>	226 a	22,43	207 a	22,5
5.	Variedad Colombia injertado sobre Borbón resistente	196 a	8,30	230 a	20,0



■ **Figura 21.** Géneros de palomillas asociadas a las raíces de los árboles de café.

a problemas en el sistema radical y a deficiencias nutricionales, e igualmente se puede presentar más de un género de palomilla en la misma raíz. Los árboles de café se hacen más susceptibles al ataque de la palomilla en el primer año de siembra y en resiembras en lotes que han presentado problemas por palomillas anteriormente. Se reporta la presencia de varios géneros de palomillas en 14 arvenses asociadas con los cultivos de café evaluados; sin embargo, no se ha reportado el género *Puto*, que ha sido el más registrado en las evaluaciones realizadas a las raíces de café. En cuanto a la presencia de hormigas, éstas se registraron en el 53% de los árboles evaluados. A la fecha se han clasificado especies de los géneros *Tronopelta*, *Pheidole*, *Solenopsis* y *Brachymyrmex*, y las especies *Acropyga fuhrmanni* y *Wasmannia auropunctata*. Es de resaltar que la palomilla *Neochavesia* sp. se encontró siempre asociada con la hormiga de Amagá, *A. fuhrmanni*.

**Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado chamusquina.** Se realizaron muestreos de insectos en siete fincas afectadas con el disturbio de la chamusquina, en los municipios de La Plata, La Argentina, Paicol y El Pital en Huila. En total, se recolectaron 1.829 insectos con aparato bucal picador-chupador, representados

en diferentes morfoespecies; de estos insectos se seleccionaron diez especies que estuvieron presentes en el 80% de las muestras recolectadas: nueve especies de la familia Cicadellidae y una especie de la familia Miridae. A cada especie se le asignó un código numérico y se enviaron las muestras a un taxónomo especialista de la Universidad Nacional sede Bogotá, para su determinación. En las actividades adicionales se observó que de nueve árboles que fueron cubiertos con jaulas entomológicas para evitar la entrada de insectos, ninguno ha presentado síntomas del disturbio después de cuatro meses de evaluación. Esta observación sugiere que los insectos están involucrados en el disturbio. Adicionalmente, se observaron ninfas de un chinche de la familia Miridae en un árbol de copé (*Clusea* sp.), que transmiten síntomas a esta especie, muy similares a los observados en café; estas ninfas se recolectaron y se colocaron en mangas entomológicas cubriendo los brotes sanos de café sin obtener ningún resultado. Sin embargo, posteriormente se recolectaron dos ninfas similares a las anteriores, en árboles afectados por chamusquina en café con las cuales se recuperaron y observaron los síntomas reportados en el campo, tanto en brotes café como en almácigos sanos (Figura 22). Las lesiones se obtuvieron a los pocos minutos de evaluación. Este insecto pertenece al orden Hemiptera, familia Miridae, género *Monalonia*, y la especie se está determinando por parte de un taxónomo especialista del grupo. Los resultados obtenidos hasta la fecha permiten concluir que el disturbio de la chamusquina es causado por un insecto del género *Monalonia*. Actualmente, se continúan estudiando otras especies con el fin de descartar la posibilidad de que otros insectos se encuentren involucrados en el disturbio. Igualmente, se están realizando evaluaciones preliminares tendientes a evaluar la biología y hábitos de *Monalonia* con el fin de establecer un plan de acción para su manejo en el campo.



Adulto de *Monalonion* sp.



Estado ninfal de *Monalonion* sp.



Lesión en el campo de chamusquina



Lesión obtenida en el campo con *Monalonion* sp.



Lesión en el campo de chamusquina



Lesión obtenida en almacigo con ninfas de *Monalonion* sp.



Lesión vieja de chamusquina en el campo



Lesión vieja (15 días) obtenida en el campo con ninfas de *Monalonion* sp.



Lesión de chamusquina en el campo



Lesión obtenida en el campo con ninfas de *Monalonion* sp.



Lesión de chamusquina en flor ocasionada por *Monalonion* sp. en condiciones naturales



Lesión de chamusquina en rama ocasionada por *Monalonion* sp. en condiciones naturales

■ **Figura 22.** Síntomas de chamusquina en el campo y obtenidas de lesiones ocasionadas por el insecto *Monalonion* sp.

## VIII. IDENTIFICACIÓN Y MANEJO DE ENFERMEDADES DEL CAFÉ

### Chamusquina

**Diagnóstico del problema denominado chamusquina.** Para identificar los factores que han favorecido la aparición del disturbio denominado chamusquina en cafetales de altura del departamento del Huila, se evaluaron 75 fincas cafeteras ubicadas entre 1.650 a 2.000m de altitud, seleccionadas aleatoriamente en los municipios de La Plata, La Argentina, El Pital y Paicol. Para cada finca se registró la incidencia y severidad (proporción de brotes afectados) de la chamusquina en relación con las variables agronómicas y ambientales de los lotes. Los resultados mostraron el disturbio en el 82,6% de las fincas visitadas, con mayor proporción en La Plata (97%), seguido de La Argentina (69%), El Pital (62%) y Paicol (50%). La severidad varió entre 5% y 47%, predomina esta última cifra en cafetales de La Plata y La Argentina. En todas las fincas se notó presencia de "muerte descendente" (*Phoma* spp.) en diferentes niveles de ataque. El disturbio se distribuye en forma generalizada (85%) en los lotes de mayor incidencia, cuya presencia inicial se observó hace 3 a 8 años, y en focos pequeños en el 15% de los casos, en lotes de reciente presencia como en veredas de El Pital y Paicol, o inclusive en algunas zonas en La Plata y La Argentina. La mayor incidencia y severidad se presentó en alturas entre 1.750 y 1.800m, en lotes a plena exposición solar, en contraste con lotes afectados junto a lotes libres de síntomas, tanto en topografía plana, ondulada o pendiente. La menor incidencia se registró en cafetales con árboles de sombrío y/o asociados con plátano o maíz. Se observó igual ataque en las variedades Caturra, Colombia y Típica, y no hubo relación del ataque con las densidades de siembra, y fueron más afectadas las zocas que las siembras nuevas, de 2 a 8 años de edad. Incidencias de chamusquina del 65% y

severidades del 32% se presentaron en lotes completamente libres de arvenses y con cobertura moderada, mientras que en aquellos lotes sin desyerbar dichas variables fueron inferiores (51% y 21%, respectivamente).

En la mayoría de los lotes evaluados predominan suelos con textura franco-arcillosa a franco-arcillo-arenoso, con promedio de pH de 4,9 y materia orgánica de 10,9%. Los análisis de fertilidad de suelos en los lotes de mayor y menor incidencia de chamusquina no mostraron diferencias significativas con el disturbio, con valores promedios de elementos mayores y menores en los rangos adecuados para café; y aunque se observaron deficiencias nutricionales en algunos lotes, éstas no marcaron relación alguna con chamusquina.

El 38% de los caficultores con lotes afectados por chamusquina han aplicado diferentes productos químicos como: Dithane, Benlate, Metilparathion, Oxicloruro de cobre, Lorsban, Derosal, Sistemín, Tamaron y Alto 100, sin que tengan un control satisfactorio. Al momento de la evaluación, el 80% de los caficultores que hacen control químico utilizaron Karate (insecticida piretroide, i.a. lamdacialotrina), solo o en mezcla con otro producto, aplican de 1 a 6 veces/año. Aunque el 45% de los caficultores que aplican Karate afirmaron que el producto es bueno puesto que reduce los síntomas de chamusquina durante dos meses, la incidencia en los lotes donde se hicieron las aplicaciones osciló entre 64 a 85%, debido a que dichas aplicaciones se realizaron tres meses antes de la visita. El 19% de los caficultores dijo observar regular efecto de control, y el 6% manifestó que no hay efecto por el producto. En lotes con frecuente control químico se observó el ataque de la arañita roja (*Olygonichus yothers*) y de fumagina. En fincas de los municipios de La Plata y La Argentina, los caficultores están familiarizados con la presencia y desarrollo del disturbio,

Productividad  
Típica

VII. HORTICULTURA - VITICULTURA

mientras que en cafetales de El Pital y Paicol, hay desconocimiento o confusión de los síntomas con los ocasionados por la muerte descendente.

Con el fin de identificar microorganismos asociados a este disturbio, se realizaron siembras de hojas y flores con síntomas sobre agar-papa-dextrosa (PDA) y agar v8. Se han recuperado 44 aislamientos, en los cuales hasta el momento se han encontrado en mayor frecuencia dos bacterias Gram negativas y hongos de los géneros *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Curvularia* y *Phoma*. Comparaciones de secuencias de ADN realizadas mediante BLASTn con el GenBank han identificado seis aislamientos como *Colletotrichum acutatum*, dos como *Alternaria arborescens*, y dos como *Phoma herbarum*. Igualmente, mediante extracción directa de ADN de tejido con síntomas y con el uso de las técnicas PCR se detectó la presencia de *Alternaria arborescens*. Con aislamientos de cada género se han realizado inoculaciones bajo condiciones de laboratorio, se destaca que los aislamientos evaluados de *Colletotrichum* solo causan síntomas en hojas desprendidas, tanto con herida como sin herida, mientras que los de *Curvularia* y *Alternaria* ocasionan síntomas en plántulas como en hojas desprendidas. En el campo se realizaron inoculaciones sobre hojas tiernas de plantas de café variedad Caturra de dos años de edad, ubicados a 1.710m de altitud, con diferentes tratamientos de inoculación: por gota, por aspersión y con trozos de crecimiento fungoso en medio de cultivo, solos y en mezcla. Se inocularon 11 aislamientos de *Colletotrichum* spp., uno de *Curvularia* sp., dos de *Alternaria* spp., cinco de *Phoma* spp. y las dos bacterias Gram negativas. Solo se obtuvieron lesiones necróticas con el aislamiento de *Curvularia* sp. y con uno de *Alternaria* sp. Sin embargo, al igual como ocurrió bajo condiciones controladas, los síntomas no son semejantes a los del disturbio de la chamusquina, que se caracterizan por ser lesiones necróticas secas que avanzan rápidamente, secando

las hojas y causando rompimiento del tejido foliar.

## Manejo de la roya

**Evaluación de nuevos productos de síntesis para el manejo de la roya y enfermedades de la parte aérea.** En suelos y condiciones ambientales contrastantes, como son las localidades de Paraguaicito y de Cenicafé - La Granja, se inició hace dos meses la evaluación del efecto del producto Verdadero 600 WG (Thiamethoxam+Cyproconazol) como bioactivador del crecimiento de plantas de almácigo de café de la variedad Caturra y la Variedad Castillo® Naranjal, y como fungicida protector o curativo de la roya del cafeto. Este mismo producto desde agosto, se está evaluando en el campo como bioactivador del desarrollo de las plantas, así como su capacidad fungistática, con una tecnología de aplicación al suelo, novedosa en el país. Adicionalmente, con el objetivo de ofrecer alternativas fungicidas técnicas para el manejo de varios organismos patógenos de la parte aérea de la planta, se inició en el mes de agosto, la evaluación del producto Amistar XTRA 28 SC (Azoxystrobin + Cyproconazol), que cuenta con dos ingredientes activos que darían un gran espectro de acción sobre el manejo de enfermedades tan importantes en el cultivo de café en producción como la mancha de hierro y el mal rosado.

## Diagnóstico fitosanitario

**Diagnóstico del manejo fitosanitario en cafés especiales.** Con el fin de contribuir al manejo de problemas fitosanitarios en cafés especiales en Colombia, se está realizando un diagnóstico para identificar inicialmente los problemas más frecuentes y su manejo, en los departamentos de Santander, Huila y Caldas. Mediante visitas a fincas certificadas con producción de cafés Orgánico, Sostenible y de Comercio

Justo, hasta el momento se han identificado en cafetales de Santander problemas de insectos y patógenos en árboles de sombrero, y baja incidencia de patógenos en café. Mientras que en el Huila se diagnosticaron frecuentes problemas de incidencia de *Rhizoctonia* en el germinador, mancha de hierro, muerte descendente, crespada, llaga macana y chamusquina, en plantas adultas. Finalmente, en Caldas se observaron ataques de *Rhizoctonia* en el germinador, mancha de hierro en plántulas, y gotera y fumagina en plantas establecidas en el campo.

**Diagnósticos fitosanitarios.** Durante el período del presente informe, la Disciplina de Fitopatología atendió 55 consultas fitosanitarias relacionadas con problemas bióticos y abióticos en los cultivos de café (26), nogal cafetero (1), pino colombiano (2), aguacate (4), frijol (1), cítricos (12), lulo (1), follajes (3), piña (3), higuerilla (1), mango (1) y maracuyá (1). Los diagnósticos fueron solicitados, en su mayoría, por los Comités de Cafeteros de Caldas (18), Risaralda (8), Antioquía (4), Valle del Cauca (4), Cauca (2), Huila (8), Quindío (7), en los Llanos Orientales (3) y del país de Guatemala (1). La etiología de estos diagnósticos correspondió en su mayoría a problemas de hongos y de nematodos, y en menor proporción a problemas de bacteriosis. Diagnósticos de enfermedades como la roya del cafeto, llaga negra del cafeto, nematodos del género *Meloidogyne* spp., mal rosado y mancha de hierro en almácigos y en frutos de café fueron los más solicitados. En los cultivos asociados al café, igualmente predominaron los problemas patológicos de origen fungoso.

## IX. DESARROLLO Y ESTUDIO DE MÉTODOS DE MUESTREO PARA LA CAFICULTURA

En esta línea de trabajo se concluyó la investigación 'Determinación del tamaño

de parcela para el análisis económico de la experimentación en café' y se inició el estudio sobre un método de muestreo para el diagnóstico de la infestación por broca, se tuvo como parámetro el número de frutos perforados por broca.

**Determinación del tamaño de parcela para el análisis económico de la experimentación en café.** Para alcanzar el objetivo de esta investigación, se evaluó la actividad de plateo manual, dado que no se tienen insumos (ocasionalmente el machete) y se requiere un máximo esfuerzo del operario, lo cual permite evaluar un coeficiente real de fatiga, bajo un proceso estocástico.

Se conformaron 11 parcelas (unidades de muestreo), una inicial de 200m<sup>2</sup>, y a partir de ésta, diez de 1.000m<sup>2</sup> cada una. En cada unidad de muestreo se registró el tiempo bruto y el tiempo suplementario, y éstos a su vez se llevaron de manera continua hasta completar la medición de toda la población (10.000m<sup>2</sup>).

Para cada unidad de muestreo se obtuvieron el tiempo normal, como la suma del tiempo bruto más los tiempos empleados en cada uno de los suplementos, y el costo de la labor (variable de interés), como producto entre el tiempo normal invertido por el operario en hacer la labor (horas) y el costo de la mano de obra (\$/hora).

Los costos de cada unidad de muestreo se llevaron a unidad de observación (árbol) y se extrapolaron para el número de árboles de la población (estimación), en cada una de las réplicas, para establecer la relación entre ésta y el costo real (del total de árboles de la población).

El análisis indicó que a partir de la unidad de muestreo de 2.000m<sup>2</sup> (Tabla 41), el coeficiente de regresión es estadísticamente igual a 1, según prueba t al 5%, lo cual quiere decir que la extrapolación es igual al costo real. Por tanto, el tamaño de la parcela para el análisis económico

de cualquier práctica sobre el cultivo del café debe ser de 2.000m<sup>2</sup>, con un número mínimo de árboles entre 685, más o menos 54 (Tabla 42).

**Diagnóstico de la infestación por broca.**

En cuanto a los métodos de muestreo para el diagnóstico de la infestación por broca, se ha identificado la posibilidad de estimar la infestación en el campo, a través de la estimación del parámetro número de frutos perforados, y se pretende llegar a identificar cuál es el número medio de frutos perforados por árbol que garantice una infestación mínima del 2%. En una fase inicial de esta investigación,

se exploraron los registros obtenidos en estudios de muestreo realizados para el fortalecimiento del plan de muestreo de las 30 ramas y del plan EBEL, respectivamente. La proporción de árboles con menos de dos frutos perforados, de acuerdo con niveles de infestación promedio por árbol entre 2,6 y 13,1%, tomando una rama por árbol y 60 árboles seleccionados aleatoriamente por hectárea, fluctuó entre 13,3 y 78,3% (Tabla 43), mientras que la proporción de árboles con menos de 15 frutos perforados por broca, fue mayor del 90,0%. La proporción de árboles con menos de dos frutos perforados, de acuerdo con los niveles de infestación promedio

■ **Tabla 41.** Relación lineal entre el costo total (parámetro) y el costo estimado, por unidad de muestreo, a través del coeficiente de regresión y coeficiente de determinación.

Unidad de Muestreo (m <sup>2</sup> )	Coeficiente de Regresión			Coeficiente de determinación
	Estimación	Error Estándar	Tc (β=1)	
200	0,616	0,072	5,333*	0,91
1.000	0,746	0,098	2,591*	0,89
2.000	1,017	0,123	0,138	0,90
3.000	1,113	0,119	0,949	0,92
4.000	0,957	0,102	0,421	0,92
5.000	1,111	0,087	1,275	0,95
6.000	1,161	0,105	1,533	0,94
7.000	1,126	0,083	1,518	0,96
8.000	1,115	0,034	3,382	0,99
9.000	1,117	0,025	4,680	0,99

\* Estadístico de prueba significativo al 5%, por tanto se rechaza la hipótesis nula (β=1).

■ **Tabla 42.** Número medio de árboles y error de estimación, por unidad de muestreo.

Unidad de muestreo (m <sup>2</sup> )	Promedio (número árboles)	Error de estimación
200	62	6
1.000	314	31
2.000	685	54
3.000	993	75
4.000	1.311	99
5.000	1.603	108
6.000	1.874	126
7.000	2.209	131
8.000	2.542	136
9.000	2.868	128
10.000	3.298	138

■ **Tabla 43.** Proporción de árboles de acuerdo con el nivel de infestación y el número de frutos perforados por broca, evaluados en una rama por árbol.

Infestación (%)	Número de frutos perforados por broca			
	< 2	< 5	< 10	< 15
12,1	13,3	50,0	73,3	90,0
13,1	51,6	80,0	96,6	98,3
9,6	60,0	80,0	100,0	100,0
5,7	55,0	88,3	95,0	98,3
3,2	71,6	95,0	98,3	100,0
4,0	73,3	93,3	96,6	98,3
2,6	78,3	98,3	100,0	100,0
3,6	78,3	96,6	98,3	100,0

por árbol estuvo entre 7,4 y 13,7%, evaluadas todas las ramas con frutos en 240 árboles por hectárea, seleccionados aleatoriamente, fluctuó entre 0,7 y 3,9% (Tabla 44); y la proporción de árboles con menos de 15 frutos perforados por broca, fluctuó entre 12,3 y 22,6%.

Al fijar el número de frutos perforados por broca (Tabla 45) en aquellos árboles en los cuales se censaron las ramas con el total de frutos, se concluyó que para tener un nivel de infestación del 2,5 y 5%, se requiere tener en cada árbol con

■ **Tabla 44.** Proporción de árboles de acuerdo con el nivel de infestación y el número de frutos perforados por broca, evaluados en todas las ramas con frutos del árbol.

Infestación (%)	Número de frutos perforados por broca			
	< 2	< 5	< 10	< 15
7,4	3,9	7,1	15,2	22,6
11,3	0,7	2,8	8,3	15,2
13,7	1,2	3,7	7,4	12,3

un promedio de 189 frutos, 3 y 6 frutos perforados por broca, respectivamente; con un promedio de 409 frutos por árbol, 10 y 20 frutos perforados por broca, respectivamente; con un promedio de 596, 15 y 30 frutos perforados por broca, respectivamente; con un promedio de 862 frutos, 20 y 43 frutos perforados por broca, respectivamente; y con un promedio de 1.353 frutos, 33 y 65 frutos perforados por broca, respectivamente.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, para proponer un método de muestreo con el propósito de estimar el número de frutos brocados como indicador para la infestación, se debe tener presente la edad y la densidad del cultivo del café.

■ **Tabla 45.** Promedios de infestación por árbol y error de estimación, determinando el número de frutos brocados por árbol, de acuerdo con el total de frutos por árbol.

Total frutos por árbol (número)	Frutos brocados (número)	Promedio de infestación (%)	Error de estimación (%)
189	3	2,6	0,33
	4	3,5	0,44
	6	5,2	0,60
409	10	2,5	0,03
	14	3,5	0,04
	20	5,0	0,06
596	15	2,5	0,02
	21	3,5	0,03
	30	5,1	0,04
862	20	2,3	0,02
	30	3,5	0,03
	43	5,0	0,04
1.353	33	2,5	0,04
	45	3,5	0,05
	65	5,0	0,07

JULIO HERNANDEZ - NIT 10



## 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.** En la primera etapa se diseñaron, construyeron y evaluaron el aro y el morral de almacenamiento temporal para el dispositivo de recolección de café Aroandes. Se analizaron los componentes del aro metálico del diseño inicial (Modelo 0), el cual pesa 450g, y se encontró que los materiales utilizados en su fabricación (aluminio, alambre, remaches y PVC) producen fatiga al operario y aumentan el costo de manufactura del equipo. Con el fin de corregir estas limitaciones Ramírez *et al.* (2007) propusieron dos aros, uno plástico de 135g, fabricado en cables de poliamida (Modelo 1), y un aro fabricado en plástico y cable acerado (Modelo 2). Se realizaron pruebas de compresión en el laboratorio de Ingeniería Agrícola con la máquina universal INSTRON serie 5569, en la dirección axial y transversal del aro. Se encontró que las máximas cargas en la dirección axial para los aros Modelo 0, 1 y 2 fueron de 7,24; 14,46 y 11,55N, respectivamente, y en el sentido transversal fueron de 6,44; 0,7 y 7,98N, respectivamente. De los resultados anteriores se encontró que los aros más apropiados son los modelos 1 y 2, debido que poseen mejores propiedades mecánicas para las cargas (tipo, magnitud y dirección), que serán evaluadas en el campo.

Debido a que la manufactura del prototipo Aroandes actual es compleja y relativamente costosa (\$100.000/unidad), por el alto número de costuras, empleo de cremalleras, cierres y bolsillos, en la segunda fase se diseñaron tres morrales para el almacenamiento temporal de los frutos cosechados, fabricados con tres materiales textiles diferentes. Los nuevos modelos serán evaluados en condiciones de laboratorio, simulando dos años de

uso, con el fin de definir el material más adecuado para la fabricación de los nuevos modelos Aroandes y/o nuevos dispositivos que sean desarrollados en Cenicafé para asistir la cosecha de café, con mejor relación duración/costo.

**Evaluación técnica de una metodología para la recolección del café con el dispositivo Raselca III. ING 0164.** Se reemplazaron los dientes de poliamida de la herramienta RASELCA III por otros fabricados en materiales más elásticos. En observaciones preliminares realizadas en la Estación Central Naranjal, se recolectó café con frutos inmaduros en la masa cosechada (calidad) entre el 2,7 y el 4,4%, un número de frutos dejados en el árbol (eficacia) de 5,7 en promedio y un número de frutos dejados en el suelo (pérdidas) entre 4 y 7,4. Adicionalmente, se logró un avance importante en el rendimiento operativo (eficiencia), en promedio de 21,8kg.h<sup>-1</sup>, valor alto en el cual se tuvo en cuenta el promedio observado en la cosecha manual tradicional. Se observó que los operarios no tuvieron variaciones notorias en su rendimiento en las jornadas diarias de recolección.

**Validación de la tecnología Aroandes en esquema de Investigación Participativa. Belén de Umbría, Risaralda. ING 0171.** En las investigaciones realizadas con el dispositivo para asistir la cosecha manual de café Aroandes se observaron ventajas con relación a la cosecha tradicional, entre ellas están: 1) la disminución de pérdidas durante la recolección (frutos dejados en el suelo y en el árbol) por el empleo de un método ordenado de desprendimiento y un dispositivo que facilita su almacenamiento, lo que favorece el aumento del volumen de café cosechado; 2) la posibilidad de tener la mayoría de los frutos inmaduros en el beneficiadero, una ventaja que no se ha cuantificado, pero que se espera contribuya a la disminución del porcentaje de infestación por broca y en la reducción de los costos de Manejo Integrado de

la Broca (MIB); 3) el incremento en la eficiencia de la recolección (kilogramos de café/jornada), debido a la disminución de movimientos innecesarios, la optimización del desprendimiento y la continuidad de la operación, que pueden permitir el establecimiento de estrategias de pago diferentes, donde no solamente el caficultor reduzca sus costos de producción sino que el ingreso del recolector se vea también mejorado; 4) el transporte de la masa de café recolectado en la espalda facilita el desplazamiento y los movimientos en el cafetal (mejora la visibilidad); 5) disminución de la fatiga, especialmente en terrenos de menor pendiente, ya que el cuerpo se adapta mejor a cargas en la espalda (en magnitud y tiempo de trabajo); 6) la optimización de los movimientos de brazos y manos; 7) reducción de pérdidas de producto por caídas de los operarios, ya que el producto se almacena en un recipiente sellado.

En el primer semestre del año 2007, se realizaron 35 días de campo para socializar las nuevas tecnologías para la cosecha manual asistida de café. Se contó con la participación del Servicio

de Extensión y los Comités Municipales y Departamentales. Como resultado se acordó iniciar pruebas de validación en dos fincas, La Esperanza y Las Palmas, ubicadas en Pijao (Quindío) y Belén de Umbría (Risaralda); estas pruebas se llevaron a cabo con el objetivo de completar cuatro semanas de trabajo y construir curvas de aprendizaje. Sin embargo, este proceso se ha extendido hasta la fecha por iniciativa del propietario de la finca y de los recolectores.

En la etapa de validación en esquema de Investigación Participativa en Risaralda, se ha observado que la tecnología Aro-Manga-Depósito de espalda (Aroandes) se puede fraccionar en Aro-Manga y Depósito, y este último se puede adaptar en cualquier otro lugar del cuerpo del operario para la carga y el transporte del café. Las personas que no se adaptan al depósito de espalda tienen ahora dos alternativas, Cangu-Aro y Aro-Coco, que les permiten seguir aprovechando las ventajas que ofrece el Aroandes, y a la vez aplicar las recomendaciones de Cenicafé para la cosecha de alta calidad (Figura 23). De esta forma se logra incrementar el rendimiento



■ **Figura 23.** Dispositivos Aroandes, CanguAro y AroCoco, desarrollados en Cenicafé para asistir la cosecha manual de café.

de la mano de obra, disminuir los frutos en el suelo y en el árbol, y mejorar la calidad de la cosecha. La investigación en recolección continúa mostrando que es posible cosechar café con alta calidad, favoreciendo a los productores y a los recolectores, al mejorar notoriamente las condiciones de trabajo y contribuyendo a hacer esta labor más atractiva.

**Método para la determinación rápida del porcentaje de café inmaduro durante la cosecha. ING 0169.** Se desarrolló un método para medir la calidad del café durante el proceso de recolección, con el fin de determinar rápidamente si cumple con los estándares establecidos y, en caso de ser necesario, realizar los ajustes durante la jornada de trabajo. Para la aplicación del método CALREC (Control de Calidad de Recolección de Café) se utiliza un envase plástico de 600cm<sup>3</sup>, recortado a 18cm de altura, con capacidad aproximada para 320 a 330g de café en cereza. Del producto depositado en el canasto o en la estopa, previa agitación manual para uniformizar la masa, se extrae una muestra que se deposita en el recipiente llenándolo hasta el borde (a ras). Los frutos se descargan posteriormente en una bandeja u otro recipiente y se cuentan los frutos verdes presentes. Si el número de estos frutos es seis, corresponde al 2% de frutos verdes en la masa cosechada. Si el número es menor que tres la calidad de la cosecha es buena y no se harán observaciones al recolector, pero si el número de frutos verdes es superior a cuatro se indicará al trabajador la necesidad de mejorar la calidad de la recolección. La estimación se efectúa con un nivel de confianza del 95% y un error absoluto máximo del 0,57%.

El método se ha utilizado exitosamente en las investigaciones en cosecha que se adelantan en la Disciplina de Ingeniería Agrícola, para ajustar la operación de los equipos y obtener la calidad esperada

al finalizar la jornada de trabajo, así como en la evaluación de la recolección manual tradicional en la Estación Central Naranjal.

### **Cosecha Manual Asistida con herramientas portátiles**

Se rediseñaron las herramientas IMFRA 3 VDC y DESCAFÉ con el fin de mejorar la selectividad de la cosecha, facilitar la cosecha selectiva en condiciones de baja oferta y concentración de frutos maduros y disminuir los costos de recolección.

**Dispositivo portátil para la cosecha de café con la aplicación de momentos flectores a los frutos – DESCAFÉ. ING 0111.** Se reemplazó el motor Maxon utilizado en los modelos anteriores por un motor DC de menor peso, con caja reductora que permite obtener 300rpm de velocidad de salida, con una disminución del costo de \$ 1.200.000 a \$ 80.000, y con el cual se espera que la tecnología DESCAFÉ (completa) tenga un costo inferior a US\$ 100, lo que facilitaría su adopción en Colombia. Se reemplazó el arnés utilizado para transportar la baterías por un morral más ergonómico, que facilita la labor y reduce la fatiga del operario. Adicionalmente, con el fin de facilitar el empleo de la herramienta DESCAFÉ en cafetales con diferentes edades y distancias de siembra se diseñó un dispositivo para almacenar los frutos desprendidos que permite eliminar la malla.

**Evaluación técnico económica de un sistema de cosecha manual asistida del café. ING 0154.** Con el objetivo de favorecer el trabajo de la herramienta IMFRA 3VDC en cafetales con baja y media concentración de maduración se desarrollaron nuevos impactadores. Se elaboraron diferentes prototipos y a cada uno de ellos se le realizaron evaluaciones de laboratorio y de campo, en las cuales se analizaron cinco variables

de funcionamiento: 1) Selectividad, 2) Capacidad de desprendimiento masivo, 3) Concentración de frutos desprendidos, 4) Protección al árbol y 5) Balance del impactador. Con un proceso simple de toma de decisiones se logró seleccionar el mejor impactador, para realizar su diseño mediante programas especializados como *Autocad* de autodesk y *Visual Nastran* de msc, a partir de las características físicas y mecánicas de frutos y racimos, y de los materiales empleados para la construcción del impactador (Figura 24).

Se exploró el empleo de micromotores DC y AC de bajo costo con resultados satisfactorios como la disminución del costo de la herramienta en 85%, de la potencia requerida con un solo impactador (83,3%) y del consumo de corriente en 78,3%, con lo cual se incrementa la autonomía de trabajo a dos días. Adicionalmente, el peso del actuador portado en la mano disminuyó en 62,6% y el peso del arnés en 64%, al contar con solo dos baterías, las cuales se llevan cómodamente en la cintura. Se observó la viabilidad técnica y la económica de emplear micromotores AC, accionados con baterías, e inversor de voltaje o con

planta eléctrica. El uso de estos motores no afectó la capacidad de desprendimiento de la herramienta de cosecha.

Los ensayos se realizaron en la finca La Esperanza ubicada en el municipio de Pijao (Quindío), en la cosecha principal del 2007, en cafetales de variedad Colombia con distancias de siembra de 2,0m x 1,0m, de tercera cosecha en pendientes entre 10 y 50% (Figura 25). Para recoger los frutos desprendidos con IMFRA 3 VDC se utilizaron mallas plásticas "sarán" con velcro en sus bordes, con el fin de lograr buen sellamiento de las calles y reducir las pérdidas de frutos. Se trabajó con una carga de 1,203kg de café cereza en promedio, y los mejores resultados se obtuvieron cuando se trabajó con la estrategia de mallero repasador, con una disminución del costo unitario del 15%. En estas condiciones se logró cosechar con un promedio de 6,6% frutos inmaduros en la masa cosechada y rendimiento máximo de 15kg.h<sup>-1</sup>. Con la utilización de las mallas con velcro las pérdidas fueron de 5,6 frutos por sitio en promedio. No se presentaron fallas mecánicas durante los ensayos con el IMFRA 3 VDC.



■ **Figura 24.** Impactador, diseñado para la herramienta IMFRA 3VDC.

**Diseño, construcción y evaluación de una herramienta portátil para la cosecha del café. ING 0165.** Finalizó la evaluación de la herramienta portátil IMFRA OSC. Los ensayos se realizaron en los municipios de Sasaima y San Francisco de Sales localizados en el departamento de Cundinamarca, durante la cosecha principal del 2005, y en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda) a finales del año 2006. Para el IMFRA OSC se obtuvieron mayores rendimientos por operario y menor porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada en comparación con los datos obtenidos con el IMFRA ROTATORIO. Respecto a la remoción de los frutos con las máquinas, para el IMFRA OSC se obtuvieron altos porcentajes de almacenamiento de frutos en el canasto, y para el IMFRA ROTATORIO se obtuvieron altos porcentajes de almacenamiento en las mallas.

### Cosecha semi-mecanizada

**Evaluación de vibradores portátiles del tronco (VPTs) en la cosecha de café. ING 0158.** Se continuó con la evaluación de los vibradores portátiles del

tronco en la cosecha principal del 2006 y 2007, en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda) y en la Subestación El Tambo (Tambo, Cauca), con diferente número de mallas y operarios, respectivamente. En el primer sitio se trabajó con cuatro mallas (2 unidades experimentales) y con siete mallas (3 unidades experimentales), en un lote con café variedad Colombia, en zoca calavera, sembrado a 2,0m x 1,0m, en terrenos con pendiente baja (<10%), y con una carga de 2.051,7g/árbol en promedio. En el segundo sitio, se trabajó con uno y dos operarios por equipo, con el fin de definir la mejor relación número de operarios por máquina que brindara los mejores resultados en disminución de costo unitario de recolección; en este ensayo las evaluaciones fueron realizadas en un lote con café variedad Colombia de cuarta cosecha, sembrados a 2,0m x 1,0m, en terrenos con baja pendiente (<10%) y con una carga de 916,3 g/árbol en promedio.

En la Subestación La Catalina los rendimientos para las pruebas con cuatro y siete mallas fueron de 32 y 24,2kg/h/



■ **Figura 25.** Equipo de trabajo empleado en la cosecha de café con la herramienta IMFRA 3 VDC.

operario en promedio, respectivamente, y el café cosechado tuvo 10 y 5,8% de frutos verdes (asociado al indicador de calidad), respectivamente. El costo unitario de recolección fue de \$ 133 y \$ 152 por kilogramo sin repase y de \$ 192 y 203 por kilogramo con repase, respectivamente.

En la Subestación El Tambo, una parte del lote se cosechó con el método manual tradicional y el resto con los vibradores; en ambos casos se emplearon los mismos operarios. Para la recolección manual el promedio del rendimiento alcanzado fue de 11kg de café cereza por hora y el café se pagó a \$ 200 por kilogramo. Los promedios de los rendimientos con el vibrador para la primera, la segunda y la tercera jornada fueron de 38,8; 38,3 y 26,5kg/h/operario, respectivamente. El porcentaje de frutos verdes en el café recolectado osciló entre 14 y 17%. El costo unitario de recolección fue de \$123, \$ 127 y \$ 211 por kilogramo, respectivamente, con una disminución de 38 y 36% para las dos primeras jornadas y un incremento del 6% para la última.

Los resultados obtenidos en estas evaluaciones, con diferente oferta de frutos maduros, indican que los vibradores portátiles del tronco (VPTs) son una alternativa muy promisoría para la cosecha de café. Con esta tecnología se logra incrementar el rendimiento por operario en más del 100%, y si es bien utilizado, se puede cosechar café con calidad cercana a la observada en la cosecha manual, sin descartar los frutos verdes, con reducción en el costo unitario superior al 20%. Las evaluaciones continuarán en cafetales con diferentes distancias de siembra, prácticas de renovación y edades, en la búsqueda de optimizar y facilitar el empleo de la tecnología.

**Evaluación de un equipo portátil de fabricación comercial para la cosecha de café. ING 0168.** Las evaluaciones se

realizaron en la cosecha principal del 2006, en la Subestación La Catalina (Risaralda). En el año 2007 se utilizó el equipo STIHL SP-81 en la cosecha de "mitaca", en la Subestación El Rosario (Venecia, Antioquia), en un lote próximo a renovación, en la Subestación El Tambo (Cauca) y en la Estación Central Naranjal, en lotes próximos a renovación. Se trabajó con árboles de variedad Colombia de primera zoca y quinta cosecha, de tercera zoca y cuarta cosecha, y de quinta cosecha para renovación, respectivamente. El número de árboles cosechados osciló entre 480 y 2.000, con distancias de siembra de 2,0m x 1,0m para tres evaluaciones y 1,5m x 1,5m para las evaluaciones en El Rosario. Las cargas de frutos maduros variaron entre 915 y 940g de café cereza/árbol, con un promedio de maduración del 50%.

En las Subestaciones La Catalina y El Tambo se alcanzaron incrementos en el rendimiento (asociado al indicador eficiencia) entre 25,9 y 40,7 kilogramos de café cereza (kg c.c.)/h/operario en promedio, respectivamente, con frutos inmaduros en la masa cosechada (asociado al indicador calidad) entre 13,6 y 15,8%, un número de frutos maduros dejados en el árbol (asociado al indicador eficacia) de 153 en promedio y número de frutos dejados en el suelo (asociado al indicador pérdidas) por sitio entre 7 y 9, respectivamente. El costo unitario osciló entre \$ 117 y \$ 157/kg de café cereza, lo que generó disminución del costo unitario entre 37,3 y 41%. En los lotes para renovación se recolectaron 53 y 36 árboles/h en promedio, con una capacidad de campo del equipo de 0,10 y 0,09 ha/día/operario para El Rosario y Naranjal, respectivamente.

A partir de los resultados obtenidos se considera que el equipo STIHL SP-81 es una herramienta muy promisoría para la recolección de café en los pases de mayor flujo de la cosecha principal, en regiones donde ésta es más concentrada (>70% de

la producción anual) y en lotes próximos a la renovación. Con su empleo puede incrementarse el rendimiento por operario en más del 100% y lograr una calidad aceptable de la cosecha, si se entrena a los operarios y se realiza supervisión para asegurarnos que se utilice adecuadamente. Como proyección, se continuarán las evaluaciones del equipo SP-81 en la cosecha principal del presente año en cafetales para renovación y eliminación, y se explorarán otros métodos para la remoción de frutos con el equipo.

### Mecanización del cultivo del café

Se evalúa tecnología para la recolección de frutos caídos al suelo durante la cosecha.

**Recolección de frutos de café caídos en la cosecha con la aspiradora Cifarelli V77S en esquema de investigación participativa (IPA). ING 14-05.** Continuó la evaluación del equipo para recoger frutos del suelo con la aspiradora Cifarelli V77S, con el apoyo de los Comités Departamentales y en fincas particulares, con el fin de contribuir al control sanitario de la broca en los lotes después de la cosecha principal, la traviesa y en algunos casos, después de los pases más importantes de recolección. El trabajo permitió validar la tecnología de aspiración en el esquema IPA, como una labor agrícola para disminuir el impacto de la broca del café debido a los frutos caídos en el suelo.

En total, se aspiraron cerca de 79ha sembradas con cafés variedad Colombia y Caturra. La capacidad de campo promedio del equipo fue 4,0 jornales/ha, el consumo de combustible fue de 4,4 galones/ha y la eficacia de aspiración estuvo entre 30 y 85%, y dependió directamente del arreglo espacial (distancias de siembra y trazo), de la pendiente del terreno y de las condiciones climáticas. Los costos

por hectárea estuvieron entre \$ 58.000 y \$ 850.000, y se relacionaron con el costo del jornal, con el arreglo espacial (distancias de siembra y trazo) y con la práctica del operario.

Se observó que los operarios con una hora de capacitación y medio día de acompañamiento en el lote, para verificar el funcionamiento del equipo, los movimientos en el lote y el desempeño operativo, adquieren los conceptos básicos de la metodología de trabajo. Lo anterior se refleja en tres aspectos: reducción del consumo de combustible, reducción de jornales por hectárea e incremento en la relación de la masa recolectada: café vs. suelo y material vegetal.

El trabajo de campo con el equipo permitió observar que la lluvia combinada con pendientes pronunciadas disminuyen el desempeño del operario, incrementan los costos (\$/ha) y la proporción de café en relación con la tierra y otros elementos que se recogen.

## II. AVANCES EN BENEFICIO

Se desarrollan investigaciones en beneficio ecológico y en secado solar para pequeños productores.

**Evaluación comparativa del desmucilagador con rotor de varillas respecto al desmucilagador tipo Cenicafé. ING 1121.** En esta investigación se evaluó el desempeño del desmucilagador de café con rotor de varillas con capacidad para 1.000kg de café cereza por hora (DRV-1.000), y como testigo se utilizó el desmucilagador Cenicafé (DESLIM-1.000). Los ensayos se realizaron en el Beneficiadero Experimental de Cenicafé. Se construyó un dispositivo experimental para establecer en ambos tratamientos el requerimiento de potencia en operación continua, la eficacia de remoción del mucílago al café procesado, el porcentaje de daño mecánico y factor

de rendimiento en trilla. Además, para el tratamiento DRV-1.000 se determinó el consumo específico de agua, la demanda química de oxígeno, los sólidos totales, los sólidos suspendidos y el potencial de hidrógeno para el agua de lavado y los lixiviados. Inicialmente, al café en cereza empleado en los tratamientos se le hizo una clasificación hidráulica para retirar los flotes (café maduro de inferior calidad), luego se despulpó sin agua, se limpió y se clasificó por tamaño. El café despulpado y clasificado fue suministrado a cada desmucilagador utilizando un dosificador de tornillo sinfín, y los subproductos (pulpa y mucílago) generados en ambos tratamientos se mezclaron utilizando un tornillo sinfín.

Los resultados muestran diferencias estadísticas en la remoción de mucílago a favor del DESLIM 1.000, con un valor superior al 98%, mientras que la remoción del mucílago en el DVR-1.000 osciló entre 79,20 y 82,39%. El daño mecánico para el DESLIM estuvo entre 0,84 y 1,06% y para el DRV-1.000 entre 0,27 y 0,38%, nótese que aunque los resultados obtenidos con el tratamiento DESLIM-1.000 son superiores a los alcanzados con DRV-1.000, estos valores son apreciablemente inferiores a los máximos establecidos. El requerimiento de potencia para el DESLIM fue 2,61kW y en el DVR-1.000 fue de 2,72kW, para lo cual no se presentaron diferencias estadísticas. Tampoco hubo diferencias estadísticas en la variable rendimiento en trilla, el cual fue de 93,25 y de 94,79 para el DRV-1.000 y el DESLIM 1.000, respectivamente. El promedio para la D.Q.O con el DRV-1.000 fue de 11,05g de D.Q.O/kg de c.c., con una reducción en contaminación respecto al beneficio tradicional de 90,4%. El consumo de agua para el DVR-1.000 con 2, 3 y 4 enjuagues fue de 3,32; 5,0 y 6,64L.kg<sup>-1</sup> de c.p.s., respectivamente, mientras que con el DESLIM fue de 0,8L.kg<sup>-1</sup> de c.p.s.

#### **Evaluación de un separador hidráulico de tornillo sinfín con frutos de café. ING**

**1119.** El café que llega al beneficiadero generalmente contiene altos porcentajes de cerezas (>15%) que por diversos factores, fisiológicos y fitosanitarios, entre otros, tienen una densidad inferior al café de mejor calidad y a la del agua. Adicionalmente, el café puede contener materiales extraños como piedras y objetos metálicos que dañan las despulpadoras. Para separar estos materiales los dispositivos hidráulicos son una excelente alternativa. Sin embargo, el más utilizado es el tanque sifón que según Márquez, permite retirar el 88,9% de los flotes y 49,3% de los objetos duros, con consumo específico de agua de 4,7L.kg<sup>-1</sup> de c.p.s., reciclándola con el empleo de una bomba, pero este dispositivo no es compatible con la tecnología BECOLSUB. En esta investigación se evaluó el Separador Hidráulico de Tornillo Sinfín (SHTS), desarrollado en Cenicafé, con tres diámetros de tornillo sinfín (3, 4 y 6"), cuatro velocidades de rotación del tornillo sinfín (100, 200, 300 y 400rpm) y tres ángulos de elevación. Los resultados obtenidos indican que este equipo permite retirar en promedio 98,8% de flotes y 88,2% de objetos duros, con un consumo específico de agua inferior a 0,01L.kg<sup>-1</sup> de c.p.s., operado con un ángulo de elevación mayor o igual a 60°.

#### **Efecto de la fermentación posterior al desmucilagado mecánico en la calidad en taza del café. ING 1120.**

Para determinar el efecto de almacenamiento del café desmucilagado mecánicamente antes del inicio del secado, en términos de calidad y contaminación, se aplicaron los siguientes tratamientos: Desmucilagado mecánico y secado inmediato (tratamiento 1), desmucilagado mecánico y almacenamiento con agua por un período de 12 a 14 horas (una noche) (tratamiento 2) y desmucilagado mecánico y almacenamiento sin agua por 12 a 14 horas (tratamiento 3). Cada tratamiento tuvo 12 repeticiones y la unidad experimental fue de 100kg de frutos de café, y se realizó un diseño

experimental completamente aleatorio. Para la ejecución de las pruebas se utilizó un módulo BECOLSUB 300 con clasificador hidráulico de tornillo sinfín y zaranda.

El análisis de varianza no mostró efecto de los tratamientos en la variable de respuesta porcentaje de tazas con calificación mayor o igual a siete en la característica impresión global. Sin embargo, si se toma el porcentaje de tazas con calificaciones superiores a 6, las cuales son consideradas aceptables, se presenta diferencia a favor de los tratamientos 1 y 3. En general, los tratamientos no tuvieron efecto sobre la calidad física del café. En la variable complementaria factor de rendimiento, no se encontró efecto de los tratamientos; el tratamiento 2 presentó un valor de 94,6kg, seguido por el tratamiento 1 con un valor de 95,1kg y el tratamiento 3 con un valor de 96,1kg. En cuanto a las variables de contaminación, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) presentó un aumento de 2,53g de DQO/kg c.c. para el tratamiento 2 y de 1,16g de DQO/kg c.c. para el tratamiento 3, comparados con el tratamiento 1, lo que significa un aumento de la contaminación de 20,9 y de 9,6%, respectivamente.

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

**ING 1123.** Se inició el registro de las variables planteadas en la metodología, las cuales han presentado el siguiente comportamiento después de dos repeticiones:

Inicialmente, el mucílago representa en promedio el 29,5% en peso del café despulpado, y disminuye durante el proceso de fermentación a menos del 2%, lo cual indica el punto de lavado, en un tiempo aproximado de 15 horas, en las condiciones ambientales del beneficiadero de Cenicafé. Los métodos tradicionales utilizados por los patieros para determinar el punto de lavado, como la introducción de un trozo de madera en la masa de café despulpado 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 a la penetración con un punzón y la temperatura de la masa, varían conforme avanza la fermentación, lo que indica cambios 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. ING0829.**

Para determinar el contenido de humedad del grano al finalizar el secado se emplean métodos directos e indirectos. Los métodos directos aunque son precisos requieren 20 minutos o más para su determinación y los indirectos no pueden determinar el contenido de humedad durante el proceso de secado, sino solo hasta finalizar el mismo, adicionalmente, estos equipos son costosos, lo que los hace inalcanzables para el caficultor.

Por esto Oliveros (2002) propone el método GRAVIMET, para realizar el seguimiento a la humedad del café durante el secado solar, y determinar cuándo el grano está en el rango del 10 a 12% b.h. Para el éxito del método se sigue diariamente con una balanza mecánica o digital la evolución de los cambios de peso de una muestra inicial de 200g, dispuesta en una canastilla que se ubica con el resto del café en el secador, y cuando ésta pese entre 105 y 106g, el café tiene un contenido de humedad entre el rango establecido para su comercialización.

Para determinar la precisión del método se determina el contenido de humedad del grano con el método GRAVIMET y se compara con el método estándar de referencia, según la norma ISO 6673, esto a diferentes contenidos de humedad desde 53 a 10% b.h. Los resultados obtenidos hasta ahora con el método GRAVIMET presentan un error absoluto que fluctúa entre 0,90 (para café después

de 17 horas de secado con aire forzado a 50°C) y 3,19 (para café después de 4 horas de secado en estufa a 50°C), que representan el 9,65 y 8,42% de error relativo, respectivamente. Una vez finalice esta etapa se evaluará el método GRAVIMET en 20 fincas de caficultores que emplean secador solar, ubicadas en los municipios de Chinchiná y Manizales.

**Evaluación de tecnologías solares parabólicas para el secado del café. ING 0831.**

Con el fin de disminuir el costo de construcción y facilitar su manejo se diseñaron los secadores denominados de túnel solar (Figura 26), en los cuales se utiliza materiales disponibles en la región. Con el fin de facilitar la construcción, operación y disminuir el costo se realizaron las siguientes modificaciones al modelo presentado en el 2006: 1) Se reemplazaron las compuertas laterales por tres compuertas de 3,5m de longitud, también enrollables; 2) Se reemplazó la polisombra utilizada para el piso por malla "sarán" de 45% de sombreadamiento, de mayor resistencia al desgaste generado por la fricción del

rastrillo y el café; 3) Se sujetó la malla del piso utilizando listones de madera de 2cm x 5cm para enrollarla y estirla, y luego acoplarla a la estructura de guadua construida para soportar el piso por medio de alambre galvanizado de 3,18mm de diámetro (1/8") y 18cm de longitud. De esta forma se agiliza la instalación del piso y, cuando sea necesario, retirarlo y volver a colocarlo rápidamente al menor costo posible.

En el período octubre 2006 a septiembre 2007 se realizaron 19 ensayos con cantidades de café lavado que variaron entre 46 y 138kg. Los tiempos de secado oscilaron entre 3 (con el empleo de un colector solar plano de 2,87m<sup>2</sup>) y 9 días (media 5,7 días, mediana 6 días y moda 6 días). Las eficiencias energéticas de secado con y sin colector solar fueron 15.390,6 y 31.751kJ.kg<sup>-1</sup> de agua evaporada. El contenido final de humedad, utilizando el método GRAVIMET, varió entre 10,5 y 11,9% (base húmeda), con media, mediana y moda de 11,3%, 11,2% y 11,2%, respectivamente.



■ **Figura 26.** Secador solar tipo túnel con piso en malla plástica "sarán" de 45% (12 m<sup>2</sup>) y bandejas laterales para facilitar el proceso de secado.

TC 11 años de MTC

Los resultados obtenidos indican que con empleo de colectores solares simples de bajo costo y extractores de aire también de muy bajo costo y potencia (30W), se puede aprovechar más eficientemente la radiación solar directa y difusa para el secado del café, y disminuir el tiempo de secado hasta en 50%. Adicionalmente, se facilita el manejo del secador, debido a que el proceso puede llevarse a cabo con las compuertas cerradas y la remoción del aire húmedo del interior del secador (aire exhausto) se realiza en forma continua por medio del ventilador. Esta característica es de especial importancia porque la época de cosecha coincide con la temporada de lluvias, lo cual exige frecuentemente a la persona encargada de atender el secado, generalmente la señora de la casa, cerrar y abrir las compuertas varias veces al día, cuando las condiciones climáticas lo requieran.

**Diseño, construcción y evaluación de un dispositivo automático para el control de la temperatura y el caudal de aire en el proceso de secado mecánico de café. ING 0835.** Con el fin de estimar los efectos e impactos de esta propuesta, se realizaron distintas pruebas teóricas y experimentales en las cuales se modelaron los efectos económico y técnico de la implementación de un control de caudal y combustible para el secado mecánico de café.

Inicialmente, se estimó el ahorro anual de combustible en un secador mecánico de café automatizado, y los resultados fueron muy promisorios, al arrojar disminuciones del consumo de combustible que van desde el 12% hasta el 40% para grandes y pequeños volúmenes de café, respectivamente. Con base en lo anterior y con el fin de controlar el caudal y la temperatura del aire de secado para disminuir el flujo de combustible, se modeló el comportamiento de la humedad con respecto al tiempo de secado para distintas capas de café, al mantener un caudal específico constante de

100m<sup>3</sup>/min t c.p.s. Los resultados mostraron que no hay diferencia significativa en tiempos de secado para ese mismo caudal, lo cual indica que un control del caudal de aire bien diseñado puede contribuir a la calidad, inocuidad, a disminuir el tiempo de secado del café y el consumo específico de combustible.

**Metodología para la construcción de ventiladores para el secado de café en talleres rurales. ING 0836.** En el secado mecánico el ventilador es el componente más importante, porque debe entregar el caudal de aire a la presión estática requerida en el proceso y con aprovechamiento eficiente de la potencia suministrada por el motor. En su diseño deben tenerse en cuenta dos variables muy importantes: el caudal necesario que debe entregar y las pérdidas totales del sistema, para diferentes condiciones de carga o resistencia, que incluye la caída de presión a través de cada componente del equipo: intercambiador de calor, capa de granos, compuertas y eventuales cambios de dirección. Una mala selección de éste puede llevar a un desempeño inadecuado del secador como tiempos excesivos de secado, alta desuniformidad de la humedad final del secado a través de la capa y alto consumo de combustible, entre otros, por insuficiencia en el flujo de aire. Como resultado de las pruebas preliminares realizadas en Cenicafé, se determinó la curva característica de un ventilador centrífugo marca Ingsec, accionado por un motor de marca U.S. Electrical Motors de 2 HP y que gira a 1.725rpm, para comprobar que estuviera entregando el caudal de aire necesario.

### III. COSTOS DE PRODUCCIÓN

**Manejo de volcamiento en germinadores de café con *Trichoderma harzianum* (Tricho-D).** El efecto protector de *Trichoderma harzianum* (Ingrediente activo del producto comercial Tricho-D) en semillas de café

(Variedad Castillo® Naranjal) contra el ataque de *Rhizoctonia solani*, se validó en la Subestación Experimental La Catalina. A los 80 días después de sembradas las semillas, el promedio de germinación fue de 93% y el promedio de la incidencia del volcamiento fue de 3,2% (Figura 27). Esta validación realizada en las distintas fincas cafeteras y en la Subestación La Catalina con *T. harzianum*, confirma el uso de esta tecnología como limpia, confiable y económica para producir germinadores de café. El análisis económico de los germinadores de café con el empleo de *T. harzianum*, indica que el productor de café, además de obtener el beneficio con la construcción de su propio germinador, con producción de chapolas sanas y de buena calidad, reduce su costo unitario (\$ 5,6) en relación con el valor de una chapola de menor calidad obtenida en germinadores comerciales (\$ 12 a 14).

**Efecto de la fertilización química y biológica en el cultivo de café.** Durante el primer ciclo productivo de plantas de café de la variedad Colombia de cinco años de establecidas en el campo, se determinó que los tratamientos donde se

aplicó el fertilizante químico al 75% + Bacthon (dos aplicaciones de químico por una de Bacthon) mostraron los niveles más altos en altura de la planta, número de cruces y hojas con respecto a los demás tratamientos. Igualmente, este tratamiento presentó los niveles más bajos de mancha de hierro en hojas y frutos, en relación con los demás.

Este experimento generó información relacionada con la nutrición de plantas de café. En este sentido, al reducir el fertilizante químico que usa el caficultor y al combinarlo con el producto biológico, se alcanza una producción mayor a la obtenida con la fertilización química tradicional. En el acumulado de cuatro cosechas registradas (2003, 2004, 2005, 2006) con la reducción del fertilizante químico al 75% + la aplicación de Bacthon (dos aplicaciones de químico por una de Bacthon), se obtuvo la mayor producción de café (822,7kg de café cereza/60 árboles) en comparación con el testigo referente que fue la aplicación del fertilizante químico al 100% (711,4kg de café cereza/60 árboles). La reducción del fertilizante químico al 25% + Bacthon



■ **Figura 27.** Alta germinación y calidad de las chapolas de café producidas en un sustrato tratado con *Trichoderma harzianum*.

(dos aplicaciones de químico por una de Bacthon) también mostró beneficios, con una producción de 692,2kg de café cereza/60 árboles. Las plantas a las cuales no se les realizó ningún tratamiento (testigo absoluto), fueron las que mostraron los mayores niveles de mancha de hierro, el menor crecimiento y la más baja producción (503,2kg de café cereza/60 árboles), con lo que se confirma la importancia de realizar una adecuada

y oportuna fertilización y la respuesta positiva del café a ésta. En el análisis económico, se muestran los beneficios que obtiene el caficultor al reducir la fertilización química y combinarla con la fertilización biológica (Tabla 46).

Las plantas de este experimento se renovaron en abril del presente año y en octubre se inició nuevamente este trabajo experimental bajo condiciones de zoca.

■ **Tabla 46.** Análisis de presupuesto parcial por tratamiento/ha/año de la comparación entre fertilización química y fertilización biológica.

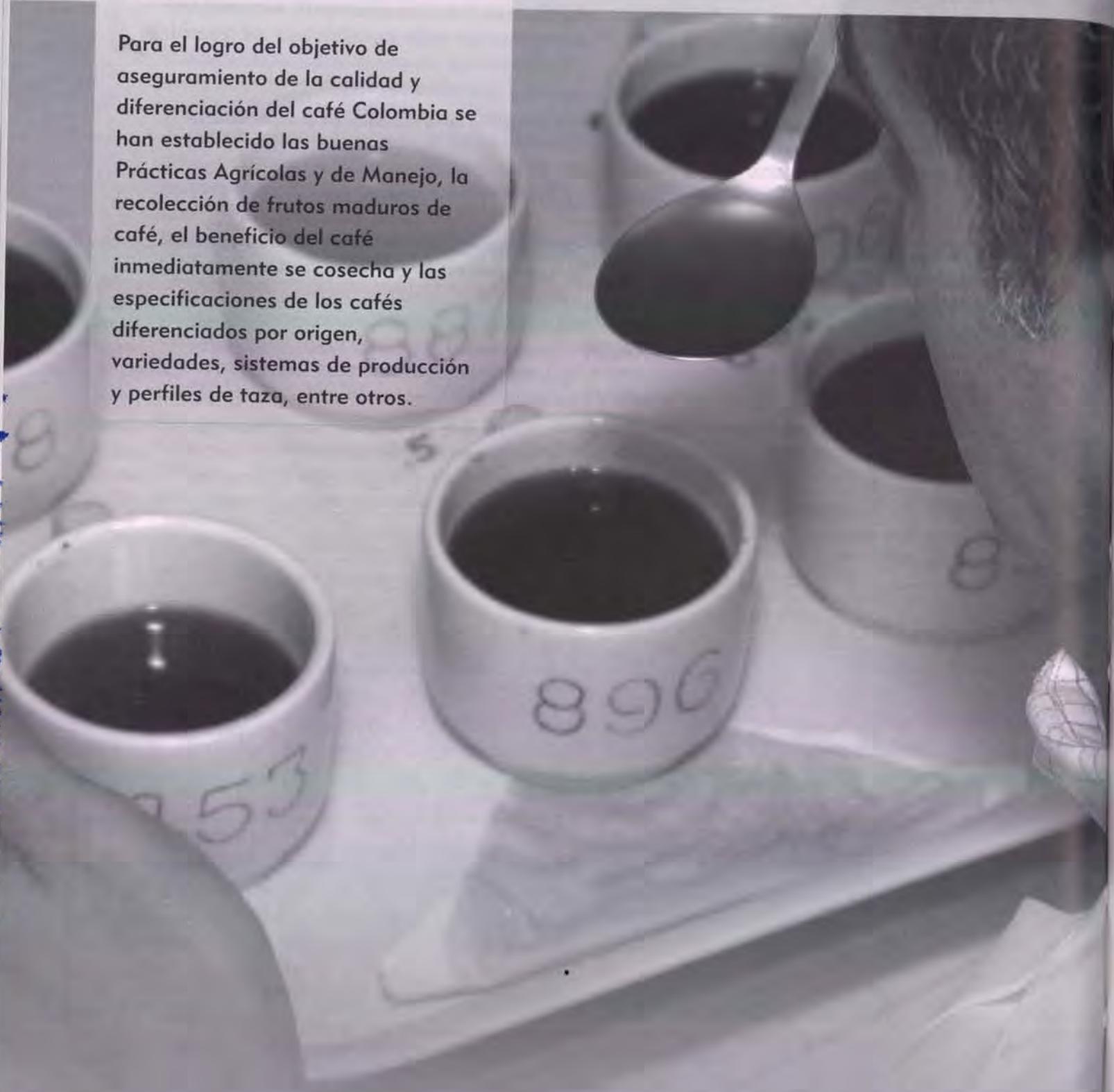
	<b>Tratamiento</b>	<b>Producción Promedio anual (@cps/ha)</b>	<b>Variación en costos e ingresos (\$) (Impactos negativos)</b>	<b>Variación en costos e ingresos (\$) (Impactos positivos)</b>	<b>Ingreso Neto (\$)</b>
1	Fertilizante químico 100% tres aplicaciones	320,61			
2	Fertilizante químico 75% tres aplicaciones	286,29	1.548.627	1.171.868	-376.759
3	Fertilizante químico 50% tres aplicaciones	290,62	1.353.286	1.325.286	-27.999
4	Fertilizante químico 25% tres aplicaciones	340,47	296.038	1.760.369	1.464.332
5	Fertilizante químico 75% dos aplicaciones más Bacthon una aplicación	375,31	1.239.159	2.993.362	1.754.203
6	Fertilizante químico 75% una aplicación más Bacthon dos aplicaciones	345,96	538.417	1.884.674	1.346.257
7	Fertilizante químico 50% dos aplicaciones más Bacthon una aplicación	307,28	644.213	1.053.271	409.057
8	Fertilizante químico 50% una aplicación más Bacthon dos aplicaciones	267,51	2.476.107	2.122.497	-353.610
9	Fertilizante químico 25% dos aplicaciones más Bacthon una aplicación	318,40	142.115	1.091.089	948.973
10	Fertilizante químico 25% una aplicación más Bacthon dos aplicaciones	263,86	2.640.651	2.173.469	-467.182
11	Bacthon tres aplicaciones	219,80	4.670.946	3.233.197	-1.437.749
12	Testigo absoluto	221,64	4.465.632	3.455.043	-1.010.589

Las investigaciones desarrolladas en Cenicafé buscan la inocuidad y las calidades física y organoléptica del café, para ofrecer y garantizar el grano de mejor calidad del mundo acorde a las tendencias del mercado.

Para el logro del objetivo de aseguramiento de la calidad y diferenciación del café Colombia se han establecido las buenas Prácticas Agrícolas y de Manejo, la recolección de frutos maduros de café, el beneficio del café inmediatamente se cosecha y las especificaciones de los cafés diferenciados por origen, variedades, sistemas de producción y perfiles de taza, entre otros.

# Calidad y Cafés Especiales

El Plan de MTC



## I. 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.** Durante el año 2007 se continuó con el desarrollo del proyecto *Estudio de perfiles sensoriales y componentes químicos del café de Colombia para su verificación de origen y calidad*. Con esta investigación se busca obtener información científica para conocer el efecto de factores geográficos y climáticos, y la influencia del origen del suelo y de los factores agronómicos y de proceso de beneficio en la calidad del café de Colombia, con el objetivo de generar conocimiento y tecnologías para asegurar la calidad y la diferenciación del café de Colombia.

En la realización de la investigación han participado investigadores de Cenicafé, así como Extensionistas de los departamentos de Huila, Tolima, Antioquia, Quindío y los jefes de las Subestaciones Experimentales Pueblo Bello, Santander y Paraguaicito. Se han evaluado muestras de las cosechas de los años 2005, 2006 y 2007, así:

- Cosechas 2005 (octubre a diciembre): Antioquia, Quindío, Caldas, Cesar (Sierra Nevada de Santa Marta y Sierra del Perijá) y Santander.
- Cosechas 2006 (abril a junio y octubre a diciembre): Huila, Tolima, Antioquia, Quindío, Caldas, Cesar (Sierra Nevada de Santa Marta y Sierra del Perijá) y Santander.
- Cosecha 2007 (abril a junio y octubre a diciembre): Huila, Tolima.

En el segundo año de esta investigación se obtuvieron muestras de 201 lotes de café, localizados en 144 fincas y tres Subestaciones Experimentales, de 37 municipios ubicados en siete departamentos, en altitudes entre 1.050 y 2.050m, en 15 unidades de suelos y seis materiales parentales distintos. Las muestras correspondieron

a las variedades de *Coffea arabica* más importantes en cada zona, las cuales incluyeron las variedades Colombia, Típica, Caturra, Tabi, y Maragogipe y Catimor, en Antioquia. Se incluyeron fincas que procesan el café tanto por Becolsub como por fermentación natural, y que secan el grano en secadores mecánicos y al sol. Se analizó la calidad y el contenido de los elementos químicos de muestras procesadas según el método de beneficio de la finca y muestras provenientes de los mismos lotes que fueron procesadas aplicando las Buenas Prácticas Agrícolas en el beneficio. Se han efectuado 6.996 análisis sensoriales, 47.279 determinaciones de elementos químicos, 9.344 análisis físicos del grano y se han obtenido los datos de la trazabilidad de origen y de procesos del café para las muestras evaluadas.

Las actividades incluyeron: la recolección de la información sobre los procesos del café realizados en las fincas participantes (trazabilidad de procesos); la recolección de muestras de suelo, agua y café de las fincas; el beneficio de las muestras de café sujeto a la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en el beneficio; la realización de análisis sensoriales (prueba de taza), análisis físicos, análisis físico-químicos; y la determinación de elementos químicos en café verde y café tostado, y en el suelo y el agua.

Se encontró que en el 98,6% de los lotes de procedencia del café se fertiliza con abonos químicos y en el 46,2% se usan insecticidas para el control de la broca. En el 13,8% de los lotes no se realizan las evaluaciones de infestación por broca. En el 3,8% de los lotes no hay infestación por broca. La infestación por broca fue de 1,54%, en promedio, en los lotes evaluados y de 2,52% en las fincas.

**Resultados del análisis sensorial:** El 47,1% de las tazas fueron aceptadas por

su calidad sensorial, el 27,1% tuvieron defectos en taza y el 25,8% presentaron desviaciones por falta de intensidad en las características sensoriales o por sabores astringentes. En promedio, los aromas del café en estudio obtuvieron calificación de seis, y las cualidades del sabor obtuvieron una calificación media de cinco. En un análisis de la información según los factores de origen y proceso de las muestras de café se encontró (Tabla 47):

- Por departamentos: El mayor porcentaje de tazas aceptadas se registró en Santander con un 73,5%, seguido de Cesar con 54,8% y Tolima con 50,5%. Las muestras de Antioquia obtuvieron el menor porcentaje de aceptación con un 34,9% y el mayor porcentaje de rechazos con un 36,4%.
- Por material parental: Las mejores muestras provenían de Santander y Cesar, zonas con suelos provenientes de materiales metamórficos y el complejo ígneo-ceniza volcánica. Aunque es importante destacar que no es el suelo el que imparte las características de calidad, sino además la variedad y el cuidado en el beneficio del café.
- Por unidad de suelo: Se destacaron las muestras de las unidades Paujil (73,5%) en Santander, Montenegro en el Quindío (56,2%), y Perijá y la Montaña en Cesar (55%). La menor aceptación se encontró en las muestras provenientes de la unidad Malabar (6,3%) en el Quindío y la unidad Suroeste (35,4%) de Antioquia.
- Por variedad: La variedad Tabi presentó el mayor porcentaje de tazas con calificación por encima de siete (70,2%), seguido de Típica con 61,1% y Maragogipe con 60,4%. Los mayores rechazos así como el menor porcentaje de aceptación de tazas se registraron en la variedad Catimor con un 51,4 y 23,6%, respectivamente.
- Por rango de altitudinal del cultivo: No se presentaron diferencias en el porcentaje de aceptación de las tazas de café según el rango de altitud del cultivo. Es así como fueron aceptadas del 45 al 50,7% de las tazas según disminuyó el rango de altitud mayor de 1.600 a menos de 1.300m, y en promedio la calificación de las tazas fue de seis para altitudes menores que 1.300m y de cinco para las muestras de cultivos entre 1.300 y 1.600, y por encima de 1.600m.
- Por práctica de beneficio: Se encontró diferencia en la aceptación (tazas sin defectos) de la calidad del café entre la práctica de beneficio usada en la finca y las muestras procesadas por BPM. El 52,5% de las tazas BPM obtuvieron calificación superior a 7, y se encontraron defectos en el 20% de las tazas. Mientras que en las muestras procesadas según finca se aceptaron el 40,7% de las tazas y se rechazaron el 35,5% de las tazas.
- Por tipo de beneficio: para las muestras procesadas por Becolsub se aceptó el 38% de las tazas y se rechazó el 33,3%. En tanto que las muestras procesadas por la fermentación natural resultaron mejores, con 49,4% de tazas aceptadas y 25,5% de defectos.
- Por tipo de secado: Si se compara la calidad de la bebida de café según el tipo de secado, se observa que las muestras secadas al sol tuvieron una mejor calidad, con un 51% de aceptación, comparado con el secado mecánico que obtuvo 25,5% de tazas aceptadas y 47,5% de rechazos, debido a los sabores ahumados y extraños, por lo cual el promedio de calificación fue de cuatro en las cualidades sensoriales, comparado con el promedio de seis para las muestras secadas al sol y procesadas por BPM o por finca.

**Tabla 47.** Calidad sensorial del café, según la aceptación (calificación 7, 8 ó 9), tolerancia (calificación 4, 5 ó 6) y rechazo (calificación 3, 2, ó 1), según el porcentaje de tazas, de acuerdo con los factores de origen y proceso (580 muestras).

FACTOR	TAZAS ACEPTABLES	TAZAS TOLERABLES	TAZAS RECHAZADAS	TOTAL
	%	%	%	%
<b>DEPARTAMENTO</b>				
Antioquia	34,9	28,8	36,4	100
Caldas	50,0	25,4	24,6	100
Cesar	54,8	24,9	20,4	100
Huila	44,9	24,8	30,3	100
Quindío	49,5	28,5	22,0	100
Santander	73,5	16,2	10,3	100
Tolima	50,5	22,5	27,0	100
<b>MATERIAL PARENTAL</b>				
Ceniza Volcánica	46,6	27,8	25,6	100
Ígneo Extrusivo	43,6	20,6	35,8	100
Ígneo Intrusivo	46,4	26,2	27,5	100
Ígneo-Volcánica	54,8	25,2	20,0	100
Metamórfico	56,4	18,9	24,7	100
Sedimentario	44,0	27,8	28,2	100
<b>UNIDAD DE SUELO</b>				
Campo Alegre	53,9	17,8	28,2	100
Chinchiná	41,0	27,1	31,9	100
La Espiga	45,2	37,5	17,3	100
La Montaña	54,8	25,2	20,0	100
Libano	48,2	25,9	25,9	100
Malabar	6,3	62,5	31,3	100
Montenegro	56,2	26,2	17,6	100
Parnaso-200	43,9	27,9	28,2	100
Paujil	73,5	16,2	10,3	100
Perijá	54,7	24,0	21,4	100
Quindío	39,4	30,0	30,6	100
Salgar	24,1	24,1	51,9	100
San Simón	44,5	27,2	28,3	100
Siberia	43,4	13,2	43,4	100
Suroeste	35,4	30,8	33,8	100
<b>RANGO DE ALTITUD</b>				
<1.300	50,7	25,5	23,8	100
1.300 a 1.600	46,5	25,8	27,7	100
>1.600	45,1	26,1	28,8	100
<b>VARIEDAD</b>				
Catimor	23,6	25,0	51,4	100
Caturra	45,5	28,3	26,4	100
Colombia	46,8	24,5	28,5	100
Maragogipe	60,4	33,3	6,3	100
Tabi	70,2	17,9	11,9	100
Típica	61,1	36,1	2,8	100
<b>PRÁCTICA DE BENEFICIO</b>				
BPM	52,5	27,5	20,0	100
Proceso Finca	40,7	23,9	35,5	100
<b>TIPO DE BENEFICIO</b>				
Becolsub	38,0	28,8	33,3	100
Fermentación Natural	49,4	25,1	25,5	100
<b>TIPO DE SECADO</b>				
Mecánico	25,5	27,0	47,5	100
Solar	51,0	25,6	23,4	100

- Por cosecha: En el 86% de los departamentos se mejoró el porcentaje de tazas aceptadas y se redujo el porcentaje de rechazos entre la primera y la segunda cosechas evaluadas. Las mejoras en la calidad se observaron en las muestras procesadas por BPM, la cuales pasaron de 47,3 a 59,2% de tazas aceptadas, en tanto que las muestras procesadas según el método de la finca no mejoraron en el porcentaje de tazas aceptadas y por el contrario, aumentó el porcentaje de rechazos de 32 a 42,4%.

En general, se encontraron sabores defectuosos en el 36,8% de las muestras. El defecto fermento se encontró en el 11,9% de las muestras, en promedio, y constituyó el 32,3% de los defectos; los sabores leñosos, sucios y extraños se presentaron en el 9,9% de las tazas y constituyeron el 26,9% de los defectos; los contaminados, químicos, fenol y ahumado se presentaron en el 3,1% de las tazas y constituyeron el 8,6% de los defectos; y los sabores astringentes se presentaron en el 6,1% de las muestras y constituyeron el 16,5% de las desviaciones de la taza limpia.

El defecto fermento se encontró en un mayor porcentaje en Antioquia (15,8%) y Huila (17,2%), y el menor porcentaje de este defecto se registró en Cesar, con 3,3%. Por rango de altitud, el defecto fermento en taza fue mayor a más de 1.600m (16% de tazas), seguido de 13,1% para altitudes de 1.300 a 1.600m, y de 4,9% a menos de 1.300m. Este defecto se encontró en un mayor porcentaje en las variedades Catimor, Caturra y Colombia, y en menor porcentaje en Maragogipe, Tabi y Típica.

El 13,6% de las muestras provenientes de BPM presentaron defecto fermento en taza, que constituyó el 8,3% de las tazas de café procesado por BPM, comparado con 16,1% de tazas para las muestras

procesadas según el método de la finca, que correspondieron al 24,2% de las muestras. El defecto fermento en taza fue mayor en las muestras procesadas por Becolsub y también en las muestras secadas en secador mecánico.

Los defectos ahumado y fenol en taza fueron mayores en las muestras procesadas por Becolsub y en las muestras secadas en secador mecánico. El ahumado fue mayor en el departamento del Quindío y el fenol en los departamentos del Tolima y Antioquia. Las tazas con contaminación química se encontraron en mayor proporción en el departamento del Tolima, seguido de Caldas, y en los municipios de Cesar, de la unidad Perijá. El ahumado fue mayor en el café procesado según el método de la finca, y en las muestras procedentes del Quindío, lo cual puede deberse a residuos de carbón en muestras secadas en secadores mecánicos.

Los sabores astringentes se encontraron en mayor proporción en la variedad Maragogipe seguido de Caturra y Catimor. Así mismo, la variedad Catimor presentó los mayores porcentajes de sabores extraños, sucios y leñosos en la taza.

Los principales defectos encontrados en la bebida del café se originaron por contaminaciones del grano con químicos en el cultivo y en el almacenamiento, por inadecuadas prácticas en el beneficio, por retrasos en el proceso y por un inadecuado secado, por tanto estos defectos no son atribuibles al origen del suelo como tal, sino a las condiciones y prácticas agronómicas y de beneficio efectuadas en esos sitios. El seguimiento de la trazabilidad de origen y procesos de las muestras permite determinar las zonas donde se están presentando con mayor frecuencia estos defectos que afectan la calidad del café de Colombia y que finalmente facilitarán la implementación de planes de mejoramiento.

**Humedad del pergamino:** El promedio general de la humedad del café pergamino de las 580 muestras fue de 11,1% (C.V. de 11,7%), con un mínimo de 6,9% y un máximo de 17,1%. La humedad de las muestras de todos los departamentos estuvo en un rango aceptable del 10 al 12%, en promedio. Sin embargo, en todos los departamentos se observaron desviaciones por sobresecado y por falta de secado. Se observó una mejora en el control de humedad entre las cosechas evaluadas entre departamentos, aunque se encontraron muestras sobresecadas y otras con humedades por encima del 12% (Tabla 48).

**Rendimiento en trilla:** El menor rendimiento en trilla se obtuvo para los cafés de Cesar, Quindío y Santander, y varió entre departamentos de 90,3 a 98,7. La variedad Típica presentó el mejor rendimiento en trilla (86,1), seguida de la variedad Tabi con 88,2, y el mayor registro lo obtuvo la variedad Catimor, con 97,7 (Tabla 48).

En promedio, el factor de rendimiento fue mejor para el café procesado por BPM (92,1) que para las muestras procesadas según el método de la finca, el cual obtuvo un promedio de 95,9. También resultó mejor el rendimiento en las muestras de fermentación natural (93,1) que en las muestras procesadas por Becolsub (96,7), y fue mejor en las muestras secadas al sol (92,9) comparadas con las muestras secadas en secador mecánico (98,8). También, el factor de rendimiento fue mejor en las muestras cultivadas a altitudes por encima de 1.600m (92,3) y menor en las muestras provenientes de cultivos por debajo de 1.300m, con un promedio de 96,7. Por unidades de suelo, el mejor rendimiento se obtuvo en la unidad Perijá en Cesar, seguido de la Espiga y Campoalegre en el Huila, La Montaña en Cesar y Paujil en Santander, y los mayores rendimientos en trilla se encontraron en muestras provenientes de las unidades Malabar en Quindío, Salgar

y Suroeste en Antioquia, y la unidad Líbano en Tolima.

**Tamaño del grano almendra:** El tamaño del grano fue mayor en la variedad Maragogipe, seguido de las variedades Tabi, Típica, Colombia, Caturra y Catimor (Tabla 48). No se encontraron diferencias entre el tamaño del grano según la altitud del cultivo.

**Defectos del café almendra:** En promedio, las 580 muestras presentaron 8,6% de defectos. Los principales defectos fueron "brocado", vinagre, mordido y decolorado.

Hubo un mayor porcentaje de defectos (10,5%) en las muestras procedentes de fincas ubicadas por debajo de 1.300m, donde los granos "brocados", vinagres y decolorados fueron mayores en comparación con el café cultivado entre los 1.300 y 1.600m y a altitudes mayores que 1.600m. El porcentaje total de defectos fue mayor en las muestras provenientes del proceso en la finca por Becolsub y secadas mecánicamente. El menor porcentaje de defectos del grano almendra (7,3%) se registró en el café cultivado por encima de 1.600m, con 0,8% de granos "brocados", en promedio, comparado con 2,1% para las muestras cultivadas entre 1.300 a 1.600m, y 3,8% para el café cultivado por debajo de 1.300m. En Caldas se registró el mayor porcentaje total de defectos (11,5%) seguido de Quindío y Tolima, con el 10%.

El mayor porcentaje de grano "brocado" se registró en Caldas (4,9%), seguido de Quindío (4,6%), y los menores porcentajes se encontraron en Cesar, Santander y Huila, los cuales variaron entre 0,9 y 1%. De acuerdo a la variedad, el mayor porcentaje de "brocados" se registró en la variedad Colombia (2,4%), seguida de la variedad Caturra (1,9%).

El mayor porcentaje de granos vinagres se encontró en Antioquia (1,5%) provenientes

Tabla 48. Calidad física del café pergamino y almendra según los factores de origen y proceso (580 muestras).

FACTOR	HUMEDAD PERGAMINO		RENDIMIENTO TRILLA		BROCADO		VINAGRE		DECOLORADO		MORDIDO		TOTAL DEFECTOS	
	MEDIA %	C.V. %	MEDIA	C.V. %	MEDIA %	C.V. %	MEDIA %	C.V. %	MEDIA %	C.V. %	MEDIA %	C.V. %	MEDIA %	C.V. %
<b>DEPARTAMENTO</b>														
Antioquia	11,1	10,5	95,0	8,4	1,1	118,3	1,5	122,5	1,7	152,3	1,6	82,9	8,7	70,2
Caldas	11,4	12,9	98,7	7,4	4,9	79,1	0,7	82,2	1,4	133,0	1,8	68,0	11,5	47,0
Cesar	11,3	8,7	90,3	11,6	1,1	159,3	1,1	255,8	1,6	219,6	0,8	129,1	6,1	127,4
Huila	11,0	12,2	91,4	8,8	0,9	177,2	0,8	107,1	1,2	237,7	1,3	85,3	7,5	63,4
Quindío	10,9	12,3	96,8	8,1	4,6	94,5	0,6	104,9	0,9	235,1	1,0	72,6	10,0	56,7
Santander	11,5	13,9	91,4	9,1	0,9	217,4	0,9	201,1	0,9	187,9	1,8	136,7	6,5	111,0
Tolima	11,0	8,0	94,7	8,0	1,9	10,1	1,0	103,7	1,5	170,9	1,8	252,2	10,0	63,3
<b>MATERIAL PARENTAL</b>														
Ceniza Volcánica	11,0	11,8	96,7	8,4	4,0	102,0	0,8	147,8	1,2	220,8	1,4	84,8	10,2	58,3
Ígneo Extrusivo	11,1	8,1	92,6	6,5	0,9	135,8	1,2	93,7	1,5	142,3	1,1	86,5	6,7	72,9
Ígneo Intrusivo	10,9	12,4	91,7	9,0	1,1	160,1	0,7	110,7	1,0	256,1	1,3	80,3	8,1	60,3
Ígneo-Volcánica	11,4	9,4	91,1	13,0	1,5	136,2	1,2	254,5	2,0	195,9	0,9	127,7	6,9	125,7
Metamórfico	11,6	12,3	93,3	8,3	0,9	182,9	1,0	179,3	1,2	135,1	1,6	124,8	7,0	86,9
Sedimentario	11,3	11,4	94,4	11,3	0,9	166,6	1,6	156,2	1,9	185,4	1,3	98,0	8,3	98,7
<b>UNIDAD DE SUELO</b>														
Campo Alegre	10,7	12,9	90,9	17,0	1,5	147,1	0,9	142,6	0,9	238,3	1,8	77,0	9,4	61,8
Chinchiná	11,2	11,8	96,4	6,9	3,3	107,9	0,9	111,1	1,4	133,0	1,9	74,5	10,1	49,2
La Espiga	11,0	11,1	90,6	5,9	0,6	135,4	0,5	110,0	0,2	256,3	1,0	61,5	7,1	65,0
La Montaña	11,4	9,4	91,1	13,0	1,5	136,2	1,2	254,5	2,0	195,9	0,9	127,7	6,9	125,7
Libano	11,2	6,5	97,1	14,0	2,2	109,7	1,4	191,0	2,5	234,7	1,8	79,9	11,3	84,4
Malabar	12,3	10,2	110,8	9,8	8,3	80,7	1,0	27,3	5,1	90,6	0,9	37,7	19,1	37,9
Montenegro	11,0	10,1	96,4	8,0	5,0	93,9	0,6	107,9	0,6	216,2	0,9	76,1	10,0	55,5
Parnaso-200	11,1	8,5	93,8	7,9	1,1	131,7	1,3	105,2	1,3	143,3	1,3	87,6	7,7	75,7
Paujil	11,5	13,9	91,4	9,1	0,9	217,4	0,9	201,1	0,9	187,9	1,8	136,7	6,5	111,0
Perijá	11,1	5,3	88,2	4,5	0,2	194,5	0,8	242,8	0,3	119,8	0,7	129,8	3,9	92,2
Quindío	10,6	15,8	96,1	6,4	3,4	77,9	0,5	108,3	1,1	241,0	1,2	62,6	9,1	54,1
Salgar	11,7	8,7	96,9	5,0	0,9	74,4	1,3	148,4	1,7	75,2	1,3	54,7	7,8	31,2
San Simón	11,0	12,3	92,1	5,7	1,0	160,8	0,7	89,3	1,1	249,7	1,2	75,6	7,9	58,2

Continuación...

FACTOR	HUMEDAD PERGAMINO		RENDIMIENTO TRILLA		BROCADO		VINAGRE		DECOLORADO		MORDIDO		TOTAL DEFECTOS	
	MEDIA %	C.V. %	MEDIA	C.V. %	MEDIA %	C.V. %	MEDIA %	C.V. %	MEDIA %	C.V. %	MEDIA %	C.V. %	MEDIA %	C.V. %
Siberia	11,1	7,6	91,4	4,2	0,7	132,2	1,2	76,4	1,6	139,5	0,9	71,2	5,8	61,7
Suroeste	11,5	14,3	99,4	11,8	1,5	122,1	2,1	120,7	3,2	137,4	1,8	74,3	11,8	77,0
<b>RANGO DE ALTITUD</b>														
<1.300	11,1	10,7	96,7	12,0	3,8	115,0	1,1	199,4	1,6	220,5	1,1	92,2	10,5	78,0
1300 a 1.600	11,2	12,1	93,3	9,4	2,1	128,4	0,8	159,4	1,2	210,9	1,4	97,1	8,3	66,9
>1.600	11,0	11,2	92,3	5,2	0,8	141,4	0,9	107,1	1,2	197,8	1,2	76,3	7,3	55,7
<b>VARIEDAD</b>														
Catimore	12,0	4,5	97,7	5,8	0,7	81,9	1,5	148,2	1,7	56,7	1,6	46,2	8,1	34,7
Caturra	11,0	12,1	94,1	8,4	1,9	162,1	0,8	151,0	1,0	231,1	1,3	94,9	8,4	70,5
Colombia	11,1	11,5	94,0	10,1	2,4	134,4	1,0	162,6	1,5	207,1	1,3	88,2	9,0	69,8
Maragogipe	11,5	5,0	92,2	1,0	1,2	92,3	0,9	101,2	1,6	48,6	1,9	44,6	7,5	21,4
Tabi	11,3	6,0	88,2	4,2	1,1	139,6	0,8	213,8	0,7	157,5	0,9	123,2	4,7	90,1
Típica	11,2	8,2	86,1	6,5	0,2	91,3	0,4	22,3	0,8	49,1	0,8	64,7	6,9	14,3
<b>PRÁCTICA DE BENEFICIO</b>														
BPM	11,1	11,1	92,1	7,9	1,8	163,9	0,6	138,9	1,0	239,5	1,0	96,3	7,0	76,1
Proceso Finca	11,0	12,0	95,9	10,4	2,5	129,3	1,2	155,4	1,6	191,3	1,6	82,2	10,5	61,2
<b>TIPO DE BENEFICIO</b>														
Becolsub	10,9	12,0	96,7	11,8	3,5	95,9	1,2	173,9	1,4	188,2	1,4	71,7	11,0	56,3
Fermentación Natural	11,1	11,4	93,1	8,4	1,8	165,7	0,8	151,6	1,3	221,7	1,2	96,5	8,0	74,1
<b>TIPO DE SECADO</b>														
Mecánico	11,0	12,8	98,8	14,1	3,4	113,2	1,6	161,5	2,3	160,3	1,7	64,5	12,9	57,4
Solar	11,1	11,3	92,9	7,7	1,9	152,9	0,8	146,5	1,1	228,0	1,2	96,9	7,7	70,0

de los municipios de la unidad de suelo Suroeste y Salgar. En Cesar y Tolima se encontraron 1,0% de vinagres, y en Quindío fue de 0,6%. El porcentaje de granos vinagres fue mayor (1,1%) en altitudes menores de 1.300m, en las otras altitudes varió en promedio entre 0,8 y 0,9%. Los mayores porcentajes de vinagres se encontraron en la variedad Típica del Cesar y en Catimor en Antioquia.

El porcentaje de grano decolorado fue mayor en Antioquia y Cesar, seguido de Caldas, y se encontró en mayor porcentaje en altitudes menores de 1.300m (1,6%). Así mismo, se registró el mayor porcentaje de granos decolorados en el café procesado según método de la finca (1,6%) comparado con el 1,0% del café beneficiado con BPM, y también fue mayor el porcentaje de este defecto en el café procesado por Becolsub y secado mecánicamente (2,3%) comparado con el grano secado al sol (1,1% en promedio).

El porcentaje de grano mordido fue similar en Antioquia, Caldas, Santander y Tolima, con 1,8% en promedio, y fue más bajo en Huila y Cesar. Este defecto también fue superior en las muestras de proceso finca, beneficiadas por Becolsub y secadas en secadores mecánicos.

Puede concluirse que:

- Los defectos del grano de café más frecuentes son "brocado", vinagre y decolorado, originados en el primer caso por la infestación por broca, y por la falta de control en la recolección, el beneficio, la fermentación y el secado del café, para los defectos vinagres y decolorados.
- Los defectos en taza más frecuentes son fermento y *stinker*, ocasionados por falta de control en la recolección y el beneficio; los leñosos y extraños por la presencia de los granos "brocados", y

los contaminados originados por el uso inadecuado de sustancias en el manejo fitosanitario y por falta de control en la combustión y las emisiones de los secadores mecánicos, así como por la deficiencia en la higiene de los lugares de transporte y almacenamiento del café.

- Se logró implementar el proyecto en siete departamentos, con la vinculación de 144 fincas y tres Subestaciones Experimentales de Cenicafe, con una gran participación y entusiasmo del Servicio de Extensión y de los cafeteros.
- La variedad Tabi presentó muy buenas características físicas y de sabor, y se destacó de las otras variedades.
- En los cafetales ubicados a altitudes menores de 1.300m se observaron mayores porcentajes de defectos del grano, así como un mayor uso de insecticidas, y por tanto, mayores riesgos para la calidad de la bebida. Es importante reforzar las estrategias de conservación de la calidad del café en estas zonas cafeteras.
- Se ha demostrado que la implementación de las Buenas Prácticas en el beneficio del café ha mejorado la calidad del café pergamino en comparación con el café obtenido por el método usado en la finca.
- Es necesario continuar con la capacitación de Extensionistas y caficultores, y mejorar los procesos de manejo de la broca, beneficio y secado, con el fin de evitar éstos y otros defectos que afectan la calidad del producto.
- Para asegurar la calidad y la inocuidad del café de Colombia es necesario mejorar los programas de implementación de

las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la finca.

- En el procesamiento del café la finca es necesario controlar puntos críticos para la calidad y la inocuidad como:

-Capacitación del personal: La forma y los procedimientos para realizar las labores con seguridad y eficiencia.

-Manejo de la broca: Control oportuno y efectivo en los cafetales, el beneficiadero y los secadores.

-Café cereza: Análisis y control de la madurez y la sanidad del café recolectado.

-Fermentación: Determinación del tiempo de fermentación de acuerdo al sitio de cultivo. Evitar que los granos de café permanezcan con pulpa y granos guayaba, en el tanque y durante el secado (separación de pulpas y guayabas en el despulpado).

-Desmucilaginado: Separación completa del mucílago de los granos antes de su secado.

-Secado: Higiene y tiempos de secado, control de la humedad final del café pergamino, control de la contaminación por los combustibles.

#### **Optimización de técnica ICP-OES para la determinación de elementos químicos.**

Se continuó con los procedimientos de optimización de la metodología para el análisis de elementos químicos por espectrometría de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado ICP-OES. Se ha logrado la calibración para 37 elementos en muestras de café, agua y suelos, para los rangos del contenido de los elementos químicos en las muestras, el cual incluye el conocimiento de las longitudes óptimas para el análisis y la estandarización de las condiciones de análisis, y otros para la determinación de elementos pesados por la técnica intermedia antes de su determinación por ICP-OES. Se han estandarizado 43 elementos químicos para el grano de café: Al, Ag, Au, As, B, Ba, Be, Bi, Ca,

Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, S, Sb, Se, Sc, Si, Sn, Sr, Te, Ti, Tl, V, Zn (Tabla 49).

#### **Análisis de elementos químicos en café verde y tostado:**

Se ha efectuado la determinación de los elementos químicos calibrados en 138 a 190 muestras de café verde y en 138 muestras de café tostado.

Se ha comprobado que el K es elemento más abundante en la almendra de café de Colombia, después del nitrógeno. El K se encuentra constituyendo el 1,766% (base seca) del grano de café almendra, en promedio, con un mínimo de 0,504% y un valor máximo de 3,167%. El S constituye el 0,274%, el P el 0,125%, el Mg el 0,110% y el Ca el 0,071%, le siguen en abundancia el Rb, que se encuentra en promedio en contenidos de 55,75ppm, el Na 48,93ppm, el Mn 15,41ppm, el Si 14,28ppm, el Sr 10,13ppm, y siguen en abundancia el Cu, Al, Ba, Li y Zn con contenidos entre 2,61 a 9,4ppm. Los otros elementos químicos se encuentran en contenidos inferiores a 1,0ppm.

En promedio, el contenido de Sn es de 392,32ppb, el de Ni es de 295,77ppb, los elementos B, Se y V se encuentran en el grano de café almendra en contenidos entre 4 y 5,4ppb en promedio, y por debajo de 1,0ppb se encuentran el Sc, Sb, Be, Bi y Tl. Algunos elementos químicos no fueron detectados en el grano almendra ni en el grano tostado, por tanto, pueden resultar de interés para diferenciar algunos orígenes.

El contenido de los elementos químicos en el grano de café depende de los factores de origen, material parental y la unidad de suelo, aunque también puede estar influenciado por las sustancias químicas usadas en el cultivo del café y por las sustancias con las cuales haya entrado en contacto el grano durante el secado, el

■ **Tabla 49.** Contenido de elementos químicos en granos de café almendra, medido por ICP-OES. Octubre 2007.

Elemento	Unidades	Mínimo	Máximo	Promedio	C.V. %	# datos
K	%	0,504	3,167	1,766	16,2	568
S	%	0,005	1,006	0,274	59,1	561
P	%	0,025	0,198	0,125	17,8	568
Mg	%	0,021	0,210	0,110	19,5	568
Ca	%	0,012	0,140	0,071	34,9	568
Rb	ppm	3,885	151,900	55,749	48,8	550
Na	ppm	8,520	114,900	48,931	34,3	549
Mn	ppm	ND	99,540	15,413	72,8	568
Si	ppm	ND	66,873	14,281	78,3	568
Sr	ppm	0,495	28,797	10,130	54,5	568
Fe	ppm	ND	78,570	9,404	93,2	568
Cu	ppm	ND	16,750	5,774	74,5	568
Al	ppm	ND	53,230	5,278	92,9	568
Ba	ppm	ND	25,079	5,025	64,6	568
Li	ppm	0,174	9,808	2,707	83,2	549
Zn	ppm	ND	21,980	2,607	77,1	567
In	ppb	111,00	4913,00	998,70	46,6	548
Sn	ppb	33,72	2658,00	392,32	77,1	414
Ni	ppb	31,52	1613,00	295,77	65,2	547
Ti	ppb	ND	2333,00	205,72	127,3	549
Co	ppb	7,18	502,50	86,34	89,6	550
Pt	ppb	10,41	455,30	86,13	52,4	547
Cr	ppb	13,40	703,98	74,24	89,1	550
La	ppb	ND	57,25	18,64	63,7	550
Ce	ppb	0,83	66,90	15,38	54,7	552
Pb	ppb	ND	65,67	12,49	84,3	546
Te	ppb	ND	277,80	11,76	386,6	427
Mo	ppb	ND	71,40	10,93	88,2	546
Ge	ppb	ND	51,97	10,53	107,1	498
Ga	ppb	ND	73,12	6,79	138,9	498
B	ppb	0,61	12,53	5,41	27,3	552
Se	ppb	ND	44,39	5,10	125,9	427
Au	ppb	ND	31,61	4,95	109,2	498
V	ppb	ND	57,77	4,12	178,5	550
Cd	ppb	ND	7,77	3,11	47,0	550
Ag	ppb	ND	15,22	2,87	70,4	498
As	ppb	ND	33,60	1,69	275,5	427
Pd	ppb	ND	49,38	1,38	241,2	549
Sc	ppb	ND	6,72	0,66	136,2	550
Sb	ppb	ND	10,26	0,55	220,9	427
Be	ppb	ND	10,83	0,22	229,9	498
Bi	ppb	ND	10,87	0,20	401,0	427
Tl	ppb	ND	0,34	0,03	178,8	552

ND. No detectado

almacenamiento y el transporte. Algunos elementos se presentaron en mayor cantidad en altitudes mayores a 1.600m.

**Análisis de elementos químicos en los suelos:** Se ha efectuado el análisis de la fertilidad de los suelos y la caracterización III, y el contenido de los elementos químicos N, K, Ca, Mg, Na, Al, P, Fe, Mn, Zn, Cu, B y S, a 355 muestras de suelos provenientes de los departamentos participantes. También se prepararon 328 muestras de suelos para el análisis de los elementos químicos totales por ICP-OES.

**Análisis de aguas de fincas cafeteras:** Se continuó con el estudio de la calidad y la potabilidad del agua usada en las fincas para el beneficio, por medio de determinaciones microbiológicas y físico-químicas. Se encontraron coliformes fecales en el 76% de las aguas usadas para el beneficio del café. Por el contrario, la mayoría de las muestras cumplieron con los valores de pH y con las características físico-químicas establecidas en Colombia para el agua potable, según el Ministerio de Salud en 1998 y el Ministerio de Protección Social, Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en el 2007. Por consiguiente, es necesaria la aplicación de tratamientos para mejorar la calidad del agua, de tal forma que pueda ser consumida y usada sin riesgos para la salud de las comunidades cafeteras.

**Sistematización de información de calidad del café:** Para el manejo de la información obtenida de las investigaciones sobre la calidad del café y su aplicación al experimento QIN 3010, se continuó con la sistematización de la información tanto para documentar la trazabilidad de las muestras de café analizadas como para la adquisición de los datos de los resultados de las determinaciones analíticas químicas, físicas y sensoriales del café. En la actualidad se dispone de varios formularios para la consignar esta información.

**Estudio de la calidad y la composición química de café de varios países de origen. QIN 3011.** En esta investigación se busca encontrar elementos químicos, compuestos químicos o características sensoriales que diferencien al café de Colombia de cafés de otros orígenes botánicos y geográficos, con el fin de desarrollar métodos para proteger el café de Colombia de adulteraciones. En el estudio se han incluido muestras de unos 30 países productores de café localizados en Suramérica, Centroamérica, África y Asia, se incluyen cafés de reconocida calidad, así como de otros países productores de cafés de inferior calidad y precio. Durante el año 2007 se ajustó el formato para el registro de la trazabilidad de las muestras de café proveniente de los países. Se actualizaron los requerimientos de trazabilidad para la obtención de muestras, documentos, formatos e información. Se continuó con la estandarización de la metodología de análisis.

**Entrenamiento de catadores y funcionamiento del laboratorio de análisis de calidad del café y panel de catación. QIN 0302.** Se evaluaron 4.918 tazas provenientes de muestras de investigaciones desarrolladas sobre calidad del café en los experimentos de la Disciplina, correspondientes al QIN 3010 y QIN 0302. Además, se prestó el servicio de análisis físicos y de catación a otras Disciplinas de Cenicafé, los cuales correspondieron a la evaluación de 320 tazas.

**Calidad en taza de las Variedades Castillo®.** La Variedad Castillo®, es un compuesto de la mezcla de progenies de generaciones F5 y F6 de selección, del cruzamiento entre Caturra X Híbrido de Timor, de *Coffea arabica*. Posee resistencia durable a roya, tolerancia probable a la enfermedad de las cerezas, atributos agronómicos sobresalientes, excelente calidad en taza y tamaño de grano superior al de las demás variedades comerciales. Selecciones en sus componentes por mayor productividad,

en las Estaciones Experimentales donde se condujo la selección, permitieron la conformación de siete Variedades Castillo® Regionales, las cuales fueron entregadas a los caficultores en los años 2005 y 2006. La medida de la calidad es prioritaria en la evaluación, y la misma se estudia por caracteres físicos, como tamaño de los granos, y por atributos organolépticos de la bebida. El objetivo del trabajo fue demostrar que las progenies que componen la Variedad Castillo® y sus derivadas regionales, conforman grupos de similitud por los atributos de taza con los testigos tradicionales Típica, Borbón, Tabi y Caturra. La calidad en taza fue evaluada por el panel de catación de la oficina de Calidad de la Federación Nacional de Cafeteros. En la evaluación calificaron diez cualidades sensoriales, con una escala ordinal en grados de cero a diez. Para el análisis y la interpretación de resultados se estableció por genotipo la frecuencia de juicios con calificación igual o superior a los grados 5,0 (calidad estándar) y 6,0 (calidad buena). Con la proporción de catadores que calificaron en los grados mencionados, se estimó para cada grupo (Variedad Castillo®, Variedades Castillo® Regionales, testigos tradicionales y variedades derivadas del

Híbrido de Timor), el promedio y su intervalo, con un coeficiente de confianza del 95%, y se compararon los promedios en cada agrupación con la prueba de Duncan al 5%. De los resultados se pudo establecer que la Variedad Castillo® y sus derivadas de uso regional forman grupos de similitud por sus atributos en taza, que no permiten su diferenciación con las variedades tradicionales, ni con las variedades en que participa el Híbrido de Timor, como progenitor donante de resistencia genética a la roya del cafeto. Resultado muy notable es el tamaño de sus granos cuya media de café supremo es de 83,2%.

## II. CAFÉS ESPECIALES

**Perfil del aroma en el café tostado y molido.** Se continuó con la determinación de los perfiles cromatográficos del aroma del café tostado y molido, procedente de diferentes sitios de siembra del cultivo.

Se determinaron los compuestos volátiles del café verde, al inicio y al final del proceso de tostado o de pirólisis.

La Tabla 50 muestra los compuestos volátiles identificados en el café verde,

■ **Tabla 50.** Compuestos volátiles del café verde.

ID	Compuesto	Atributo Sensorial	Área bajo al curva del pico (unidades relativas)
1	1-Pentene, 2-methyl-	Vegetal, aromático	383.583
2	Acetaldehyde	Acrido, fresco	973.678
3	Heptane, 4-methyl		844.958
4	Dimethyl Sulfide	Sulfuroso, tierra	287.957
5	Heptane, 2,4-dimethyl-		1.090.222
6	2-Propanone	Eterea, frutal	1.111.381
7	2,4-Dimethyl-1-heptene	Vegetal,	902.647
8	2-Propanol, 2-methyl-	Vino,	2.216.757
9	2-Propanol	Verdoso leve	4.308.328
10	Methane, dichloro-	• Solvente	1.862.693
11	Ethanol	Alcohol	7.826.264
12	Chloroform	Solvente	4.715.006
13	Acetic acid	Penetrante, picante	1.637.538

en la cual se encuentran hidrocarburos insaturados característicos de plantas aromáticas y algunas nueces, y como es de esperarse, la mayoría de estos compuestos dan un aroma a vegetal o verde y terroso.

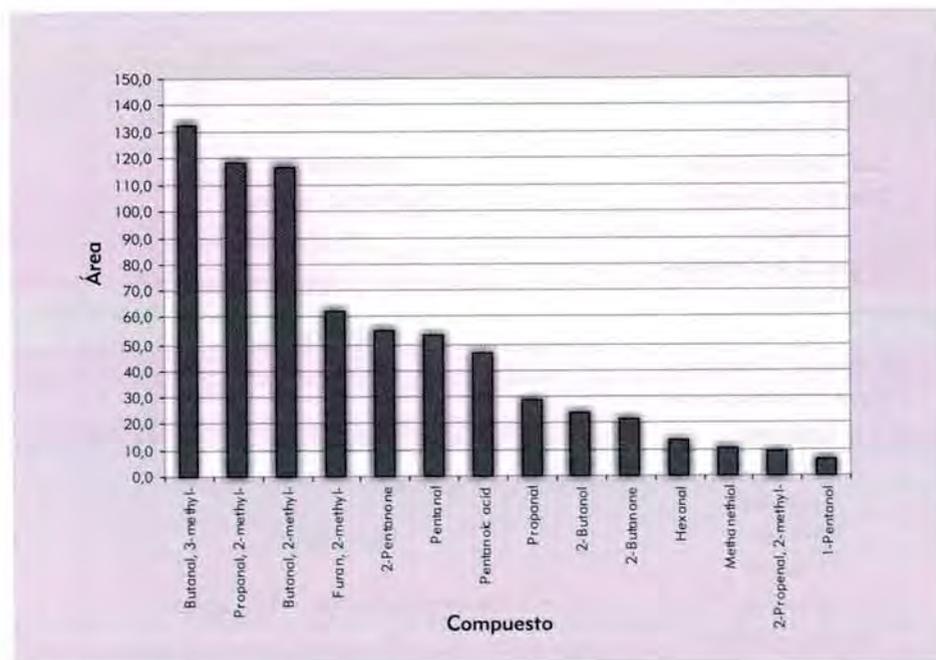
Al inicio de la pirólisis se observa la aparición de los compuestos azufrados, aldehídos y cetonas, en su gran mayoría, debido a la degradación de los aminoácidos libres y la oxidación de los diferentes hidrocarburos. La formación de estos compuestos comienzan a darle un aroma fresco, verdoso intenso y terroso a la muestra debido a los compuestos azufrados, aunque se podría percibir el aroma dulce, debido a los diferentes aldehídos y cetonas formados (Figura 28).

Al terminar la pirólisis, cuando se logra una merma en peso del 15 al 16%, la muestra presenta una coloración normal

del café tostado y molido, con un olor a nuez tostada, café y picante. Para este punto de tostación se han formado compuestos heterocíclicos, a partir de la reacción de Maillard, entre los azúcares y los aminoácidos presentes en las muestra, y también se ha logrado la alquilación de las pirazinas, debido a la pirólisis prolongada.

En conjunto, todos los compuestos formados dan el aroma típico del café tostado y molido. La Tabla 51 presenta los principales compuestos volátiles, los cuales concuerdan perfectamente con los identificados en trabajos anteriores.

Es importante anotar que aunque la concentración de algunos compuestos es alta, ésta no tiene relación directa sobre el aroma final percibido en el café tostado y molido, pues depende más del umbral sensorial de cada individuo.



■ **Figura 28.** Compuestos formados en el primer paso de la pirólisis.

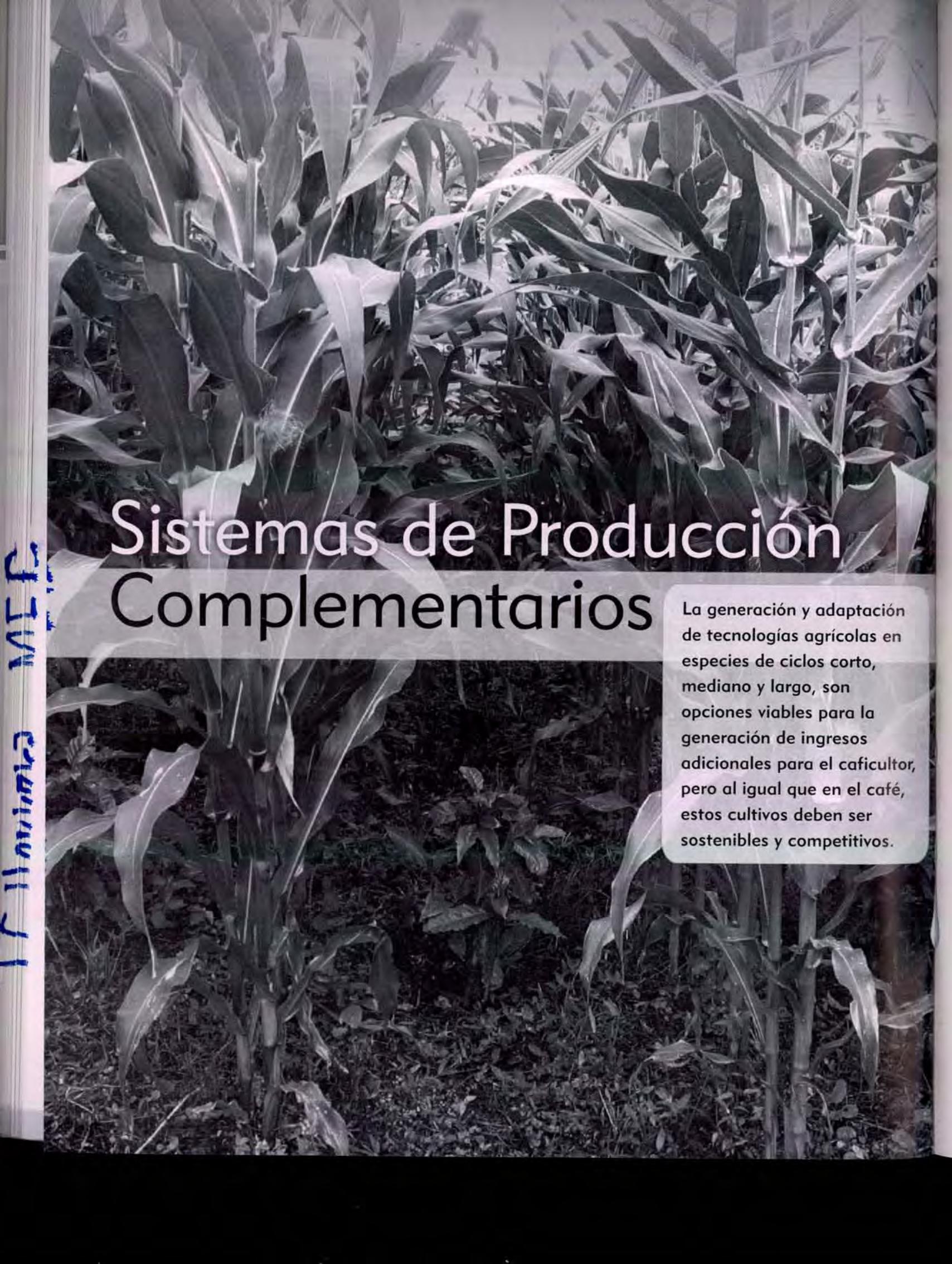
■ **Tabla 51.** Compuestos volátiles formados al final de la pirólisis.

ID	Compuesto	Atributo Sensorial	Área bajo la curva del pico (unidades relativas)
1	1-Pentene, 2-methyl-	Vegetal, aromático	0
2	Methanethiol	Sulfurado, dulce	2.077.852
3	Acetaldehyde	Acrido, fresco	16.296.117
4	Carbon disulfide		4.470.661
5	Heptane, 4-methyl		0
6	Dimethyl Sulfide	Sulfuroso, tierra	149.767
7	Methyl Formate	Frutal, manzana	5.884.410
8	Heptane, 2,4-dimethyl-		0
9	Propanal		2.796.333
10	Furan	Especiado, canela	4.672.041
11	Propanal, 2-methyl-	Verde, acrido	859.816
12	2-Propanone	Eterea, frutal	40.554.078
13	Methyl Acetate	Frutal, etereo	23.912.739
14	2,4-Dimethyl-1-heptene	Vegetal,	0
15	Furan, 2-methyl-	Tostado café,	12.229.340
16	Butanal	Dulce	840.919
17	2-Propenal, 2-methyl-	Verde, acrido	404.376
18	Unknow		1.485.574
19	Unknow		23.771.500
20	2-Propanol, 2-methyl-	Vino,	0
21	2-Butanone	Dulce, suave	16.392.366
22	Butanal, 2-methyl-	Fermentado, tostado	2.407.046
23	Butanal, 3-methyl-	Acido, queso	775.070
24	2-Propanol	Verdoso leve,	299.604
25	Methane, dichloro-	Solvente	0
26	Ethanol	Alcohol	1.099.121
27	2,4-Hexadienal		3.135.958
28	Furan, 2,5-dimethyl-		2.565.242
29	Pentanal		36.811.431
30	2-Pentanone		37.980.643
31	Chloroform	Solvente	0
32	2-Butanol	Medicinal	375.079
33	2-Butenal		1.776.940
34	2,3-Pentanedione	Mantequilla	41.277.915
35	Disulfide, dimethyl	Sulfuroso, suave	5.216.661
36	Hexanal		22.087.370
37	Oxazole, 2,4-dimethyl-		312.974
38	Thiophene		1.453.571
39	1-Hexanol	Verde, frutal	1.027.795
40	1H-Pyrrole, 1-methyl-		839.220
41	2-Vinyl-5-methylfuran		1.086.554
42	Unknow		1.156.265
43	2-Heptanone		1.989.081
44	Heptanal		885.522
45	Pyridine	Nuez, café	56.653.349
46	Unknow		888.368
47	Pyrazine	Penetrante, dulce, café, cereal	7.261.051
48	Furan, 2-pentyl-		21.528.766
49	1-Pentanol	Penetrante, fruta madura	7.834.228

Continúa...

Continuación...

50	3-Buten-1-ol, 3-methyl-		3.510.062
51	Thiazole		537.198
52	3(2H)-Furanone, dihydro-2-	Dulce, frutal	23.648.210
53	Pyrazine, methyl-	Nuez tostada, cocoa, chocolate	20.075.333
54	3-hydroxy-2-butanone		10.864.063
55	2-Propanone, 1-hydroxy-		169.589.307
56	2-Heptenal, (E)-		1.148.905
57	Pyrazine, 2,5-dimethyl-	Cocoa, nuez tostada	3.416.060
58	Pyrazine, 2,6-dimethyl-	Nuez, café, verde	2.444.512
59	Pyrazine, ethyl-	Mantequilla mani, humedo, nuez	3.493.582
60	Unknow		1.300.359
61	Pyrazine, 2,3-dimethyl-	Caramelo, cocoa	979.164
62	Cyclopentenone		1.781.771
63	1-Hydroxy-2-butanone		17.426.960
64	Acetic acid	Penetrante, picante,	362.542.552
65	Unknow		4.596.788
66	2-Propanone, 1-(acetyloxy)		28.052.330
67	Furfural	Dulce, madera, fragancia, almendra	85.101.007
68	furfuryl formate		2.782.334
69	Formic acid		32.315.948
70	1H-Pyrrole	Nuez, dulce	792.094
71	Ethanone, 1-(2-furanyl)-		8.249.405
72	Propanoic acid	Rancio, penetrante	21.435.601
73	Furfuryl Acetate		3.183.805
74	Benzaldehyde	Mantequilla	3.108.844
75	5-methyl furfural	Dulce, caramelo	38.900.115
76	Unknow		6.504.184
77	Butanoic acid	Rancio, queso, amargo	2.972.898
78	2-Propenoic acid		2.066.078
79	2-Furanmethanol	Azucar cosinada	80.390.093
80	Pentanoic acid	Rancio, sudoroso	15.055.513
81	2(3H)-Furanone, dihydro-	Tostado, caramelo	30.583.637
82	2-Butenoic acid, 3-methyl-	Queso, sudoroso	8.821.478
83	2(5H)-furanone		11.670.418
84	2-Butenoic acid, 3-methyl-		8.821.478
85	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydr	Nuez tostado, malta	0



# Sistemas de Producción Complementarios

La generación y adaptación de tecnologías agrícolas en especies de ciclos corto, mediano y largo, son opciones viables para la generación de ingresos adicionales para el caficultor, pero al igual que en el café, estos cultivos deben ser sostenibles y competitivos.

STW  
C  
11  
11  
11

## I. ESPECIES FORESTALES

### **Ensayo de procedencias y progenies para dos especies forestales tropicales de alto valor comercial de la región cafetera colombiana, *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*.**

Para *Cordia alliodora* las progenies de mejor desarrollo en el país, es decir, aquellas de mayor promedio de crecimiento anual, corresponden a la CU-I-1-8 (Mesitas del Colegio) con un valor de  $11,8\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , la progenie R-I-2-2 (Marsella) con  $14,3\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , la R-I-9-1 (Marsella) con  $6,5\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  y la R-I-1-3 (Marsella) con  $13,5\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ . Para *Tabebuia rosea* las mejores progenies fueron la 061/96 (Santa Ana - El Salvador) sembrada en Pueblo Bello con un crecimiento medio anual de  $1,83\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , en Santander se encontró la progenie CU-II-1-\* (Quipile - Cundinamarca) con un crecimiento de  $1,81\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , en Líbano y Chinchiná la mejor progenie fue 061/96A (Santa Ana-El Salvador) con valores de 1,85 y  $9,8\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , respectivamente, y en Fredonia la mejor progenie fue Mar-96-09, con un valor de  $8,0\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  (Figura 29).

**Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial para la reforestación industrial.** Hasta el momento se han evaluado aspectos como densidad de siembra, entresacas y fertilización, en las siguientes especies forestales: Tambor (*Schizolobium parahyba*), aliso (*Alnus acuminata*), chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*) y solera (*Cordia gerascanthus*).

De acuerdo con las mediciones realizadas a la fecha, se destaca que en el ensayo de fertilización de tambor, el tratamiento T3 determinado por la relación N-P-K-B y elementos menores ( $5-10-20-2,5-5\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) presenta los mayores incrementos en diámetro con un promedio de 17,2cm. En el ensayo de fertilización de la especie solera, el tratamiento T12 presenta los mayores crecimientos en diámetro y altura,

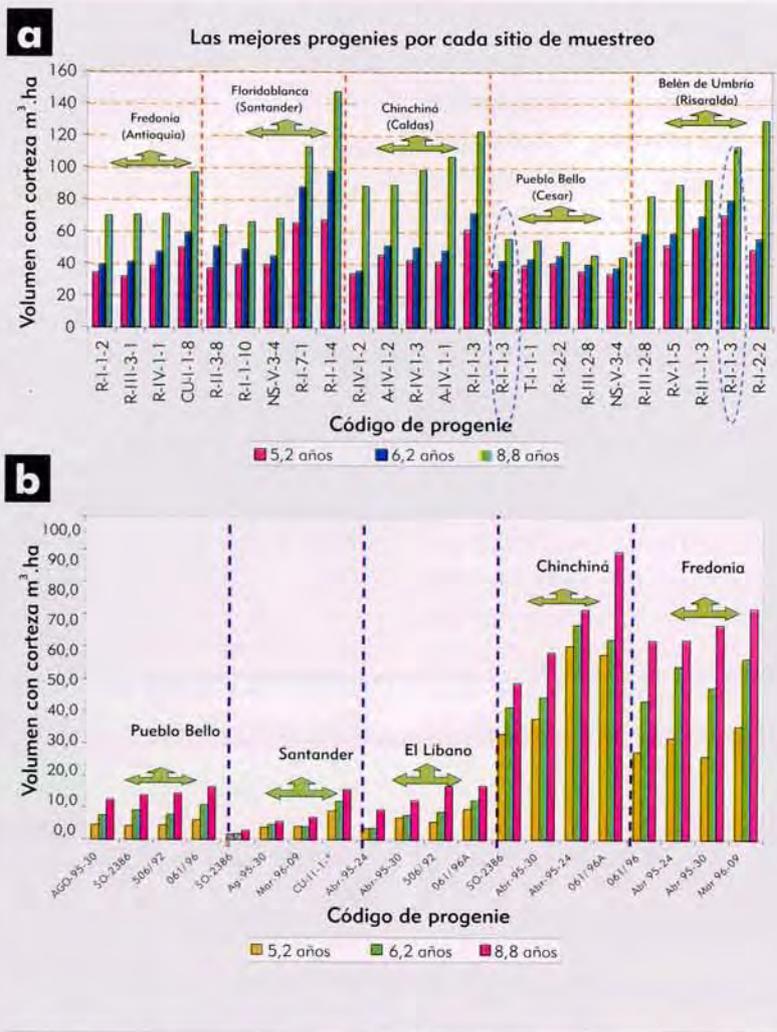
correspondiente al manejo de densidad de 1.666 a 555 árboles/ha.

En chaquiro, el tratamiento de densidad T1 (1.666 árboles/ha) mostró los mejores crecimientos hasta el quinto año de evaluación. Se aplicaron 18 tratamientos de densidad y se obtuvieron los mayores crecimientos en diámetro con los tratamientos T8 y T7. En general, a los 8,1 años los árboles han alcanzado un diámetro de 14,5 y 14,3cm en promedio para los tratamientos T8 y T7, respectivamente (Figura 30), lo cual indica un incremento medio anual en diámetro de 1,8cm. año<sup>-1</sup>.

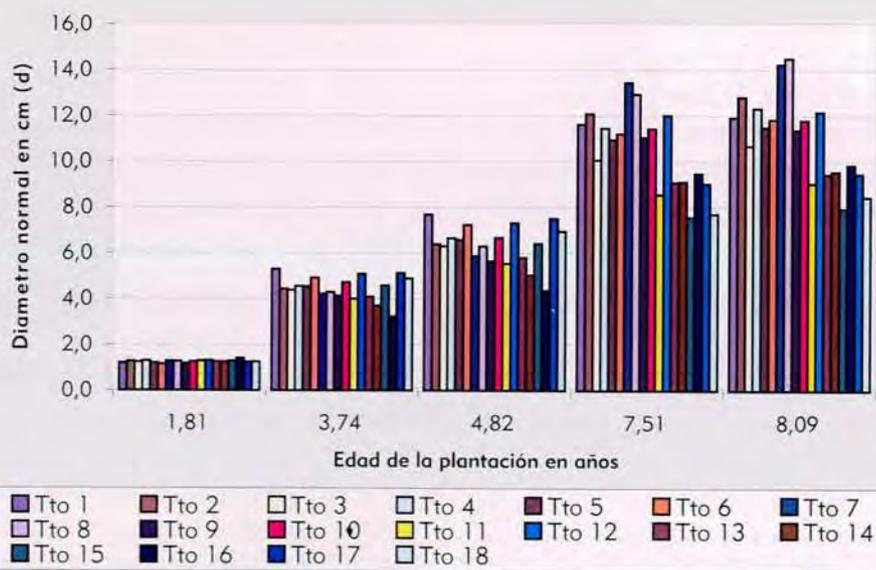
**Selección de árboles plus y evaluación genética de las mejores 20 progenies de las especies *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*.** Se recolectaron 52 kilogramos de semilla seleccionada de los huertos clonales de nogal cafetero, establecidos en la Subestación Paraguaicito (Quindío) y en las fincas La Cecilia y La Suiza, ubicadas en los municipios de Calima, Darién y Restrepo (Valle del Cauca). En la Tabla 52 se presentan los resultados de rendimiento de la semilla de nogal para cada una de las localidades evaluadas.

**Desarrollo de modelos sostenibles de manejo silvicultural y producción de las especies de interés para el fortalecimiento de la actividad forestal en la cuenca del río Chinchiná.** Como resultado de las investigaciones se dispone de información sobre el manejo silvicultural de 16 especies forestales nativas que pueden asociarse a café. Las de mejor desarrollo son: tambor (*Schizolobium parahyba*), aceituno (*Vitex cooperii*), trapiche (*Prunus integrifolia*), chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*) y cedro negro (*Juglans neotropica*). Estas especies pueden utilizarse como alternativas para el establecimiento de empresas cafeteras dentro de las exigencias de las certificadoras de cafés especiales como Rain Forest Alliance o Utz Certified.

IF 11000002 MEF  
 33W



■ **Figura 29.** Compendio de las mejores cinco progenies de *Cordia alliodora* (a) y *Tabebuia rosea* (b), en cada sitio de evaluación.



■ **Figura 30.** Diámetro de los 18 tratamientos aplicados para chaquiro, respecto a la edad.

■ **Tabla 52.** Rendimiento de semilla de nogal cafetero (*Cordia alliodora*) de los huertos clonales de Paraguaicito, La Cecilia y La Suiza. 2007.

Huerto clonal	Progenies	Contenido de humedad (H%)	Peso (g)	Número de semillas por kg	% de germinación
Paraguaicito	Varias	11%	49.387	51.000	40
La Cecilia	Varias	10%	1.200	40.000	40
La Suiza	R-IV-2-2	10%	739	40.000	40
Total			51.326	43.600	40

Las evaluaciones de biocontroladores (*Beauveria bassiana*) para el control de dos de las principales plagas (*Dictyla monotropidia* y *Torvochromnus poeyii*) en nogal cafetero, han mostrado una efectividad superior al 90% en el laboratorio.

Así mismo, se evaluó el estado fitosanitario de plantaciones con diez especies de interés para los Programas de Reforestación y de Certificación del Café, en siete departamentos colombianos. Se determinaron los insectos de mayor presencia en estas especies forestales, así como de las patologías asociadas, específicamente las causadas por la asociación entre barrenadores de las familias Cerambycidae, Scolytidae y Pyralidae con hongos vasculares, causantes de la muerte descendente en especies perennes, como son *Fusarium* sp., *Ceratocystis* sp. y los teleomorfos *Chalara* sp. y *Graphium* sp.

Algunos de los daños causados por estos insectos pueden comprometer el desarrollo de los árboles, por lo que es necesario evaluar métodos para su control y manejo; tal es el caso de los daños causado por *Dyctyla monotropidia* en nogal cafetero, *Horciacisca signatus* en *Eucalyptus grandis*, *Acrospyla gastralis* en guayacán rosado, *Hypsipyla grandella* en cedro, *Chalcophana* sp. en aliso y el disturbio fisiológico causado por un candidato fitoplasma en el nogal cafetero (Figura 31).

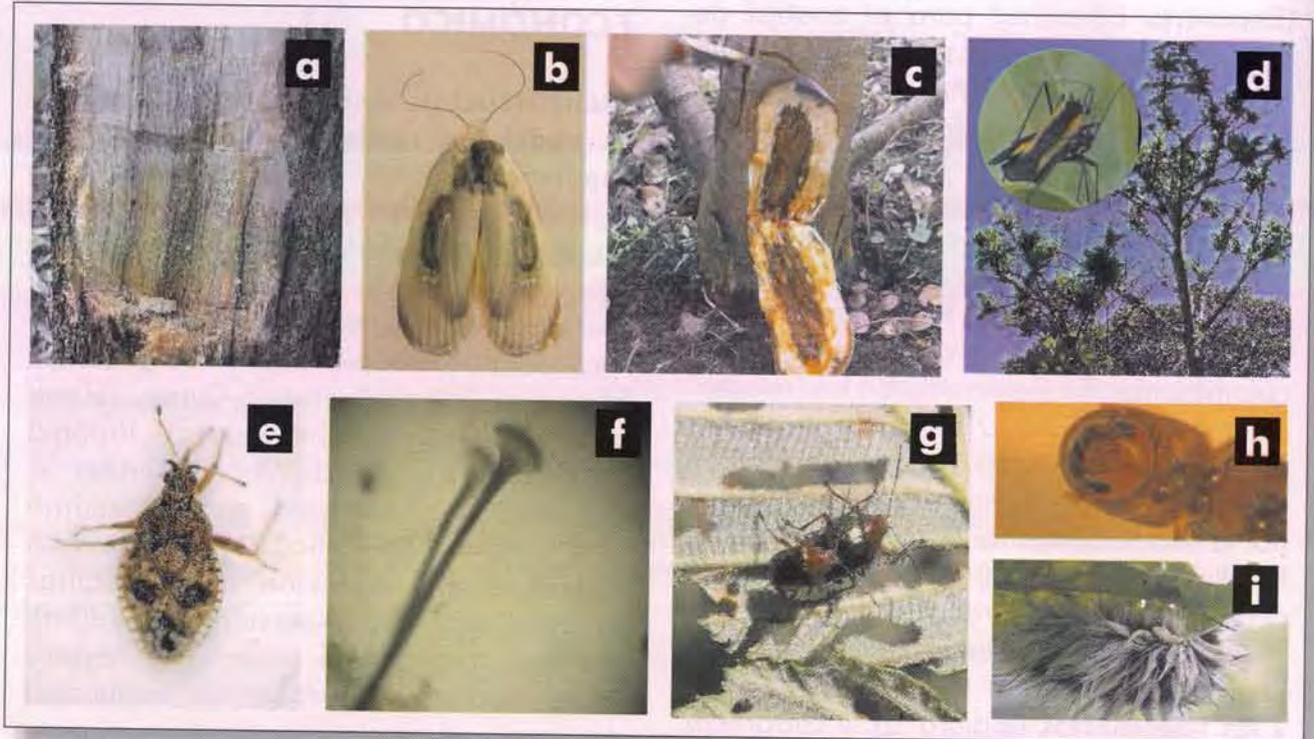
## II. ESPECIES DE INTERÉS ECONÓMICO

**Identificación del agente causal de la pudrición radical en el cultivo de espárrago.** En condiciones de campo, para el manejo de las pudriciones radicales, en lotes con niveles de enfermedad y manejos diferentes (herida y sin herida), se evaluó la efectividad de los productos *Trichoderma* (50ml/planta), Microorganismos Eficientes (50ml/planta), S-Cuper, (50ml/planta), Amistar (50ml/planta), Ridomil (50ml/planta), y Ridomil + Mertect + Ergostin; se emplearon en este último tres sistemas de aplicación: en *Drench* (50ml/planta), inyección a las coronas (80ml/planta) y en aspersión foliar (20ml/planta). Durante una cosecha se registró la sanidad de la corona, la producción de yemas, el crecimiento aéreo y el peso total de turiones, al igual que el número y el calibre de éstos. En el lote con mayor grado de severidad de la enfermedad y con heridas, el tratamiento que tuvo el mayor peso total de turiones fue Ridomil, mientras que en el lote con mayor grado de severidad de la enfermedad y sin heridas, el valor más alto lo obtuvo el tratamiento con la mezcla de productos aplicados en forma de *Drench*. En el lote con menor grado de enfermedad y con heridas, el tratamiento S-Cuper mostró el valor más alto. En el lote con menor grado de la enfermedad y sin heridas, el

mayor valor se registró en el tratamiento Microorganismos Eficientes.

Sin hacer un análisis económico de las labores realizadas en la finca para el control de las pudriciones radicales, se determinó que la labor en la cual se desaporcan las plantas para colocar directamente los productos químicos sobre la corona, tuvo un elevado costo, el cual no representó un beneficio para el cultivo, y por el contrario lo sometió a condiciones de estrés que

retrasaron su desarrollo y no aumentaron el rendimiento de la cosecha. Las plantas pertenecientes al lote con mayor grado de severidad de la enfermedad y que además se les ocasionaron heridas en sus raíces, presentaron valores inferiores para las variables evaluadas, comparados con los valores que se obtuvieron en el lote con menor grado de severidad. Esto ratifica que las heridas o las condiciones de estrés, ocasionan en las plantas una baja productividad.



■ **Figura 31.** Principales insectos asociados a especies forestales objeto de reforestación en la zona cafetera. a y b). Pyralidae asociado a tambor; c). *Botryosphaeria* en *Eucalyptus baby blue*; d). Disturbios causados en nogal por la acción de fitoplasma y su posible insecto vector (*Torvochrismnus poeyi*); e). Chinche de encaje (*Dyctyla monotropidia*); f). Sinema de *Graphium* sp., que produce muerte descendente en tambor; g). *Chalcophana* sp. en aliso; h). Barrenador del nogal cafetero (*Xyleborus ferruginens*); i). Gusano pollo (*Megalopyge lanata*).

# Sostenibilidad Ambiental

La necesidad de una caficultura sostenible, ha generado el desarrollo de los estudios sobre el uso, manejo y conservación de suelos y la recuperación de las cuencas, el uso racional de agroquímicos y el manejo y valoración de los subproductos del café, con el fin de limitar la vulnerabilidad ambiental de la zona cafetera colombiana.

En esta Área Estratégica se han desarrollado los estudios de los indicadores de la biodiversidad y la producción de cafés amigables con el medio ambiente.



## I. CAPTURA DE CARBONO Y EL PROTOCOLO DE KIOTO

La Gerencia General de la FNC aprobó el proyecto denominado Café y Carbono, en el cual la institucionalidad se sintoniza con los esfuerzos nacionales y supranacionales en cuanto a la mitigación del cambio climático global. Dentro de este componente, se busca fortalecer las metodologías de medición como el software CREFT®, e incorporar medidas para contabilizar las emisiones y reducciones en la cadena productiva del café, desde la siembra en el campo hasta el consumidor final, de tal forma que se pueda tener acceso a mercados diferenciados y voluntarios del carbono.

se estudió la relación entre la resistencia al corte (principal indicador de susceptibilidad del suelo a los movimientos masales) y 22 propiedades físicas y 11 propiedades químicas de algunos suelos cafeteros en los departamentos de Caldas, Quindío y Tolima, en 11 unidades cartográficas de suelos. En el horizonte B de cada sitio se realizaron mediciones *in situ* de la resistencia al corte por los métodos de la veleta, la resistencia a la penetración y Torvane, se tomaron muestras sin disturbar para determinar la resistencia al corte directo en el laboratorio y muestras disturbadas para las propiedades físicas y químicas. Se realizó un análisis de correlación lineal simple entre la variable resistencia al corte directo y las propiedades físicas y químicas determinadas.

## II. CONSERVACIÓN DE SUELOS

**Determinación de la relación entre la resistencia al corte y las propiedades físicas y químicas en algunos suelos de la zona cafetera colombiana. SUE 0909.** Para contribuir al conocimiento de los movimientos masales y la erosión avanzada en la zona cafetera colombiana,

La resistencia al corte está definida por la cohesión y el ángulo de fricción (Tabla 53). Para la cohesión el mayor valor se registró en una muestra proveniente de la unidad Fresno (107,87kPa) mientras que los valores más bajos cercanos a 0kPa, se encontraron en muestras provenientes de las unidades Chinchiná, Fresno y Cascarero. Los mayores valores promedio correspondieron a la unidad Guamal

■ **Tabla 53.** Promedios y coeficientes de variación de las variables de resistencia al corte directo en cada una de las unidades evaluadas.

Unidad de suelo	Cohesión (c) kPa		Ángulo de fricción (φ)	
	Prom.	C.V. (%)	Prom.	C.V. (%)
Chinchiná	10,79	92,26	31,00	8,53
Montenegro	38,25	38,72	18,67	27,49
Fresno	49,36	110,45	18,33	22,04
Doscientos	30,07	90,27	31,00	39,11
Manila	35,30	55,76	28,33	8,88
Sincerin	48,05	2,04	24,00	7,22
Cascarero	29,09	87,01	29,67	19,17
Tablazo	51,32	14,59	19,00	18,98
Chuscal	32,04	30,66	22,33	14,39
Violeta	34,32	73,23	24,67	20,80
Guamal	54,26	23,59	21,00	53,03

(54,26kPa) y los menores se reportaron en la unidad Chinchiná (10,79kPa). Para el ángulo de fricción ( $\phi$ ), el mayor valor se encontró en una muestra de la unidad Doscientos (44°) y el menor valor en una muestra de la unidad Guamal (11°). Los promedios más altos se registraron en las unidades Chinchiná y Doscientos (31°) y los más bajos en la unidad Fresno (18,33°).

En los suelos plásticos las propiedades que mostraron mayor relación con la resistencia al corte fueron el aluminio ( $r=0,52$ ), la materia orgánica ( $r=0,51$ ), el pH ( $r=-0,50$ ), el ángulo de fricción ( $r=0,82$ ), el índice de plasticidad ( $r=-0,51$ ) y la resistencia a la penetración ( $r=0,44$ ). La propiedad física que presentó mayor correlación con la resistencia al corte directo en los suelos no plásticos fue la cohesión ( $r=0,69$ ). El método *in situ* que presentó mayor correlación con el método directo para la determinación de la resistencia al corte en suelos plásticos fue la resistencia a la penetración ( $r=0,44$ ), mientras en suelos no plásticos fue el método de la veleta ( $r=0,55$ ).

### **Valoración contingente de la erosión de los suelos de la zona cafetera central de Colombia: Valor asignado por los caficultores a la erosión en su finca.**

**ECO0620.** La erosión del suelo en la zona andina colombiana despierta preocupación e interés por su impacto negativo en la productividad y sostenibilidad de la caficultura. Este estudio tuvo como objetivo contribuir al conocimiento de la valoración contingente asignada por el caficultor a esas pérdidas, a través de su disponibilidad para invertir en su manejo y control. La erosión laminar degrada al suelo en forma silenciosa, sin embargo, no se tiene información sobre el valor que el caficultor asigna a ese problema. Para conocer esta valoración se realizaron 228 encuestas en fincas cafeteras de los departamentos de Caldas, Quindío y

Risaralda. En las entrevistas se consultó a cada caficultor sobre la calificación de la gravedad, intensidad, importancia y pérdidas económicas que genera la erosión, e igualmente se indagó por la disponibilidad de recursos y la cuantía para invertir en la prevención y control de la erosión. Los resultados de estas variables de interés se cruzaron con las variables socioeconómicas asociadas con el caficultor y las variables relacionadas con el manejo agronómico de la finca.

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%, quienes 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, sólo el 12,4% de los caficultores calificó de muy severa o severa la intensidad de la erosión de los suelos de las fincas, mientras que los demás (87,6%) la consideraron moderada, ligera o afirmaron no tener problemas de erosión.

El 75,4% de los caficultores encuestados está dispuesto a invertir para controlar o prevenir la erosión del suelo en su finca; de éstos el 58,8% indicó un valor monetario promedio de \$379.477ha.año<sup>-1</sup> (\$2.357,98 = 1 U\$Dólar), con un rango que varió entre \$11.933 y \$4.000.000ha.año<sup>-1</sup>. Los valores de la moda y la mediana fueron de \$100.000 y \$200.000ha.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% afirmó que no tenía disponibilidad para invertir en controlar o evitar la erosión y de ellos el 21,1% dijo no saber o no responder a la consulta. Solamente un 3,5% respondió concretamente no tener disponibilidad para invertir.

Finalmente, el nivel de utilización de las prácticas de conservación de suelos consultadas superó el 60% en promedio, y se encontraron casos cercanos al 90%, como la siembra a través de la pendiente y no realizar quemas.

### III. MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES

**Interferencia de coberturas vegetales en la zona de raíces y entre calles en el cultivo del café. SUE 1016.** Esta investigación busca determinar la interferencia de algunas coberturas vegetales como maní forrajero (*Arachis pintoi* c.v. CIAT 17434), *Desmodium* (*Desmodium ovalifolium* c.v. CIAT 350, *Desmodium ovalifolium* c.v. Maquenque, *Desmodium ascendens*) y coberturas nobles propias de la zona, sobre el cultivo del café Variedad Castillo® en etapa de levante. El experimento está ubicado en la Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas), y para tal fin se establecieron diez tratamientos que consisten en *Arachis pintoi* en plato y calles, *Arachis pintoi* en calles y *Arachis pintoi* adicionado como "mulch" en platos, estos tres tratamientos se repiten para *Desmodium* spp. y para las coberturas nobles, además de un testigo libre de arvenses. Los tratamientos están distribuidos bajo un diseño completamente aleatorio, con seis repeticiones. El cafetal está sembrado a 2 x 1m con dos ejes por planta.

Seis meses después de la siembra de las coberturas se encontró un mayor porcentaje de establecimiento para el tratamiento con maní forrajero que para aquel con *Desmodium* (78 y 64%, respectivamente); cabe anotar que esta última cobertura presentó un mejor aporte de biomasa por unidad de área (555g.m<sup>2</sup>). Se encontró que al adicionar las coberturas como "mulch" o al establecerlas en los platos del cafeto se disminuyó el número de

labores de plateo entre una y dos, en diez meses.

Los tratamientos presentaron efecto sobre la altura y el número de cruces de ambos ejes principales de la planta, según análisis de varianza al 5%. Se encontró que el promedio más bajo de altura (87,8cm) para el eje 1 correspondió al tratamiento *Desmodium* spp. en platos y calles, los valores más altos se registraron en los tratamientos testigo, *Desmodium* spp. aplicado como "mulch" en los platos y *Arachis pintoi* sembrado en platos y calles, con valores de 104,2; 103,3 y 100,8cm, respectivamente. Para el eje 2 de la planta se encontró un comportamiento similar. En cuanto al número de cruces del cafeto, se encontró que el promedio más bajo para el eje 1 (12,6 cruces) correspondió al tratamiento *Desmodium* spp. sembrado en platos y calles y los mayores valores fueron de 15,5 y 15,3 cruces para los tratamientos testigo y *Arachis pintoi* sembrados en las calles, respectivamente. En el eje 2, el tratamiento *Desmodium* spp. sembrado en platos y calles presentó el menor valor (12,2 cruces) y el tratamiento *Desmodium* spp. aplicado como "mulch" el mayor valor (15,8 cruces).

Estos resultados muestran que la cobertura *Desmodium* spp. afecta el desarrollo de la planta de café cuando se establece en los platos del cultivo, lo que se debe posiblemente a la competencia por agua y nutrientes. El maní forrajero y las coberturas nobles en los platos y calles, no han causado efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas de café, con la ventaja de brindar protección del suelo contra la erosión, aporte de nutrientes y disminución en el número de plateos. Por último, el estudio corroboró que las plantas de café con dos tallos o ejes, provenientes del descope recomendado por Cenicafé, no presentan diferencia en la altura y número de cruces de sus ejes.

## IV. CONTROLADORES BIOLÓGICOS

**Colección, identificación y preservación de cepas de microorganismos de interés en el control biológico de insectos plagas y enfermedades de los cultivos en la zona cafetera colombiana.** Se está evaluando la viabilidad de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* que se encuentran almacenados en el cepario de hongos entomopatógenos de la Disciplina de Entomología, mediante los métodos de preservación en glicerol al 10% y liofilización. Tan solo el 1% de las 316 muestras liofilizadas evaluadas se pudieron recuperar, mientras que de las muestras preservadas en glicerol, desde el año 1998, con el hongo *B. bassiana*, se sembraron 44 muestras, con la obtención de crecimiento en 36 aislamientos. Es pertinente resaltar la importancia de hacer un seguimiento, en intervalos de tiempo adecuados, de la viabilidad de los microorganismos almacenados en cada método de preservación, ya que ésta es la única forma de establecer el tiempo de duración y la técnica más adecuada para la recuperación de cada microorganismo.

**Características de granulados de esporas de *Beauveria bassiana*.** Obtener una formulación óptima para hongos entomopatógenos no es fácil, debido a que varios factores influyen sobre sus propiedades. Una fórmula puede variar desde una simple solución o suspensión hasta un complejo sistema que mejora la preservación y entrega del ingrediente activo. Esta complejidad está dada por propiedades que se anticipan, desde la forma básica de las esporas (ingrediente activo) y la composición resultante que se requiere para conseguir que sus cualidades se mantengan y se expresen. Estas propiedades se alcanzan mediante una cuidadosa selección y control de la calidad de los diversos

componentes empleados, por medio de la elaboración apropiada acorde con procesos bien definidos y lo más importante, con la debida consideración de las múltiples variables que pueden influir sobre la composición, la estabilidad y la utilidad del producto final. Debido a la importancia de agrupar las esporas mediante la formación de agregados que faciliten su manipulación y aseguren tanto su protección como la reducción de pérdidas de los propágulos infectivos, pudo establecerse preliminarmente el comportamiento de unos granulados diseñados por medio de la combinación de varios de éstos. Los resultados permitieron establecer diferencias que dependieron de la composición de la formulación según los constituyentes inertes y la concentración de los mismos, como del contenido de agua en el granulado húmedo y en el granulado seco, obtenido como producto final. Es así como en la evaluación del ingrediente activo y de los granulados formulados, se encontraron tamaños de las esporas que variaron entre 3,5 y 5,0 micras, germinación uni, bi y tripolar, perfiles de pH entre 5,5 y 8,0, desagregación entre 50 y 100%, comportamiento de redispersión rápido (entre 30 y 90 segundos), friabilidad baja (menor al 2%) y posibles interacciones con diversos componentes inertes, destinados a usar en el sistema farmacéutico de entrega final. Estos estudios preliminares suministran al formulador elementos que le permiten elegir la forma de presentación óptima, que contenga los componentes inertes más deseables para usar durante la investigación y el desarrollo del producto biológico en condiciones de laboratorio y de campo.

**Efecto de extractos vegetales sobre huevos y larvas de *Meloidogyne* spp.** Se realizó este 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 del 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, con porcentajes de eclosión de 6,9%, 5,7% y 4,7% para las concentraciones de 25%, 50% y 100%, respectivamente, y de 67,6% 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, con 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% y diferencias estadísticas con el testigo (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*.

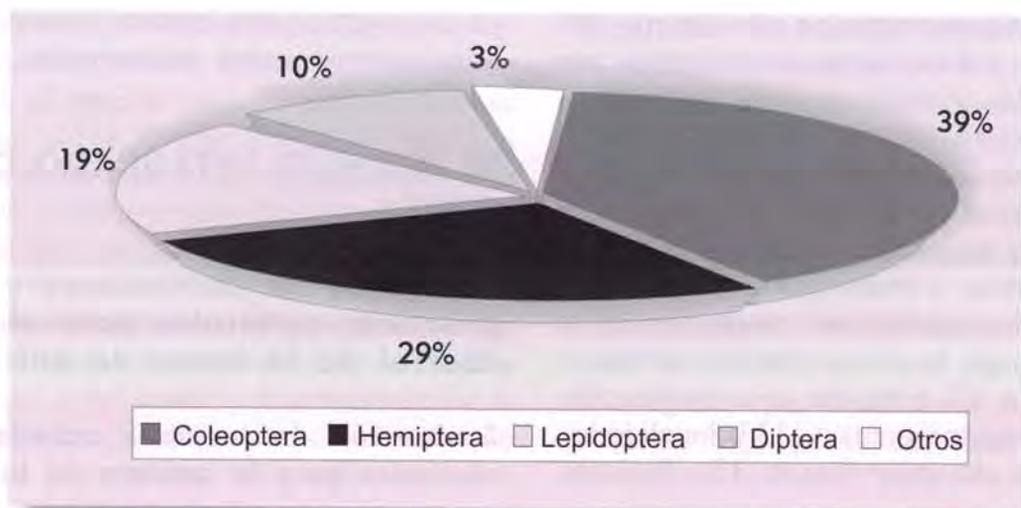
## V. ENTOMOFAUNA DE LA ZONA CAFETERA

**Mantenimiento del Museo Entomológico "Marcial Benavides Gómez".** El Museo Entomológico "Marcial Benavides Gómez" cuenta con aproximadamente 20.000 ejemplares, de los cuales el 36,3% se encuentran clasificados hasta la categoría de género y/o especie. Este inventario incluye 2.942 especies o morfoespecies correspondientes a 201 familias y 17 órdenes de los 31 descritos para la ciencia. De estos últimos, los que se encuentran mejor representados en la colección son los órdenes Coleoptera (40%), Hemiptera (28%), Hymenoptera (14%), Lepidoptera (8%) y Diptera (6%) (Figura 32), los cuales abarcan el 97% de la totalidad de los ejemplares. Durante este período se incorporaron a la colección 93 especies de insectos, 46 corresponden al reconocimiento de insectos para determinar el agente causal del disturbio denominado chamusquina, los cuales se encuentran en proceso de determinación; 19 especies de Coleoptera: Scarabaeidae de la Reserva de Planalto (Tabla 54), 24 del inventario de insectos asociados a plantaciones forestales, y cuatro especies que ya han sido reportadas en el cultivo del café, pero que durante este año se registraron con mayor frecuencia y severidad, estas especies son: *Aleurotrixus* sp. (Hemiptera: Aleurodidae); *Coccus viridis* (Green) (Homoptera: Coccidae), *Paratrechina fulva* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) y *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae); son artrópodos que no se han considerado como plagas sino como problemas locales ocasionales del cultivo pero debido a las aplicaciones irracionales de insecticidas para controlar otros insectos, las poblaciones son tan altas que están causando daños de importancia en el cultivo especialmente en municipios cafeteros del Huila. Se realizó un inventario de las especies más

importantes asociadas al cultivo de café orgánico, en las cuales se encontraron altas poblaciones de *Coccus viridis*, pero que a su vez el hongo entomopatógeno *Lecanicillium lecanii* y avispitas parasitoides están ejerciendo un control natural sobre este insecto. Igualmente, se observó un ataque severo del minador de las hojas del café, *Leucoptera coffeella* (Guérin-

Ménèville) (Lepidoptera: Lyonetiidae), pero hay ausencia de arvenses nobles para albergar o servir de alimento a los controladores biológicos que ejercen el control natural.

**Sistematización de la colección de insectos del museo entomológico "Marcial Benavides Gómez".** Se seleccionó la herramienta



■ **Figura 32.** Proporción de ejemplares en los órdenes mejor representados en la colección, en contraste con los restantes 12 grupos (otros).

■ **Tabla 54.** Escarabajos coprófagos de la Reserva Natural de Planalto de Cenicafé (Chinchiná).

Género	Especie	Reserva Planalto	Ecoparque Alcázares	Parque Montealeón
Canthidium	Canthidium sp1		1	9
	Canthidium sp2	10	2	
	Canthidium sp3	16		
Canthon	Canthon politus	6		1
Deltochilum	Deltochilum sp2			3
Dichotomius	Dichotomius satanas	2		2
Eurysternus	Eurysternus marmoreus			1
	Eurysternus mexicanus	1		
	Eurysternus plebejus	8		
Ontherus	Ontherus lunicollis			18
Onthophagus	Onthophagus atriglabrus	16		
	Onthophagus curvicornis		5	1
	Onthophagus marginicollis	1		
	Onthophagus sp	13		
Oxysternon	Oxysternon conspicillatum	4		
Uroxys	Uroxys caucanus			5
	Uroxys sp1	14		
	Uroxys sp2	1		
	Uroxys sp3			8

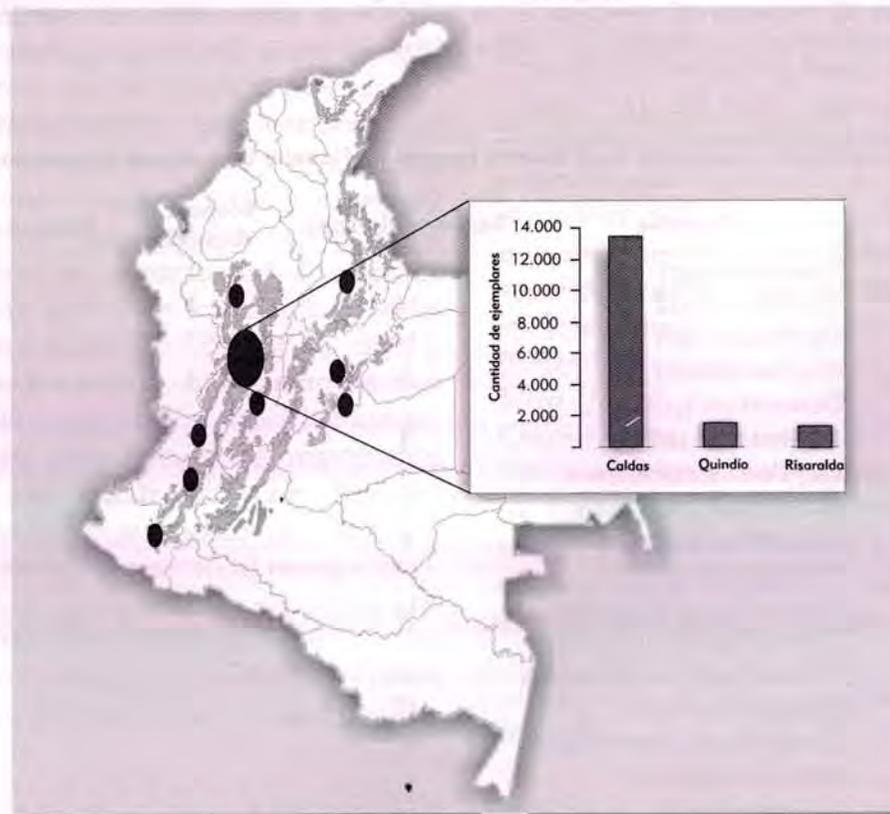
"Specify" para sistematizar la colección de insectos del Museo Entomológico "Marcial Benavides Gómez", la cual es una aplicación robusta, con alto nivel de personalización, soporte, escalabilidad y licencia bajo los términos GPL (General Public License). Hasta la fecha se han sistematizado los datos referentes a 17.869 ejemplares. Cerca del 56% del material se encuentra clasificado en nivel tres del S.E.N., lo que indica que son ejemplares bien montados, con información disponible y listos para ser revisados por especialistas. Adicionalmente, casi el 30% se encuentra en niveles de ajustes y cumple con el proceso de catalogación, es decir que están siendo sometidos a revisión de sinonimias o han sido incluidos en inventarios y trabajos taxonómicos. El 94% de los ejemplares corresponden a muestreos en la zona cafetera central, y el restante 6% presenta una distribución en 16 departamentos y 111 localidades a lo largo del país (Figura 33). Basados

en el inventario preliminar de la colección en el año 2006, se estima que faltaría sistematizar el 17% de los ejemplares en la colección correspondientes al orden Hymenoptera. Con este proceso se pretende mejorar la administración del museo, conocer detalladamente la historia de cada espécimen que ha ingresado a la colección y obtener estadísticas importantes. Adicionalmente, la información podrá ser compartida mediante el acceso web. Este es un proceso que apenas empieza y su administración será permanente.

## VI. MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA

**Monitoreo de poblaciones y prácticas culturales para el control de la broca en cafetales.**

**Evaluación de trampas cebadas con alcoholes para la captura de la broca**



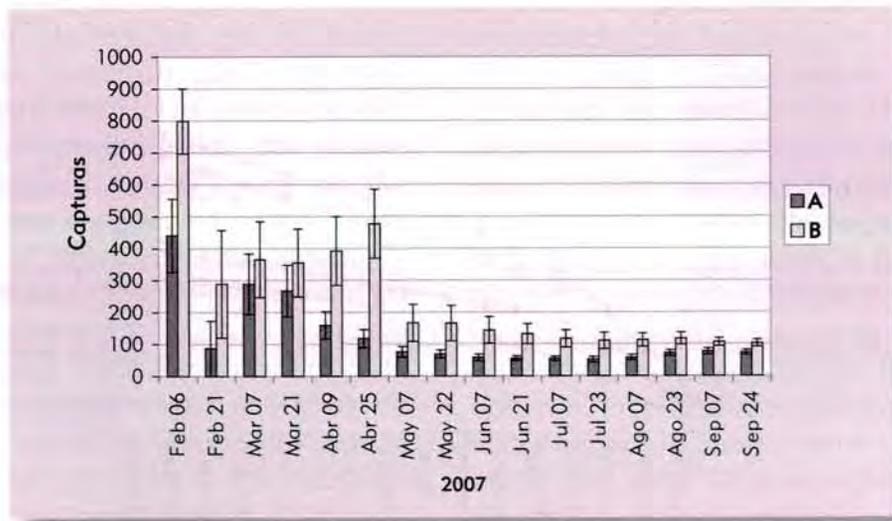
■ **Figura 33.** Distribución geográfica y proporción de ejemplares recolectados en Colombia. Las zonas oscuras señalan algunas de las localidades en las cuales se realizó la recolección de insectos.

**del café en condiciones de campo.** Las trampas para capturar insectos pueden ser una ayuda importante para el manejo de sus poblaciones. Cenicafé viene investigando estas alternativas para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. Las trampas evaluadas son del tipo Brocatrap® con atrayentes Brocalure®, que se dispensan en una bolsa de plástico y que permite la liberación lenta de una mezcla de metanol: etanol, en proporción 3:1. Este trabajo fue realizado en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda), donde se evaluó el efecto de tres densidades de trampas sobre la captura de brocas. Los tratamientos instalados correspondieron a 20, 40 y 60 trampas por hectárea, los cuales se compararon con un testigo sin trampas, en lotes de 4.000m<sup>2</sup>. Se evaluaron las brocas capturadas en las trampas, el nivel de infestación en frutos del árbol y del suelo, y la influencia de la precipitación. Para las tres densidades de trampas y el testigo, los mayores niveles de infestación de frutos del árbol y del suelo se observaron en los meses de enero, febrero y marzo, y durante estos meses también se registraron las mayores capturas de broca en las parcelas con trampas. El lote correspondiente a 40

trampas/ha mostró la tasa semanal de captura más alta con  $1.192 \pm 158$  brocas y al mismo tiempo, presentó los mayores niveles de infestación de broca en frutos del árbol y del suelo. Al comienzo de las lluvias, en marzo, después de un período seco durante febrero, se observó una alta emergencia de brocas; este mismo comportamiento se evidenció en enero de 2007.

**Evaluación de trampas artesanales para la captura de adultos de broca en finca cafetera.**

Con el objetivo de evaluar trampas artesanales con alcohol, en la captura de adultos de broca provenientes de frutos infestados del suelo y en la disminución de las poblaciones de broca a través del tiempo, así como su uso como barreras de protección en cafetales vecinos a lotes zoqueados, se viene realizando una investigación participativa con un caficultor en una finca de Caldas. Los resultados obtenidos hasta la fecha muestran que las trampas ubicadas a 0,4m del suelo capturan el doble de adultos de broca ( $247 \pm 13$ ) que aquellas colocadas a 1,5m ( $125 \pm 8$ ). Se observaron diferencias estadísticas en la mayoría de las fechas de evaluación (Figura 34). Estos resultados



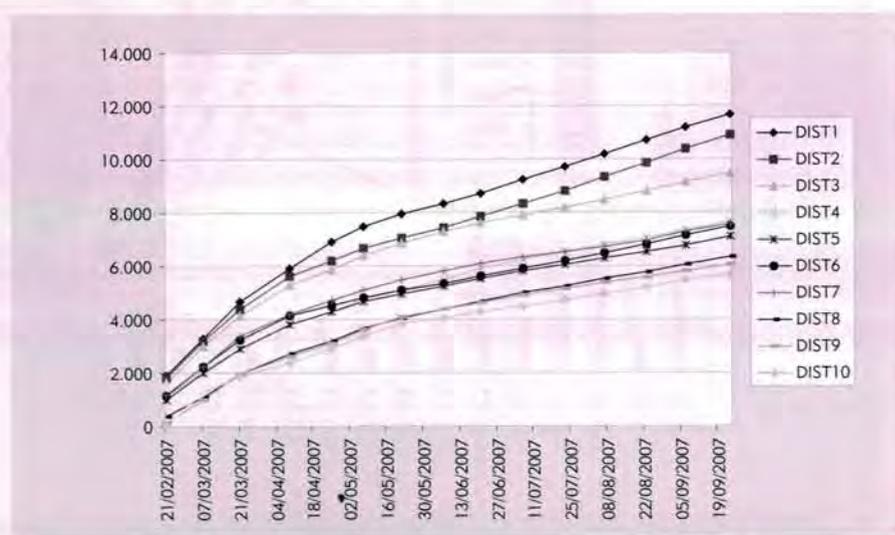
■ **Figura 34.** Capturas de adultos de broca en trampas artesanales ubicadas en árboles de café a 1,5m de altura (A) y 0,40m (B), a través del tiempo.

sugieren que el uso de estas trampas con fines de captura, deberán ser localizadas en el tercio bajo de los árboles para mejorar su acción. Se ha observado además, que las trampas aumentan el porcentaje de infestación en los árboles donde éstas se localizan, formando focos artificiales de broca. Este hallazgo será evaluado posteriormente, para ser usado en una posible estrategia de manejo.

El porcentaje de infestación entre dos parcelas, una con 40 trampas/ha y otra sin trampas, no mostró diferencias significativas en la infestación en el campo durante los primeros nueve meses de evaluación. Estos resultados indican que no se puede recomendar el uso de estas trampas como control de broca, y por tanto, 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. 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 van disminuyendo (Figura 35).

### Disminución de las poblaciones de la broca del café, durante el zoqueo de cafetales infestados, mediante cosecha sanitaria.

Con el fin de disminuir las poblaciones de la broca por medio de la cosecha sanitaria, durante el zoqueo de cafetales infestados, se realizó una investigación en el campo donde se evaluaron dispositivos para el desprendimiento de frutos de árboles de café y las estrategias para la captura de frutos del suelo durante esta labor en dos actividades separadas. Los resultados obtenidos con las variables cantidad de frutos dejados, cantidad de broca retirada de los cafetales zoqueados, así como el tiempo de la labor, sugieren que se puede recomendar el uso de guantes de cuero de cerdo o de "vaqueta" durante el desprendimiento manual de frutos. Igualmente, el uso de mallas "sarán" para capturar los frutos demostró dejar el menor número de frutos en el cafetal durante el zoqueo de cafetales infestados y retiró la mayor cantidad de broca (Tabla 55). Los resultados obtenidos en esta investigación deberán ser evaluados de manera experimental en parcelas semicomerciales con el fin de evaluar su efecto en la disminución de la broca y determinar el costo de la labor.



■ **Figura 35.** Acumulado de brocas capturadas en trampas artesanales con base en alcoholes, en 10 surcos de café adyacentes a un cafetal zoqueado.

■ **Tabla 55.** Número de frutos y cantidad de broca dejada por sitio (1m<sup>2</sup>) después del desprendimiento de frutos, por medio de la recolección manual asistida con guantes de cuero y la captura de frutos con diferentes tratamientos, durante el zoqueo de cafetales infestados.

Tratamiento	Número frutos	EE	Broca retirada	EE
Mallas sarán con velcro	17,21 d	1,7	30,24 b	1,7
Recipientes recolectores de café con lengüeta	82,69 b	4,4	47,79 ab	9,7
Canasto de boca ancha "TICO"	59,84 c	3,1	57,58 a	7,0
Control – recipiente recolector tradicional	107,12 a	4,9	59,42 a	7,0

\* Promedios seguidos por letras diferentes indican diferencias estadísticas según la prueba Tukey al 5%.

### Evaluación de estrategias para el control de la dispersión de la broca a partir del secado de flotes y pasillas.

En este experimento preliminar se evaluaron diferentes estrategias para causar mortalidad de broca del café durante el secado de pasillas y flotes. Se evaluó el secado de flotes y pasillas en una elba cubierta con plástico (E1), en un secador parabólico plástico tradicional (E2), y sumergidas en agua en una caneca plástica de 50L cubierta con plástico al sol (E3) y a la sombra (E4). Estas estrategias fueron comparadas con un control de secado en elba a temperatura ambiente (C). Los tratamientos E1, E2 y E5 fueron evaluados hasta que el café alcanzó una humedad del 10%. La unidad de observación estuvo conformada por dos kilos de pasilla para cada estrategia evaluada. En cada una se disecaron 100 granos y se estimó la mortalidad de los estados de la broca. Los resultados muestran que hubo una mortalidad total en E2 al cabo de dos horas de haber permanecido los granos a una temperatura de 50°C, en un día soleado con las cortinas cerradas, y de cuatro horas en días nublados donde la temperatura media alcanzó un máximo de 43°C. Los tratamientos E1 y E3 mataron todos los estados de la broca al cabo de 24 horas, con temperaturas máximas de 38 y 36°C, respectivamente. E4 causó una mortalidad de solo 1,8% al cabo de 24 horas, y la temperatura no superó los 27°C. El control C ocasionó una mortalidad de todos los adultos de broca, y solamente sobrevivieron 0,5 a 1,2% de

larvas y pupas, cinco días después del tratamiento. Estos resultados preliminares indican que existen diferentes maneras de ocasionar una mortalidad importante de las brocas remanentes en los flotes y las pasillas, las cuales son responsables de la dispersión de un 90% de la broca durante la recolección y el beneficio de café.

### Parasitoides y enemigos naturales para el control de la broca

#### Variabilidad genética y evaluación biológica del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston en Colombia.

En 1989 y 1990 se introdujeron a Colombia los parasitoides betílidos de la broca del café, *Prorops nasuta* y *Cephalonomia stephanoderis*, dando inicio a su cría masiva y liberación en cafetales infestados por broca. Con el propósito de comparar la variabilidad biológica de *P. nasuta* en términos de capacidad de depredación, parasitismo y longevidad, y para la determinación de su variabilidad genética por medio de la técnica AFLP, se recolectaron muestras de café infestado por broca en los departamentos de Nariño, Caldas, Quindío, Risaralda y Norte de Santander. El parasitoide *P. nasuta* se encontró en el 65% de las fincas evaluadas, con niveles de parasitismo en el campo hasta del 50%. Se establecieron crías de *P. nasuta* de acuerdo al origen. En las pruebas de variabilidad biológica, la cría Cenicafé mostró el mejor comportamiento, seguida por una cría de Nariño. Por

medio de los marcadores moleculares AFLP se encontraron estrechas relaciones intraespecíficas al comparar los individuos establecidos en Colombia con muestras de Brasil y México. Se encontró un polimorfismo del 61,81% y una débil estructura de poblaciones. Estos resultados sugieren que la diversidad genética se debe a la mezcla de las introducciones del parasitoide en las condiciones de cría en el laboratorio más que a la presión de selección a la que se ha sometido en el campo, siendo la línea colombiana distinta a las demás evaluadas en Latinoamérica. Los resultados de variabilidad genética de la especie y el desarrollo de experimentos en condiciones controladas y homogéneas permitieron determinar que *P. nasuta* tiene la capacidad de: 1) depredar ocho huevos y larvas L1 diariamente; 2) depredar 29 adultos de broca; 3) vivir hasta 8 días cuando depreda adultos de broca y hasta 77 días cuando se alimenta de estados inmaduros; 4) una hembra puede parasitar más de un grano infestado, además de depredar en granos que contengan sólo individuos de broca en estados tempranos de desarrollo, que no son adecuados para ser parasitados.

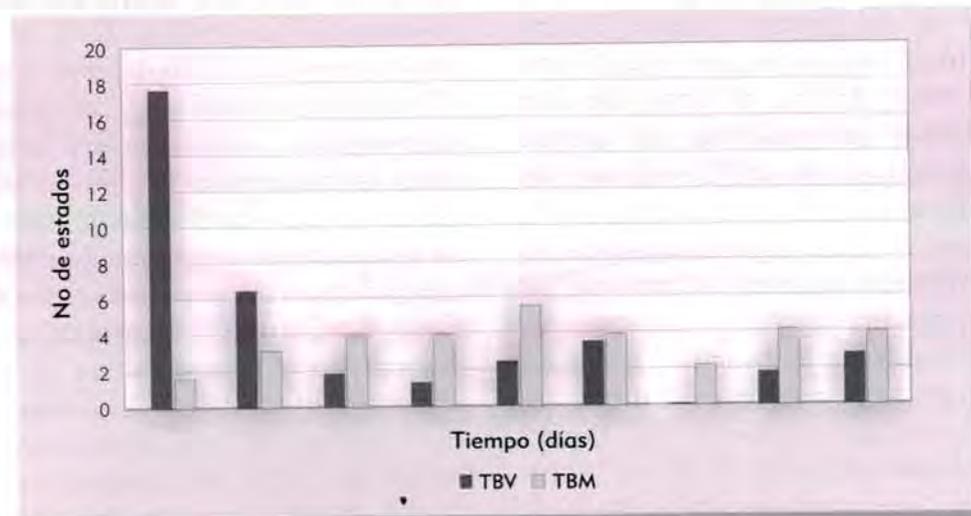
### Aspectos de la biología del parasitoide de la broca *Prorops nasuta* Waterston en

### condiciones de campo y su tolerancia a insecticidas.

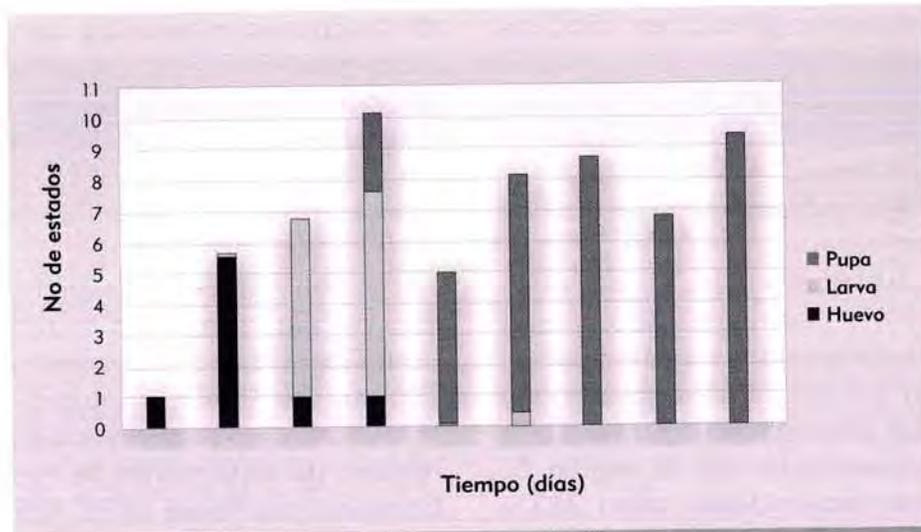
De manera preliminar se viene evaluando el desarrollo del parasitoide *Prorops nasuta* en estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* en condiciones de laboratorio. Para esto se instaló un bioensayo en el laboratorio de cría de broca de Cenicafé (26°C y 80% HR), donde se individualizaron 200 granos de café infestados por broca en viales de borosilicato y en cada uno de éstos se depositó una hembra adulta de *P. nasuta*. Los resultados obtenidos hasta la fecha muestran que entre los seis primeros días ocurre una alta depredación de estados de broca dentro de los granos infestados (Figura 36)

Igualmente, se determinó una alta oviposición de *P. nasuta* sobre estados de broca durante los primeros seis días, la aparición de larvas al día nueve y de pupas a los 12 días (Figura 37). A los 27 días aún no se observaba la aparición de adultos de la progenie de este parasitoide.

Se evaluó la longevidad de *P. nasuta* en condiciones de campo. Los resultados obtenidos con esta actividad mostraron una supervivencia de 73 días, lo que indica que este parasitoide puede alimentarse hasta de dos generaciones de broca.



■ **Figura 36.** Total de brocas vivas (TBV) y muertas (TBM) en granos de café infestados, con presencia de *Prorops nasuta* en condiciones de laboratorio.



■ **Figura 37.** Estados biológicos de *P. nasuta* sobre estados de broca del café, a través del tiempo.

**Identificación de enemigos naturales de la broca del café en la zona central cafetera de Colombia.** Se realizó un estudio exploratorio en 21 fincas de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, con el objetivo de hacer un reconocimiento de parasitoides, depredadores y entomopatógenos naturales de la broca del café. En cada finca se recolectaron 400 frutos infestados en diferentes estados de maduración, tanto del árbol como del suelo. El 70% de los frutos se disecaron en el laboratorio y el 30% restante se dejaron en observación para recolectar depredadores y esperar la emergencia de parasitoides. Los insectos encontrados se colocaron en cajas Petri con estados de broca para comprobar su acción depredadora o parasítica, y los entomopatógenos se identificaron mediante observación directa en el campo y el aislamiento en el laboratorio en medios de cultivo. En los resultados, se reporta el establecimiento de *Prorops nasuta* Waterston, encontrado en el 67% de los sitios muestreados; no se determinó la presencia de parasitoides nativos. Dentro de los depredadores se destacaron *Monanus* sp. (Coleoptera: Cucujidae) y *Crematogaster* sp. (Hymenoptera: Formicidae), con porcentajes de depredación sobre diferentes estados de la broca por encima del 60%, además

por sus altas frecuencias en las fincas (95,2 y 66,6%, respectivamente). Otros depredadores encontrados pertenecen a los órdenes Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera y Dermaptera. En el grupo de las hormigas se encontraron los géneros *Solenopsis*, *Wasmannia* y *Brachymyrmex* (Hymenoptera: Formicidae), los cuales ya habían sido reportados como depredadores de todos los estados de la plaga. Dentro de los entomopatógenos, se registraron los hongos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin atacando adultos así como larvas en el interior de los frutos, e *Hirsutella* sp. sobre adultos de broca. Los depredadores de los géneros *Crematogaster* y *Monanus* se perfilan como enemigos naturales nativos, con potencial de control de la broca del café en estrategias futuras de manejo.

### Entomonematodos para el control de la broca

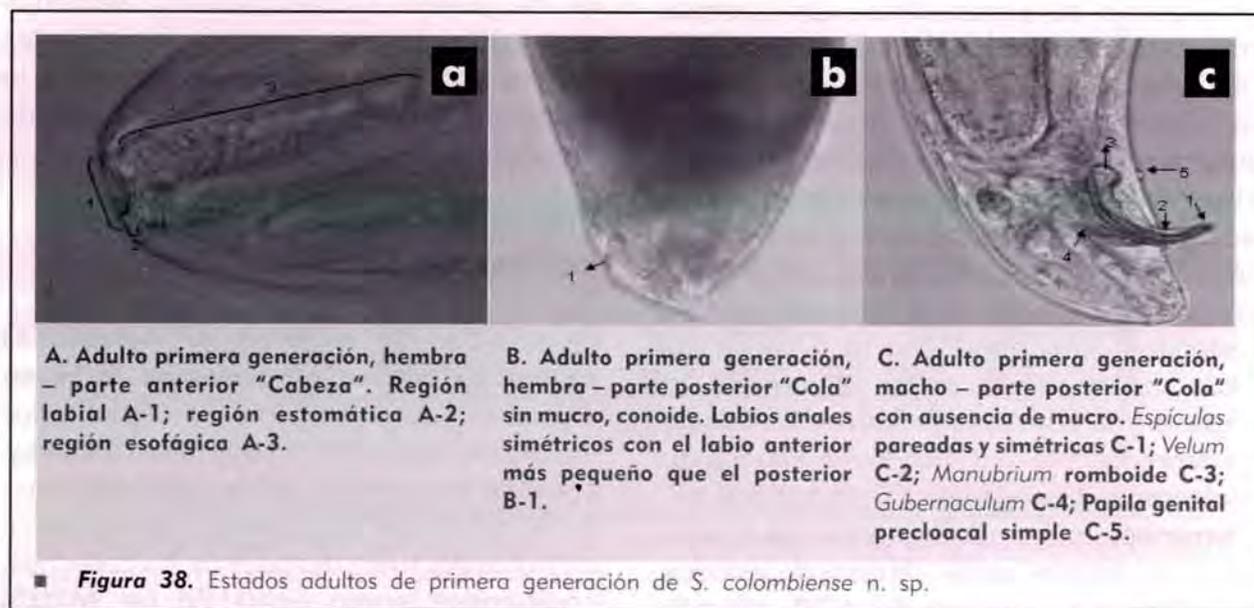
**Descripción de especies de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café.** Los aislamientos de nematodos entomopatógenos estudiados para incluirlos como herramienta de control de poblaciones de broca del café que quedan principalmente en frutos del suelo después de las cosechas, codificados como SNI0198 (= M205)

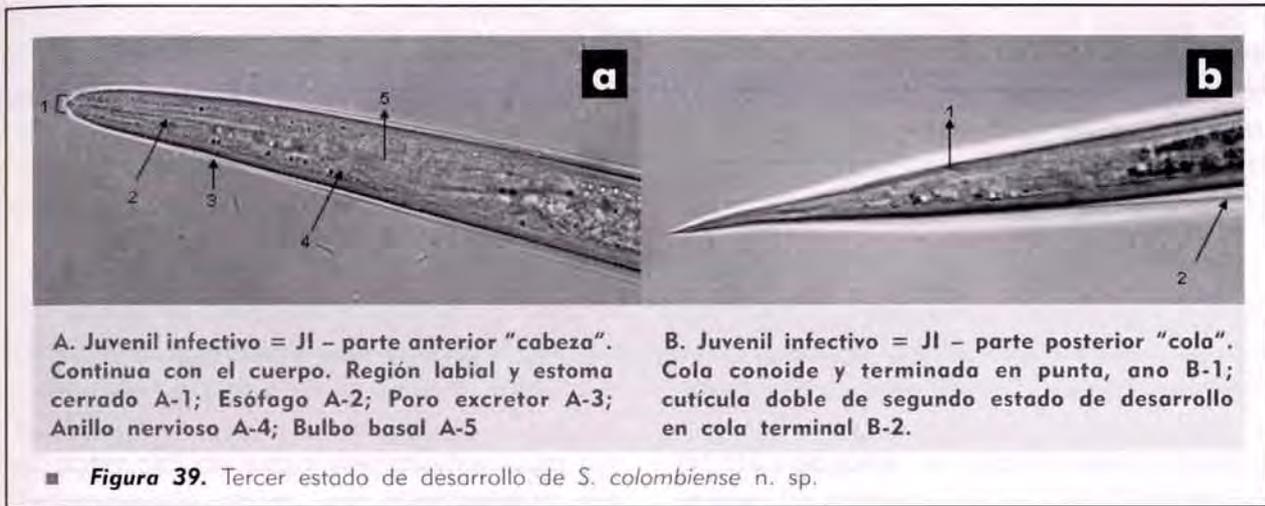
(género *Steinernema*, aislado en 1998 de muestras de suelo de un cultivo de café Variedad Colombia proveniente del municipio de Quimbaya, Quindío) y HNI0100 (= M377) (género *Heterorhabditis*, aislado en el 2000 de una muestra de suelo de un cultivo de pasto del municipio de Fresno, Tolima), se estudiaron con el propósito de identificarlos y describirlos de acuerdo con las caracterizaciones moleculares, morfológicas, de hibridación cruzada y ecológicas. La caracterización molecular incluyó la secuenciación de la región 5' terminal de las sub-unidades larga 26S y corta 18S (LSU y SSU) del ADNr, además de las regiones ribosomales internas ITS-1, 5,8 S, ITS-2, y la comparación con más de 50 secuencias de especies de *Steinernema* y diez de *Heterorhabditis*, existentes en la Universidad de Arizona, con el fin de realizar los estudios de relaciones evolutivas entre las especies de esos géneros. Los análisis filogenéticos de las secuencias LSU (máxima parsimonia), se hicieron usando PAUP. La hibridación cruzada se realizó con las especies cercanas filogenéticamente para SNI0198 (*S. carpocapsae*, *S. siamkayai* y *S. scapterisci*). El diagnóstico morfológico se realizó mediante Contraste Diferencial de Interferencia (CDI), análisis digital

de imágenes y estudios de microscopía electrónica de barrido, que incluyó análisis de caracteres para diferentes estados de desarrollo (J3, adultos de primera y segunda generación: machos, hembras y hermafroditas según el género). Los resultados mostraron que el aislamiento SNI0198 correspondía a una nueva especie de nematodo entomopatógeno para Colombia: *Steinernema colombiense* (Figuras 38 y 39), y para el aislamiento HNI0100, la confirmación del primer registro de aislamiento de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1976. Adicionalmente, se realizaron estudios de caracterización ecológica que incluyeron estudios de búsqueda de hospedante y comportamiento a diferentes humedades y temperaturas, lo que permitió conocer características de estas especies de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca.

**Evaluación de mezclas de nematodos y hongos entomopatógenos para el control de la broca del café en condiciones de campo.** Se evaluó el efecto de las aplicaciones de hongos y nematodos entomopatógenos para controlar poblaciones de broca en frutos del suelo, en parcelas comerciales bajo condiciones de campo. Los

Figura 38. Estados adultos de primera generación de *S. colombiense* n. sp.





tratamientos consistieron en la aplicación individual y en mezcla de dos nematodos entomopatógenos nativos, *Steinernema colombiense* y *Heterorhabditis bacteriophora* y el hongo *Beauveria bassiana*. Se utilizó un diseño completamente aleatorio. Los nematodos entomopatógenos y el hongo se aplicaron en parcelas de 100 árboles de café de segunda cosecha en concentraciones de 60.000 juveniles infectivos y  $1 \times 10^9$  esporas/plato del árbol, donde reposaban frutos caídos después de la cosecha principal, y a 30 frutos infestados artificialmente y cubiertos con una trampa para captura de adultos de broca (10 trampas/parcela). Se seleccionó un testigo absoluto. Se realizó una réplica del experimento después de una cosecha mitaca. Se evaluó el número de estados de broca vivos dentro del fruto, la tasa diaria de emergencia de broca y el porcentaje de infestación por broca en el árbol. Los resultados después de la cosecha principal mostraron que ocho días después de la aplicación hubo una reducción en un 40% de la cantidad de estados de broca vivos en los frutos del suelo, en los tratamientos con nematodos individuales y su mezcla con el hongo entomopatógeno. El número de estados vivos en el testigo y en el hongo aplicado individualmente fue mayor, con  $168,9 \pm 17,7$  y  $178,5 \pm 25$ , respectivamente, con diferencias estadísticas con el resto

de tratamientos, cuyos valores estuvieron entre  $90,2 \pm 21$  y  $121 \pm 31$  estados de broca vivos. En cuanto a la emergencia, sólo en las primeras dos semanas después de la aplicación se registró el efecto entre tratamientos, cuando se contó el número de brocas atrapadas en las trampas. El mayor número de adultos capturados se registró a los ocho días, tiempo en el cual el tratamiento *B. bassiana* y el testigo presentaron los promedios más altos con  $110,9 \pm 19,8$  y  $126 \pm 13,9$  brocas capturadas por parcela, mientras que en los demás tratamientos se capturaron menos de 40 brocas. Los promedios de la tasa diaria de emergencia para los tratamientos *B. bassiana* y el testigo mostraron valores que duplicaron a los demás tratamientos (Tabla 56). Después de la mitaca no se observó efecto de los tratamientos en ninguna evaluación, debido posiblemente al lavado de los organismos provocado por las intensas lluvias registradas durante la aplicación. Los resultados obtenidos con esta investigación permiten concluir que los nematodos entomopatógenos aplicados sobre los frutos del suelo ocasionan mortalidad de broca que se hospeda en su interior, disminuyen la dispersión de adultos de broca a partir de frutos del suelo y reducen la población remanente en estos frutos. Sin embargo, su aplicación como única medida de

■ **Tabla 56.** Tasa diaria de emergencia de broca de frutos del suelo evaluada después de la cosecha principal.

Tratamiento	Promedio	E.E
<i>H. bacteriophora</i> + <i>B. bassiana</i>	0,43 b	0,04
<i>S. colombiense</i>	0,46 b	0,02
<i>H. bacteriophora</i>	0,46 b	0,06
<i>S.colombiense</i> + <i>B. bassiana</i>	0,50 b	0,09
<i>B. bassiana</i>	0,93 a	0,13
Testigo	0,89 a	0,07

Promedios en la misma columna seguidos de la misma letra, no difieren estadísticamente (Duncan 5%)

control no es suficiente para reducir los niveles de infestación en el árbol.

**Evaluación de nematodos entomopatógenos nativos para el control de la broca del café en condiciones de laboratorio.**

Con el fin de evaluar la capacidad de los nematodos entomopatógenos para controlar la broca se evaluó la mortalidad de diferentes estados de desarrollo de *H. hampei* y el desplazamiento hacia frutos infestados por broca, de siete cepas nativas correspondientes a *Steinernema* sp. 1 (JCL024), *Steinernema* sp. 2 (JCL007), *Steinernema* sp. 3 (de tres zonas diferentes: Risaralda (JCL002), Caldas (JCL004) Cundinamarca (JCL027)), *Heterorhabditis* sp 1 (JCL003) y *Steinernema websteri* (JCL006), de las cuales hasta el momento se desconocía su efecto sobre la broca del café, y dos nematodos entomopatógenos actualmente utilizados *Steinernema colombiense* y *Herterorhabditis bacteriophora* (aislamiento Fresno), los cuales fueron empleados como testigos para cada género, respectivamente. El experimento se realizó en dos fases: en la primera se evaluó el efecto en la eclosión de huevos y la mortalidad de larvas y adultos después de la aplicación de diez juveniles infectivos de cada nematodo por insecto y en la segunda, se evaluó la capacidad de desplazamiento y mortalidad de *H. hampei* en el interior de frutos infestados, después de la liberación de 1.000 juveniles infectivos del nematodo, a 5cm de distancia. Ambas

fases contaron con un control, al que solo se le aplicó agua destilada estéril libre de nematodos entomopatógenos. Las variables de interés fueron porcentaje de huevos no eclosionados, mortalidad de larvas y adultos y mortalidad de *H. hampei* dentro del fruto, y como variable complementaria se tuvo el número de juveniles infectivos multiplicados al interior de larvas y adultos de la broca. Los resultados mostraron que no hubo efecto en la reducción de la eclosión con la aplicación de los nematodos entomopatógenos, sin embargo, parece ser que los juveniles infectivos se ven atraídos hacia los huevos, pero la dureza de la envoltura coriónica, limitó su entrada. Los nematodos entomopatógenos evaluados causaron mortalidad sobre los estados de larva y adulto. Para la larva los porcentajes de mortalidad oscilaron entre 36,49 y 91,24% y los nematodos que más se destacaron fueron *Steinernema* sp. 1, *S. websteri* y *Steinernema colombiense*. En el estado adulto, los porcentajes de mortalidad al final de la evaluación no superaron el 25% y los nematodos más destacados fueron las dos especies de *Heterorhabditis*. La multiplicación de los nematodos entomopatógenos se manifestó en las larvas y no en los adultos, y el número de juveniles infectivos producidos y emergidos por larva osciló entre 122 y 192, sin presentar diferencias significativas (Duncan 5%). En el desplazamiento, todos los nematodos entomopatógenos nativos recorrieron una distancia de 5cm, en un

período de cinco días, y causaron mortalidad en los estados de la broca presentes en el interior del fruto. El nematodo que mayor desplazamiento presentó fue *Steinernema* sp. 1 y el que menor desplazamiento presentó fue *Steinernema* sp. 3 (JCL002). En cuanto al porcentaje de mortalidad de los estados de broca por fruto, las especies de *Heterorhabditis* causaron una mortalidad del 100% y *Steinernema colombiense* presentó el menor valor con 82,55%. Los resultados anteriores muestran el potencial de estos nematodos para ser incorporados como una herramienta del control de la broca en frutos caídos en el suelo.

## Tecnología de aspersión

**Evaluación de preformulados de *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café.** Con el objetivo de evaluar cinco preformulados del hongo *B. bassiana* para el control de la broca, en mezcla con siete coadyuvantes y diferentes concentraciones, se realizó un estudio en dos fases. La fase inicial llevada a cabo en la planta piloto de Control Biológico y en el laboratorio de Control de Calidad de hongos entomopatógenos, permitió caracterizar mediante pruebas microbiológicas, fisicoquímicas y de patogenicidad, los preformulados y seleccionar aquellos dos más eficaces, los cuales se llevaron a la fase de campo en la Estación Central Naranjal. En el laboratorio todos los preformulados presentaron diferencias significativas en la concentración de esporas, lo que se atribuyó a la cantidad de ingredientes inertes y al contenido de humedad final; el porcentaje de germinación de los preformulados presentó diferencias significativas con respecto a las esporas puras, lo que corrobora que el proceso de formulación mejora la estabilidad de las esporas; los valores de pH y humedad final de éstos estuvieron en intervalos óptimos. La prueba de humectabilidad mostró que los preformulados 1 y 2 presentaron una humectabilidad más rápida con respecto

a los demás tratamientos (antes de 3 min.), el preformulado 3 se humectó el 50% después de 60 minutos, y los preformulados 4 y 5 no se humectaron. Sin embargo, aunque la naturaleza de los coadyuvantes de los preformulados no permite la humectabilidad rápida, al realizar una agitación manual se observó una fácil desagregación y suspensión. En la prueba de suspensibilidad se observó que los preformulados 1 y 2, humectables rápidamente, mostraron un porcentaje de 81,04 y 66,64%, respectivamente, mientras que en los preformulados 3, 4 y 5 las esporas se flocularon o sedimentaron parcialmente, lo cual confirma una distribución heterogénea de la suspensión durante el tiempo de la prueba (50 minutos), e indica que aunque el tiempo de aplicación es mucho menor, es conveniente agitar periódicamente durante la aspersión en el campo. Estos resultados también pueden sugerir un ajuste en la composición de las formulaciones para mejorar la homogeneidad de la suspensión. En la prueba de patogenicidad los preformulados 3 y 4 (3= Esporas puras + Tween 80 + Glicerina + Alginato + Veegum; 4= Esporas puras + Tween 80 + Glicerina + Carboximetilcelulosa + Alginato) presentaron los mayores porcentajes de mortalidad de broca, 97 y 98%, respectivamente, y el menor tiempo medio de mortalidad (4,43 y 4,68 días), por lo que fueron llevados al campo junto con un testigo absoluto, un testigo comercial y esporas puras, para determinar el porcentaje de mortalidad de broca. La prueba de Tukey al 5% (Tabla 57) mostró diferencias significativas a favor del testigo comercial, con un porcentaje de 62,19%, seguido por el preformulado 4 con 32,32% significativamente diferente de las esporas puras con 15,06%, lo que indica que la preformulación confirió características de protección y disponibilidad diferentes que favorecen la efectividad en el campo con respecto a las esporas puras, aún cuando son valores inferiores al testigo comercial. La mortalidad del testigo comercial, con el valor más alto encontrado en el campo,

y se le instaló una manga entomológica. Cada rama fue infestada artificialmente con 200 brocas recién emergidas. Las aplicaciones se realizaron con un equipo de aspersión de presión previa retenida Triunfo 40 -100 - 10 (boquilla TXVS - 3, descarga 200cc.min<sup>-1</sup> a 40 psi). La evaluación de la mortalidad se realizó 60 días después de la aplicación en los 50 frutos brocados por rama, se disecaron los frutos de café y se registraron todos los estados de broca vivas, muertas y la posición en el fruto. Los resultados mostraron que la infestación fue alta para todas las ramas y varió entre 99,0 y 100%. Cuando se realizó la aplicación un día después de la infestación, los mayores porcentajes de mortalidad se registraron con los insecticidas ENTBIO1 y ENTBIO3, seguidos por el ENTBIO4, ENTBIO2 y por último el ENTBIO5. No se presentaron diferencias estadísticas entre los dos primeros insecticidas, pero sí entre éstos y el resto de los tratamientos. Cuando se hicieron las aplicaciones a los 3 y 8 días, los mayores porcentajes de mortalidad se obtuvieron con el ENTBIO1 y el ENTBIO3, cabe anotar que no se detectaron diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con los demás tratamientos. Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren dos nuevos productos biorracionales con potencial para ser usados en una estrategia de manejo integrado de la broca en Colombia. Estos productos deberán ser evaluados en parcelas semicomerciales con el fin de determinar su efecto en el campo y sus posibilidades de uso en café.

**Evaluación de nuevas moléculas insecticidas para el control de la broca del café en condiciones de laboratorio y campo.** Con el propósito de evaluar nuevas moléculas insecticidas para el control químico de la broca del café, se evaluaron seis dosis (500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500 y 4.000 cc.ha<sup>-1</sup>) de un insecticida de acción sistémica y de contacto que se encuentra en proceso de evaluación, codificado como

ENTBIO6, el cual fue comparado con un testigo relativo comercial, clorpirifos en dosis de 1,5L.ha<sup>-1</sup>, y un testigo absoluto, en cuatro tiempos de aplicación (1, 3, 8 y 15 días) después de la infestación. Este experimento se evaluó en el laboratorio con las seis dosis y seis repeticiones, y en el campo con 32 tratamientos y diez repeticiones por tratamiento, bajo un diseño completamente aleatorio. Los resultados de laboratorio mostraron que las seis dosis del insecticida ocasionaron porcentajes promedio de mortalidad entre 79 y 97%. Para la evaluación en el campo se utilizaron parcelas de 25 árboles, de los cuales se seleccionó uno del surco central y una rama a la cual se le dejaron 50 frutos, y se le instaló una manga entomológica. Cada manga se infestó con 200 brocas recién emergidas. Las aplicaciones se realizaron con un equipo de aspersión de presión previa retenida Triunfo 40 -100 - 10 (boquilla TXVS - descarga 200cc.min<sup>-1</sup> a 40 psi). Las evaluaciones de la mortalidad, cuatro en total, se realizaron tres días después de cada aplicación, en los 50 frutos infestados por rama, se disecaron los frutos de café y registraron las brocas vivas, muertas y la posición en el fruto. Los resultados de la infestación artificial mostraron porcentajes entre 93,40 y 99,8%. Los promedios de los porcentajes de mortalidad fueron superiores al 75%, con diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo absoluto. En la primera aplicación no se observaron diferencias significativas para las diferentes dosis del insecticida ENTBIO6, ni tampoco con respecto al testigo relativo. La mortalidad con la dosis de 4.000cc.ha<sup>-1</sup> fue de 95,6% mientras que el testigo relativo fue de 96%. En la segunda aplicación no se observaron diferencias estadísticas entre las dosis 500, 1.500, 2.500, 4.000cc.ha<sup>-1</sup> y el testigo relativo, la mortalidad de estas tres últimas osciló entre 96,8 y 99,8%. Las dosis 1.000 y 2.000cc.ha<sup>-1</sup>, mostraron los más bajos porcentajes de mortalidad (84,1% y 88,6%, respectivamente), con diferencias respecto

y se le instaló una manga entomológica. Cada rama fue infestada artificialmente con 200 brocas recién emergidas. Las aplicaciones se realizaron con un equipo de aspersión de presión previa retenida Triunfo 40 -100 - 10 (boquilla TXVS - 3, descarga 200cc.min<sup>-1</sup> a 40 psi). La evaluación de la mortalidad se realizó 60 días después de la aplicación en los 50 frutos brocados por rama, se disecaron los frutos de café y se registraron todos los estados de broca vivas, muertas y la posición en el fruto. Los resultados mostraron que la infestación fue alta para todas las ramas y varió entre 99,0 y 100%. Cuando se realizó la aplicación un día después de la infestación, los mayores porcentajes de mortalidad se registraron con los insecticidas ENTBIO1 y ENTBIO3, seguidos por el ENTBIO4, ENTBIO2 y por último el ENTBIO5. No se presentaron diferencias estadísticas entre los dos primeros insecticidas, pero sí entre éstos y el resto de los tratamientos. Cuando se hicieron las aplicaciones a los 3 y 8 días, los mayores porcentajes de mortalidad se obtuvieron con el ENTBIO1 y el ENTBIO3, cabe anotar que no se detectaron diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con los demás tratamientos. Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren dos nuevos productos biorracionales con potencial para ser usados en una estrategia de manejo integrado de la broca en Colombia. Estos productos deberán ser evaluados en parcelas semicomerciales con el fin de determinar su efecto en el campo y sus posibilidades de uso en café.

**Evaluación de nuevas moléculas insecticidas para el control de la broca del café en condiciones de laboratorio y campo.** Con el propósito de evaluar nuevas moléculas insecticidas para el control químico de la broca del café, se evaluaron seis dosis (500, 1.000, 1.500, 2.000, 2.500 y 4.000 cc.ha<sup>-1</sup>) de un insecticida de acción sistémica y de contacto que se encuentra en proceso de evaluación, codificado como

ENTBIO6, el cual fue comparado con un testigo relativo comercial, clorpirifos en dosis de 1,5L.ha<sup>-1</sup>, y un testigo absoluto, en cuatro tiempos de aplicación (1, 3, 8 y 15 días) después de la infestación. Este experimento se evaluó en el laboratorio con las seis dosis y seis repeticiones, y en el campo con 32 tratamientos y diez repeticiones por tratamiento, bajo un diseño completamente aleatorio. Los resultados de laboratorio mostraron que las seis dosis del insecticida ocasionaron porcentajes promedio de mortalidad entre 79 y 97%. Para la evaluación en el campo se utilizaron parcelas de 25 árboles, de los cuales se seleccionó uno del surco central y una rama a la cual se le dejaron 50 frutos, y se le instaló una manga entomológica. Cada manga se infestó con 200 brocas recién emergidas. Las aplicaciones se realizaron con un equipo de aspersión de presión previa retenida Triunfo 40 -100 - 10 (boquilla TXVS - descarga 200cc.min<sup>-1</sup> a 40 psi). Las evaluaciones de la mortalidad, cuatro en total, se realizaron tres días después de cada aplicación, en los 50 frutos infestados por rama, se disecaron los frutos de café y registraron las brocas vivas, muertas y la posición en el fruto. Los resultados de la infestación artificial mostraron porcentajes entre 93,40 y 99,8%. Los promedios de los porcentajes de mortalidad fueron superiores al 75%, con diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo absoluto. En la primera aplicación no se observaron diferencias significativas para las diferentes dosis del insecticida ENTBIO6, ni tampoco con respecto al testigo relativo. La mortalidad con la dosis de 4.000cc.ha<sup>-1</sup> fue de 95,6% mientras que el testigo relativo fue de 96%. En la segunda aplicación no se observaron diferencias estadísticas entre las dosis 500, 1.500, 2.500, 4.000cc.ha<sup>-1</sup> y el testigo relativo, la mortalidad de estas tres últimas osciló entre 96,8 y 99,8%. Las dosis 1.000 y 2.000cc.ha<sup>-1</sup>, mostraron los más bajos porcentajes de mortalidad (84,1% y 88,6%, respectivamente), con diferencias respecto

a las otras dosis y el testigo relativo. En la tercera y cuarta aplicación, se observó que la dosis más baja de  $500\text{cc}\cdot\text{ha}^{-1}$  y el testigo relativo, presentaron diferencias estadísticas significativas, con promedios de mortalidad menores comparados con el resto de las dosis del producto en observación. En los cuatro tiempos de aplicación, las dosis de  $1.500$ ,  $2.500$  y  $4.000\text{cc}\cdot\text{ha}^{-1}$  del producto ENTBIO6, no mostraron diferencias estadísticas, con valores promedio de mortalidad del 92, 95 y 97%, respectivamente. Los resultados obtenidos en este experimento permiten concluir que el producto en observación ocasiona una mortalidad similar al producto comercial actualmente recomendado como estrategia de control químico en el manejo integrado de la broca en Colombia, y su acción de contacto continúa siendo alta después de 15 días de infestados los frutos en el campo. Es necesario evaluar experimentalmente la residualidad del producto y su modo de acción en café.

#### **Evaluación de nuevos productos biológicos, químicos y botánicos para el control de la broca del café.**

Con el fin de evaluar nuevos productos biológicos, químicos y botánicos de bajo impacto ambiental que se puedan incluir en un programa de manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei*, se evaluó el efecto de contacto en el laboratorio con una torre de Potter y mediante pruebas de eficacia en el campo en la Estación Central Naranjal, para un producto comercial de fenitrothion  $750\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (P1), comparado con Sumithion (fenitrothion  $543\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (P2), un extracto puro de ajo + ají (P3), un producto biológico (P4), un químico de nueva generación (P5) y un producto botánico basado en extractos puros de tres plantas (P6). Los resultados muestran que las pruebas de eficacia en laboratorio en torre de Potter con los productos P1, P2, P3, P5 y P6 causaron 99,9; 98,9; 4,8; 95,2 y 3,4% de mortalidad, respectivamente, 24 horas después de aplicados los tratamientos. Las

pruebas de eficacia en el campo, donde se liberaron brocas y se asperjaron los productos 24 horas después, mostraron que los productos P1, P2, P3, P5 y P6 produjeron una mortalidad de 100; 99,2; 0,32; 91,2 y 0,35% respectivamente, tres días después de aplicados los tratamientos. Igualmente, se evaluó en el campo el efecto repelente para el producto botánico (P6), a los días 1, 3, 8 y 15 después de asperjadas las ramas del árbol. Como control comercial se utilizó el insecticida Sumithion y un control absoluto con agua destilada. El producto botánico mostró efecto de repelencia significativo durante todas las fechas evaluadas. Se produjo una reducción entre 51 y 33% en la infestación de ramas tratadas con respecto al control absoluto. Al producto P4 se le realizaron pruebas de patogenicidad de broca a una concentración de  $1 \times 10^6$  esporas/ml evaluando mortalidad a los ocho días en el laboratorio y se comparó con un control, *Beauveria bassiana* cepa Bb9205 de Cenicafé, de igual concentración. También se realizó una prueba de eficacia en el campo usando la misma concentración de esporas y evaluando la mortalidad a los 28 días. Para esta prueba se utilizó un control absoluto agua destilada. Las pruebas de patogenicidad en el laboratorio mostraron un 95 y 83% de mortalidad de adultos de broca para la cepa Bb9205 y el producto P4, respectivamente. En la prueba de eficacia en el campo el producto P4 causó un 59% de mortalidad por efecto de los hongos entomopatógenos sobre adultos de broca, después de 28 días, comparado con el control absoluto donde la mortalidad fue de 0,28%. Estos resultados indican que existe un producto botánico, uno biológico y dos químicos nuevos con potencial para ser utilizados dentro de una estrategia de manejo integrado de la broca por producir efectos de contacto y repelencia sobre el insecto. Estos productos deberán ser evaluados experimentalmente en condiciones de campo para determinar las dosis, al igual que su residualidad y efectos tóxicos

sobre el ambiente y humanos, para poder ser evaluados comercialmente y recomendarlos.

## VII. BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

**Censos participativos de aves.** Se completaron tres años en el proyecto de censos participativos de aves con comunidades cafeteras, tiempo en el cual se han visitado 23 localidades cafeteras a lo largo del país (Tabla 58). Este programa ha permitido concretar

avances en los campos de la educación ambiental, en la aplicación de enfoques participativos para la investigación y en el fomento de la conservación entre las comunidades cafeteras. Se comprobó que los estudios de biodiversidad en regiones rurales, realizados con la participación activa de la comunidad y acompañados por un programa educativo ambiental, van más allá de la obtención de información de interés biológico, debido a que tienen el potencial de servir como herramientas para promover cambios en las actitudes y la percepción sobre el medio ambiente entre las comunidades humanas. A través

■ **Tabla 58.** Listado de las localidades visitadas en el proyecto censos participativos de aves en las zonas cafeteras colombianas.

**Aguadas:** Vereda Los Colorados, municipio de Aguadas, departamento de Caldas.

**Altagracia:** Vereda Altagracia, corregimiento de Altagracia, municipio de Pereira, departamento de Risaralda

**Anserma:** Veredas El Pensil, San Pedro, Cauya, El Poblado y Carmelo Alto, municipio de Anserma, departamento de Caldas

**Apía:** Veredas La María, El Bosque y Jordania, municipio de Apía, departamento de Risaralda

**Bellavista:** Veredas Bellavista y Vista Nieves, municipio de Santa Marta, departamento del Magdalena

**Bruselas:** Vereda Cerritos, municipio de Pitalito, departamento del Huila

**Cenicafé:** Reserva Forestal Protectora Planalto, vereda Hoyo Frío, municipio de Manizales, departamento de Caldas

**El Jordán:** Finca La Marina, vereda El Jordán, municipio de Pereira, departamento de Risaralda

**Encino:** Vereda La Cabuya, municipio de Encino, departamento de Santander

**Guaduas:** Veredas La Cumbre, Granada, El Hatillo, Campeona y Carbonera, municipio de Guaduas, departamento de Cundinamarca

**Jardín:** Vereda Morro Amarillo, municipio de Jardín, departamento de Antioquia

**La Sierra:** Veredas Buenos Aires, Sapongo y Quebrada Azul, municipio de La Sierra, departamento del Cauca

**Libano:** Veredas Riorecio, La Honda, La Trinidad, Subestación Experimental Libano, municipio de Libano, departamento del Tolima

**Palmor:** Veredas Uranio Alto y Uranio 3, corregimiento de Palmor, municipio de Ciénaga, departamento de Magdalena

**Paramo:** Vereda La Laguna, municipio de Páramo, departamento de Santander

**Pulí:** Veredas El Tabor y Paramón, municipio de Pulí, departamento de Cundinamarca

**San Isidro:** Veredas San Isidro y La Palma, municipio de Acevedo, departamento del Huila

**San Javier:** Vereda San Javier, corregimiento de San Pedro, municipio de Ciénaga, departamento del Magdalena

**San Vicente de Chucurí:** Veredas Centro y Pamplona, municipio de San Vicente de Chucurí, departamento de Santander

**Teruel:** Veredas El Cedral y El Mesón, La María, municipio de Teruel, departamento del Huila

**Timbio:** Vereda Cinco Días, municipio de Timbio y vereda Poblacéña, municipio de Sotará, departamento del Cauca

**Toledo:** Vereda Toledito, municipio de Toledo, departamento de Norte de Santander

**Valle de San José:** Veredas Medios Copero, El Recodo y Piedra de Rayo, municipio de Valle de San José, departamento de Santander

de los censos de aves se ha enriquecido el conocimiento sobre éstas y a la vez se han fomentado actitudes positivas que han llevado a la participación activa de las comunidades en conservación. Durante este período se apoyaron las iniciativas de dos de las comunidades cafeteras que han participado en los censos de aves, proceso que resultó en la elaboración participativa

de un programa educativo sobre las aves para la comunidad estudiantil de Guaduas, Cundinamarca, y en el desarrollo de un plan de manejo participativo de los bosques de roble en la zona cafetera de Acevedo, Huila (Figuras 40 y 41).

En este proyecto se han registrado 399 especies, algunas de las cuales solamente



■ **Figura 40.** Comunidad de San Isidro e investigadores de Cenicafé durante la actividad de socialización del plan de manejo.



■ **Figura 41.** Estudiante de Guaduas durante la realización de una de las actividades de diseño del programa educativo.

de los censos de aves se ha enriquecido el conocimiento sobre éstas y a la vez se han fomentado actitudes positivas que han llevado a la participación activa de las comunidades en conservación. Durante este período se apoyaron las iniciativas de dos de las comunidades cafeteras que han participado en los censos de aves, proceso que resultó en la elaboración participativa

de un programa educativo sobre las aves para la comunidad estudiantil de Guaduas, Cundinamarca, y en el desarrollo de un plan de manejo participativo de los bosques de roble en la zona cafetera de Acevedo, Huila (Figuras 40 y 41).

En este proyecto se han registrado 399 especies, algunas de las cuales solamente



■ **Figura 40.** Comunidad de San Isidro e investigadores de Cenicafé durante la actividad de socialización del plan de manejo.



■ **Figura 41.** Estudiante de Guaduas durante la realización de una de las actividades de diseño del programa educativo.

■ **Tabla 60.** Aporte a la diversidad regional de plantas, aves y hormigas de diferentes hábitats en los paisajes de cafeteros de El Cairo (Valle del Cauca), Támesis (Antioquia), Páramo, Pinchote, San Gil y Socorro (Santander). [Diversidad  $\alpha$ : diversidad a nivel local, número de especies en cada hábitat, diversidad  $\gamma$ : diversidad a nivel regional, número de especies en cada localidad, diversidad  $\alpha/\gamma$ : aporte de cada hábitat a la diversidad regional según el grupo taxonómico].

Localidad	Hábitat	Diversidad $\alpha$			Diversidad $\alpha/\gamma$		
		Plantas	Aves	Hormigas	Plantas	Aves	Hormigas
El Cairo	Bosques secundarios	94	23	47	<b>59,87</b>	24,73	62,67
	Cafetales con sombrío	36	47	49	22,93	50,54	65,33
	Cafetales con sombrío de cañada	38	50	57	24,20	<b>53,76</b>	<b>76,00</b>
	Potreros con rastrojos bajos	40	48	44	25,48	51,61	58,67
	Cultivos de caña panelera	-	14	29	-	15,05	38,67
	Potreros limpios	-	8	25	-	8,60	33,33
	Diversidad	157	93	75	-	-	-
Támesis	Rastrojos altos	128	59	64	<b>62,14</b>	47,97	58,18
	Cafetales con sombrío	43	83	62	20,87	<b>67,48</b>	56,36
	Cercas vivas	75	50	65	36,41	40,65	59,09
	Potreros arbolados	61	50	64	29,61	40,65	58,18
	Potreros con rastrojos bajos	38	50	556	18,45	40,65	50,91
	Cafetales a libre exposición	11	29	30	5,34	23,58	27,27
	Diversidad	206	123	110	-	-	-
Santander	Rastrojos altos	92	45	56	<b>66,67</b>	42,06	56,57
	Cafetales con sombrío	50	75	60	36,23	70,09	60,61
	Cercas vivas	49	45	68	35,51	42,06	68,69
	Potreros arbolados	39	45	65	28,26	42,06	65,66
	Potreros con rastrojos bajos	55	46	55	39,86	42,99	55,56
Diversidad	138	107	99	-	-	-	

hasta nivel de especie. Aunque la diversidad es ligeramente mayor en los hábitats con mayor cobertura arbórea, especialmente aquellos de forma lineal, las diferencias en diversidad y composición entre las comunidades de hormigas de distintos hábitats son poco notorias. Esto se debe en parte a que las mismas especies, típicas de ecosistemas intervenidos, dominan la mayoría de hábitats, inclusive en distintas regiones.

**Aves.** Al estudiar las aves se aprendió que al utilizar indicadores que valoren características de la historia de vida de las especies, dándole más peso a aquellas con prioridad de conservación y a los hábitats de que dependen, arroja resultados diferentes, que utilizar únicamente la riqueza de especies. Las mejores estrategias para maximizar su diversidad en los paisajes cafeteros son aquellas que apuntan al establecimiento, mantenimiento y enriquecimiento de "sistemas de producción amigables";

pero para asegurar la persistencia de especies vulnerables es necesario proteger y enriquecer los remanentes de vegetación natural y semi-natural.

**Estudio de anuros (ranas y reptiles) en zonas cafeteras.** Se avanzó en el conocimiento de las comunidades de ranas y reptiles en paisajes cafeteros de Colombia. Durante este período, se pudo concluir un primer estudio sobre los anuros en zonas cafeteras de Támesis, Antioquia, y San Vicente de Chucurí, Santander. Estos estudios preliminares permitieron confirmar que existen diferencias marcadas en las comunidades de anuros presentes en diferentes elementos del paisaje en una región, pero también que existen diferencias marcadas entre regiones. La riqueza de especies en los tres tipos de hábitat evaluados en Támesis fue similar, sin embargo, se encontraron diferencias en los índices de diversidad y en la composición de las comunidades en cada

■ **Tabla 60.** Aporte a la diversidad regional de plantas, aves y hormigas de diferentes hábitats en los paisajes de cafeteros de El Cairo (Valle del Cauca), Támesis (Antioquia), Páramo, Pinchote, San Gil y Socorro (Santander). [Diversidad  $\alpha$ : diversidad a nivel local, número de especies en cada hábitat, diversidad  $\gamma$ : diversidad a nivel regional, número de especies en cada localidad, diversidad  $\alpha/\gamma$ : aporte de cada hábitat a la diversidad regional según el grupo taxonómico].

Localidad	Hábitat	Diversidad $\alpha$			Diversidad $\alpha\gamma$		
		Plantas	Aves	Hormigas	Plantas	Aves	Hormigas
El Cairo	Bosques secundarios	94	23	47	<b>59,87</b>	24,73	62,67
	Cafetales con sombrío	36	47	49	22,93	50,54	65,33
	Cafetales con sombrío de cañada	38	50	57	24,20	<b>53,76</b>	<b>76,00</b>
	Potreros con rastrojos bajos	40	48	44	25,48	51,61	58,67
	Cultivos de caña panelera	-	14	29	-	15,05	38,67
	Potreros limpios	-	8	25	-	8,60	33,33
	Diversidad	157	93	75	-	-	-
Támesis	Rastrojos altos	128	59	64	<b>62,14</b>	47,97	58,18
	Cafetales con sombrío	43	83	62	20,87	<b>67,48</b>	56,36
	Cercas vivas	75	50	65	36,41	40,65	59,09
	Potreros arbolados	61	50	64	29,61	40,65	58,18
	Potreros con rastrojos bajos	38	50	556	18,45	40,65	50,91
	Cafetales a libre exposición	11	29	30	5,34	23,58	27,27
	Diversidad	206	123	110	-	-	-
Santander	Rastrojos altos	92	45	56	<b>66,67</b>	42,06	56,57
	Cafetales con sombrío	50	75	60	36,23	70,09	60,61
	Cercas vivas	49	45	68	35,51	42,06	68,69
	Potreros arbolados	39	45	65	28,26	42,06	65,66
	Potreros con rastrojos bajos	55	46	55	39,86	42,99	55,56
Diversidad	138	107	99	-	-	-	

hasta nivel de especie. Aunque la diversidad es ligeramente mayor en los hábitats con mayor cobertura arbórea, especialmente aquellos de forma lineal, las diferencias en diversidad y composición entre las comunidades de hormigas de distintos hábitats son poco notorias. Esto se debe en parte a que las mismas especies, típicas de ecosistemas intervenidos, dominan la mayoría de hábitats, inclusive en distintas regiones.

**Aves.** Al estudiar las aves se aprendió que al utilizar indicadores que valoren características de la historia de vida de las especies, dándole más peso a aquellas con prioridad de conservación y a los hábitats de que dependen, arroja resultados diferentes, que utilizar únicamente la riqueza de especies. Las mejores estrategias para maximizar su diversidad en los paisajes cafeteros son aquellas que apuntan al establecimiento, mantenimiento y enriquecimiento de "sistemas de producción amigables";

pero para asegurar la persistencia de especies vulnerables es necesario proteger y enriquecer los remanentes de vegetación natural y semi-natural.

**Estudio de anuros (ranas y reptiles) en zonas cafeteras.** Se avanzó en el conocimiento de las comunidades de ranas y reptiles en paisajes cafeteros de Colombia. Durante este período, se pudo concluir un primer estudio sobre los anuros en zonas cafeteras de Támesis, Antioquia, y San Vicente de Chucurí, Santander. Estos estudios preliminares permitieron confirmar que existen diferencias marcadas en las comunidades de anuros presentes en diferentes elementos del paisaje en una región, pero también que existen diferencias marcadas entre regiones. La riqueza de especies en los tres tipos de hábitat evaluados en Támesis fue similar, sin embargo, se encontraron diferencias en los índices de diversidad y en la composición de las comunidades en cada

- Se realizó un análisis de la información que se registra en la Estación y a partir de esta evaluación se estableció el control de registros. Adicionalmente se incluyeron aquellos datos que hacían falta para el cumplimiento del sistema de gestión de calidad. Se utilizaron como referentes las recomendaciones que sobre este componente propone Utz Certified.
- El proceso denominado *Plan de formación por competencias laborales*, se inició en el segundo semestre del 2007, y hasta la fecha se han desarrollado dos módulos: módulo 1 "Obtención de colinos de café" y módulo 5 "Recolección del café", con la participación de 67 trabajadores de campo. Este proceso se realizó con instructores asignados por el SENA. El estudio de cada módulo tuvo una duración de 40 horas, distribuidas en 12 horas de conceptos y fundamentos teóricos y 28 horas de práctica, en las cuales se realizaban las labores en el campo. Finalmente, todos los participantes recibieron los certificados de formación otorgados por el SENA.

Como resultado de estas jornadas los trabajadores que han participado han recibido con motivación la oportunidad que se les brinda para mejorar sus conocimientos a través de la capacitación y lograr la certificación. Además, han demostrado compromiso y responsabilidad con el proceso.

- Para dar cumplimiento a la normativa sobre señalización se realizaron las siguientes identificaciones: bodegas, productos químicos por categoría, equipos y materiales.

### Medio ambiente:

En cuanto a infraestructura se han realizado la siguientes actividades:

### Manejo de residuos:

#### Ordinarios:

- Se acondicionó un área para el centro de acopio temporal de los residuos que se generan en el cultivo, dando cumplimiento al Decreto 1713/2002, Capítulo II, Artículo 14 y 24.
- Se dispusieron en los sitios donde se pesa el café cosechado y en las casetas ubicadas en los lotes, recolectores de residuos, construidos unos con estopas (costales) y otros con guadua.
- Se construyó la caseta de compostaje para los residuos orgánicos domésticos generados en Naranjal.
- El contar con sitios señalizados y organizados para la disposición de residuos ordinarios, genera en la Estación un ambiente más limpio, y la convierte en ejemplo para las fincas y comunidades vecinas.

#### Peligrosos:

- Se destinó una bodega para el manejo y almacenamiento de residuos peligrosos.
- Se recogieron y retiraron los envases de agroquímicos que se encontraban en los lotes.

### Manejo de vertimientos:

#### Plaguicidas:

- En el centro de acopio de residuos peligrosos se acondicionaron tanques recolectores para cada producto que se aplica en el cultivo, con el fin de colocar allí el residuo resultante del triple lavado de los envases de los agroquímicos y las aspersoras.

- Se realizó un análisis de la información que se registra en la Estación y a partir de esta evaluación se estableció el control de registros. Adicionalmente se incluyeron aquellos datos que hacían falta para el cumplimiento del sistema de gestión de calidad. Se utilizaron como referentes las recomendaciones que sobre este componente propone Utz Certified.
- El proceso denominado *Plan de formación por competencias laborales*, se inició en el segundo semestre del 2007, y hasta la fecha se han desarrollado dos módulos: módulo 1 "Obtención de colinos de café" y módulo 5 "Recolección del café", con la participación de 67 trabajadores de campo. Este proceso se realizó con instructores asignados por el SENA. El estudio de cada módulo tuvo una duración de 40 horas, distribuidas en 12 horas de conceptos y fundamentos teóricos y 28 horas de práctica, en las cuales se realizaban las labores en el campo. Finalmente, todos los participantes recibieron los certificados de formación otorgados por el SENA.

Como resultado de estas jornadas los trabajadores que han participado han recibido con motivación la oportunidad que se les brinda para mejorar sus conocimientos a través de la capacitación y lograr la certificación. Además, han demostrado compromiso y responsabilidad con el proceso.

- Para dar cumplimiento a la normativa sobre señalización se realizaron las siguientes identificaciones: bodegas, productos químicos por categoría, equipos y materiales.

### **Medio ambiente:**

En cuanto a infraestructura se han realizado la siguientes actividades:

### **Manejo de residuos:**

#### Ordinarios:

- Se acondicionó un área para el centro de acopio temporal de los residuos que se generan en el cultivo, dando cumplimiento al Decreto 1713/2002, Capítulo II, Artículo 14 y 24.
- Se dispusieron en los sitios donde se pesa el café cosechado y en las casetas ubicadas en los lotes, recolectores de residuos, construidos unos con estopas (costales) y otros con guadua.
- Se construyó la caseta de compostaje para los residuos orgánicos domésticos generados en Naranjal.
- El contar con sitios señalizados y organizados para la disposición de residuos ordinarios, genera en la Estación un ambiente más limpio, y la convierte en ejemplo para las fincas y comunidades vecinas.

#### **Peligrosos:**

- Se destinó una bodega para el manejo y almacenamiento de residuos peligrosos.
- Se recogieron y retiraron los envases de agroquímicos que se encontraban en los lotes.

### **Manejo de vertimientos:**

#### Plaguicidas:

- En el centro de acopio de residuos peligrosos se acondicionaron tanques recolectores para cada producto que se aplica en el cultivo, con el fin de colocar allí el residuo resultante del triple lavado de los envases de los agroquímicos y las aspersoras.

seguimiento se realizará semanalmente durante el año 2007.

### Responsabilidad social:

A continuación se presentan las actividades realizadas de acuerdo al plan de trabajo.

Bienestar social y salud ocupacional:

- Organización y adecuación de los **cuarteles**, en cuanto a ventilación, aseo y limpieza de todos los camarotes y retiro de muebles dañados. También se colocaron muebles metálicos para que las personas puedan guardar los objetos personales.
- Se destinó un sitio como **vestuario**, en donde se colocaron armarios metálicos, para que las personas que manejan plaguicidas, guarden por separado los elementos de protección y la ropa de trabajo, de los objetos personales. Adicionalmente, se ubicó un mueble para guardar los elementos utilizados por cada guadañador.
- Se aumentó el número de **casetas** para consumir alimentos en los lotes. Éstas se adecuaron colocando mesas y sillas, y con esterilla se levantó una pared con el fin de proporcionar protección para la lluvia y el sol.
- En la casa principal se acondicionó el **comedor** y la cocina, para que el personal de la parte administrativa, del núcleo y los trabajadores de campo que se encuentren en esta zona, puedan consumir sus alimentos.
- Se dispuso de una habitación como **enfermería** para prestar atención médica en caso de accidentes o enfermedades. El sitio seleccionado cuenta con baño, cama y escritorio, adicionalmente cuenta con botiquín y una camilla móvil.
- En la **bodega** de herramientas, éstas se organizaron en un solo sitio, separadas y colocadas de manera segura. Adicionalmente, se ubicaron extintores en la parte externa de las bodegas como almacén, residuos peligrosos, taller y combustible.
- Se determinaron y adecuaron los puntos de encuentro en caso de evacuación.
- Se comisionó a un responsable de la seguridad y mantenimiento de las bodegas y sus materiales, además del manejo de los agroquímicos, para lo cual se dotó con los elementos de protección personal, debido a que es la persona que se encarga de preparar y entregar a los trabajadores las mezclas para el selector y las aspersoras para control químico, y adicionalmente también realiza el manejo de residuos peligrosos en el centro de acopio.
- Se inició la caracterización ocupacional de los trabajadores del germinador, almácigo, siembra, manejo del selector, guadañadores y quienes realizan oficios varios, a través de un "cuestionario base". Como resultados preliminares se tienen los siguientes: el 72% de la población vive en las veredas La Quebra y La Floresta, el 62% tiene entre 20 y 40 años, el 48% siempre ha vivido en la zona cercana a Naranjal y el 78% de los entrevistados han estudiado como mínimo la primaria.
- Realización del *Análisis de riesgos* de cada actividad dentro de los procesos del sistema de producción de café y que afectan a los trabajadores; para este análisis también se tuvieron en cuenta las labores administrativas y de oficina de la casa principal en la Estación.
- Se elaboró la metodología para evaluar el uso de ropa de protección

confeccionados de acuerdo a tres modelos confeccionados con telas antifluidos, que son impermeables a líquidos, y que ofrecen protección, seguridad, confianza y comodidad para la salud de las personas.

- Se realizaron dos jornadas de atención médica en la Estación Central Naranjal, la primera el 30 de mayo con la valoración de riesgo cardiovascular y glucometría en la cual participaron 85 y 113 usuarios de todas las Entidades Prestadoras de Salud (EPS), y la segunda, el 20 de junio con la valoración de agudeza visual con la atención de 40 usuarios de todas las EPS.
- El 4 de agosto se llevó a cabo en el colegio Politécnico Integrado Naranjal de La Quebra, una brigada que se denominó de "salud, medio ambiente y deportiva", para los trabajadores asociados en Coopservín quienes podían asistir acompañados de sus familias. Durante la jornada se realizó por parte de médicos y enfermeras de Saludcoop - Chinchiná: medicina general, exámenes de citología, visual e higiene oral, entre otros. Se contó con la participación de: EMAS y los VIGIRS, Confamiliares - Chinchiná, la Fábrica de Café Liofilizado y Super de Alimentos.
- Durante la jornada se realizó una ceremonia de entrega de los certificados a las personas que participaron en la capacitación "Implementación del Sistema Integrado de Gestión y Manejo Integral de Residuos Ordinarios". Adicionalmente se entregó un certificado como un reconocimiento especial a los integrantes del Grupo Base.

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

**Producción de alcohol carburante a partir del mucílago del café. QIN0806.** Con el fin de evaluar la factibilidad técnica y económica del proceso de producción de alcohol carburante a partir de mucílago de café se evaluaron 16 tratamientos con seis repeticiones. Se utilizó el mucílago de café obtenido de un desmucilagador mecánico operado con un flujo de 550ml de agua/minuto. Se evaluaron cuatro tipos de hidrólisis (enzimática, ácida, alcalina y sin hidrólisis), y en cada una se probó el efecto de microorganismos, así: adición de dos levaduras prensadas comerciales, adición de una levadura seca y soluble, y otra sin adición, es decir, solo los microorganismos contenidos naturalmente en el mucílago de café.

Los rendimientos medios de alcohol por litro de muestra (medidos por hidrometría) en los destilados obtenidos mediante la hidrólisis con la adición de levaduras comerciales fueron de 29,19 para la hidrólisis ácida, de 38,48 para la hidrólisis alcalina, de 38,64 para la hidrólisis enzimática y de 40,13 para los tratamientos sin hidrólisis. Por lo que se concluye que la hidrólisis del mucílago no mejora los rendimientos del proceso de producción de alcohol. No hubo diferencias estadísticas significativas al 5%, entre los rendimientos de alcohol alcanzados con las diferentes levaduras evaluadas para los tratamientos sin hidrólisis. De acuerdo con los rendimientos alcanzados, los costos, la facilidad de aplicación, el tiempo y la forma de almacenamiento, se recomienda usar la levadura seca y soluble en el proceso de la fermentación alcohólica del mucílago.

También se evaluó la influencia del pH, el tiempo de fermentación y los grados

Brix sobre los rendimientos de alcohol, y se encontraron los siguientes resultados: el ajuste de pH del mucílago en el rango entre 5,0 y 6,0 mantiene o mejora los rendimientos; a mayor valor de °Brix se obtienen mayores rendimientos de alcohol, y en cuanto al tiempo de fermentación es necesario que éste sea de 38 horas cuando los grados Brix son mayores a 12,9°Brix, y por debajo de este valor es mejor utilizar un tiempo de fermentación de 15 horas.

De las 192 destilaciones simples de los productos de fermentación del mucílago de café provenientes de los tratamientos evaluados se encontraron en promedio 41,47ml de alcohol/litro de mucílago (C.V. 28,98%, valor máximo 76,84ml y valor mínimo 18,57ml). En el análisis cromatográfico de este alcohol se encontró 97,74% de etanol. El mucílago representó en volumen, el 21,39% del peso del fruto fresco, por tanto, se estima un rendimiento de 867ml de etanol/100kg de café cereza.

Los residuos de las destilaciones del mucílago fermentado de café (vinazas) representan el 44,42% del volumen inicial del fermentado del mucílago, y presentaron un pH de 4,58 en promedio, sólidos totales de 101.258ppm y una DQO promedio de 119.689ppm, por tanto, se generan 11 litros de vinazas en la destilación simple de 25 litros de mucílago fermentado que producen 1 litro de etanol. Para comparación, en la Industria Licorera de Caldas se obtiene un litro de etanol a partir de 12,5 litros de miel virgen de caña y se producen 11,5 litros de vinazas, con una DQO de 23.000ppm. En consecuencia, los rendimientos en la producción de alcohol a partir del mucílago del café son la mitad de los obtenidos de la caña de azúcar y su carga contaminante es cinco veces mayor, sin embargo, estos residuos pueden convertirse en biogás, que a su vez se podría utilizar para hacer las destilaciones.

**Producción de etanol a partir de la pulpa de café.** Se evaluó la producción de etanol a partir de la fermentación alcohólica de los jugos provenientes del prensado de la pulpa de café fresca y de la fermentación de las mezclas pulpa fresca - agua, en relaciones 1:1 y 1:2, utilizando dos levaduras prensadas y una levadura seca e instantánea sin ningún tipo de hidrólisis. En promedio se obtuvieron 0,208 litros de jugo/kg de pulpa fresca, en el primer prensado, con un pH de 4,57 y 12,94°Brix, aplicando una presión de 25 KN, y en el segundo prensado, realizado después de 24 horas, se aplicó la misma presión y se obtuvieron 0,114 litros de jugo/kg de pulpa fresca, con un pH de 3,80 y 10,34°Brix.

Los rendimientos medios de alcohol, medido por hidrometría, fueron de 47,95ml.L<sup>-1</sup> de jugo del primer prensado (contenido de etanol de 98,43%) y de 22,62ml.L<sup>-1</sup> de jugo del segundo prensado (contenido de etanol de 96,60%), equivalentes a 12,31ml de etanol/kg de pulpa fresca, la cual representó el 42,67% del peso del fruto fresco. De esta manera se pueden obtener 525ml de etanol a partir de la pulpa generada en el beneficio de 100kg de café cereza. Se presentaron diferencias estadísticas significativas (al 5%) a favor de la levadura seca y soluble, en los rendimientos de alcohol alcanzados con los jugos del primer prensado (58,35ml.L<sup>-1</sup>) comparado con los obtenidos con las levaduras prensadas (51,08 y 48,01ml.L<sup>-1</sup>) (Tabla 61).

Para la fermentación de la pulpa fresca sin agua y con relaciones 1:1 y 1:2 y las diferentes levaduras, se obtuvo un rendimiento de alcohol de 25,75ml.kg<sup>-1</sup> de pulpa fresca en promedio. No hubo diferencias significativas en los rendimientos del alcohol obtenido a partir de la mezcla pulpa - agua (1:1), para los tres tipos de levaduras evaluadas (25,85ml.kg<sup>-1</sup> de pulpa para la levadura seca y 25,81 y 25,53ml.kg<sup>-1</sup> de pulpa para las levaduras

Brix sobre los rendimientos de alcohol, y se encontraron los siguientes resultados: el ajuste de pH del mucílago en el rango entre 5,0 y 6,0 mantiene o mejora los rendimientos; a mayor valor de °Brix se obtienen mayores rendimientos de alcohol, y en cuanto al tiempo de fermentación es necesario que éste sea de 38 horas cuando los grados Brix son mayores a 12,9°Brix, y por debajo de este valor es mejor utilizar un tiempo de fermentación de 15 horas.

De las 192 destilaciones simples de los productos de fermentación del mucílago de café provenientes de los tratamientos evaluados se encontraron en promedio 41,47ml de alcohol/litro de mucílago (C.V. 28,98%, valor máximo 76,84ml y valor mínimo 18,57ml). En el análisis cromatográfico de este alcohol se encontró 97,74% de etanol. El mucílago representó en volumen, el 21,39% del peso del fruto fresco, por tanto, se estima un rendimiento de 867ml de etanol/100kg de café cereza.

Los residuos de las destilaciones del mucílago fermentado de café (vinazas) representan el 44,42% del volumen inicial del fermentado del mucílago, y presentaron un pH de 4,58 en promedio, sólidos totales de 101.258ppm y una DQO promedio de 119.689ppm, por tanto, se generan 11 litros de vinazas en la destilación simple de 25 litros de mucílago fermentado que producen 1 litro de etanol. Para comparación, en la Industria Licorera de Caldas se obtiene un litro de etanol a partir de 12,5 litros de miel virgen de caña y se producen 11,5 litros de vinazas, con una DQO de 23.000ppm. En consecuencia, los rendimientos en la producción de alcohol a partir del mucílago del café son la mitad de los obtenidos de la caña de azúcar y su carga contaminante es cinco veces mayor, sin embargo, estos residuos pueden convertirse en biogás, que a su vez se podría utilizar para hacer las destilaciones.

**Producción de etanol a partir de la pulpa de café.** Se evaluó la producción de etanol a partir de la fermentación alcohólica de los jugos provenientes del prensado de la pulpa de café fresca y de la fermentación de las mezclas pulpa fresca - agua, en relaciones 1:1 y 1:2, utilizando dos levaduras prensadas y una levadura seca e instantánea sin ningún tipo de hidrólisis. En promedio se obtuvieron 0,208 litros de jugo/kg de pulpa fresca, en el primer prensado, con un pH de 4,57 y 12,94°Brix, aplicando una presión de 25 KN, y en el segundo prensado, realizado después de 24 horas, se aplicó la misma presión y se obtuvieron 0,114 litros de jugo/kg de pulpa fresca, con un pH de 3,80 y 10,34°Brix.

Los rendimientos medios de alcohol, medido por hidrometría, fueron de 47,95ml.L<sup>-1</sup> de jugo del primer prensado (contenido de etanol de 98,43%) y de 22,62ml.L<sup>-1</sup> de jugo del segundo prensado (contenido de etanol de 96,60%), equivalentes a 12,31ml de etanol/kg de pulpa fresca, la cual representó el 42,67% del peso del fruto fresco. De esta manera se pueden obtener 525ml de etanol a partir de la pulpa generada en el beneficio de 100kg de café cereza. Se presentaron diferencias estadísticas significativas (al 5%) a favor de la levadura seca y soluble, en los rendimientos de alcohol alcanzados con los jugos del primer prensado (58,35ml.L<sup>-1</sup>) comparado con los obtenidos con las levaduras prensadas (51,08 y 48,01ml.L<sup>-1</sup>) (Tabla 61).

Para la fermentación de la pulpa fresca sin agua y con relaciones 1:1 y 1:2 y las diferentes levaduras, se obtuvo un rendimiento de alcohol de 25,75ml.kg<sup>-1</sup> de pulpa fresca en promedio. No hubo diferencias significativas en los rendimientos del alcohol obtenido a partir de la mezcla pulpa - agua (1:1), para los tres tipos de levaduras evaluadas (25,85ml.kg<sup>-1</sup> de pulpa para la levadura seca y 25,81 y 25,53ml.kg<sup>-1</sup> de pulpa para las levaduras

■ **Tabla 62.** Etanol producido a partir la pulpa y el mucilago de café generado en la producción de un millón de sacos de café verde.

Residuo del beneficio del café	Pulpa fresca	Mucilago fresco	Total
Toneladas residuo/millón sacos de café verde	162.900	55.500	218.400
Litros de etanol /tonelada de residuo de café	25,17	58,37	33,66
Etanol producido m <sup>3</sup>	4.100,2	3.239,5	7.339,7
Etanol producido en galones americanos	1.083.274	855.888	1.939.162

**en la tecnología BECOLSUB en una finca. QIN0115.** Con el objetivo de generar métodos y desarrollar sistemas para el tratamiento y la disposición de los residuos del beneficio del café y así disminuir su impacto ambiental, se realizó el montaje de un sistema integral de tratamiento de lixiviados en la Hacienda Veracruz (Caldas), y se efectuaron la inoculación y el arranque de los 13 reactores metanogénicos que conforman el sistema de tratamiento (Figura 42). Actualmente este sistema se encuentra en su etapa de estabilización y se han alcanzado remociones medias de carga orgánica del 65,54% de DQO y 66,05% de sólidos totales, para un afluente con una concentración media de 73.611ppm de DQO.

**Diseño y evaluación de sistemas prototipos para fincas cafeteras para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café. QIN0103.** Se diseñaron, construyeron, arrancaron y evaluaron sistemas de tratamiento mediante la biodigestión anaerobia de las aguas residuales del lavado del café, en las siguientes localidades:

- Finca El Placer (Rionegro, Quindío)
- Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda).

- Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas)
- Sistema integral para manejo y tratamiento de los residuos generados en la tecnología Becolsub en la Hacienda Veracruz (Chinchiná, Caldas).



■ **Figura 42.** Sistema integral de tratamiento de lixiviados en la Hacienda Veracruz.

■ **Tabla 62.** Etanol producido a partir la pulpa y el mucílago de café generado en la producción de un millón de sacos de café verde.

Residuo del beneficio del café	Pulpa fresca	Mucílago fresco	Total
Toneladas residuo/millón sacos de café verde	162.900	55.500	218.400
Litros de etanol /tonelada de residuo de café	25,17	58,37	33,66
Etanol producido m <sup>3</sup>	4.100,2	3.239,5	7.339,7
Etanol producido en galones americanos	1.083.274	855.888	1.939.162

**en la tecnología BECOLSUB en una finca. QIN0115.** Con el objetivo de generar métodos y desarrollar sistemas para el tratamiento y la disposición de los residuos del beneficio del café y así disminuir su impacto ambiental, se realizó el montaje de un sistema integral de tratamiento de lixiviados en la Hacienda Veracruz (Caldas), y se efectuaron la inoculación y el arranque de los 13 reactores metanogénicos que conforman el sistema de tratamiento (Figura 42). Actualmente este sistema se encuentra en su etapa de estabilización y se han alcanzado remociones medias de carga orgánica del 65,54% de DQO y 66,05% de sólidos totales, para un afluente con una concentración media de 73.611ppm de DQO.

**Diseño y evaluación de sistemas prototipos para fincas cafeteras para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café. QIN0103.** Se diseñaron, construyeron, arrancaron y evaluaron sistemas de tratamiento mediante la biodigestión anaerobia de las aguas residuales del lavado del café, en las siguientes localidades:

- Finca El Placer (Rionegro, Quindío)
- Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda).

- Estación Central Naranjal (Chinchiná, Caldas)
- Sistema integral para manejo y tratamiento de los residuos generados en la tecnología Becolsub en la Hacienda Veracruz (Chinchiná, Caldas).



■ **Figura 42.** Sistema integral de tratamiento de lixiviados en la Hacienda Veracruz.

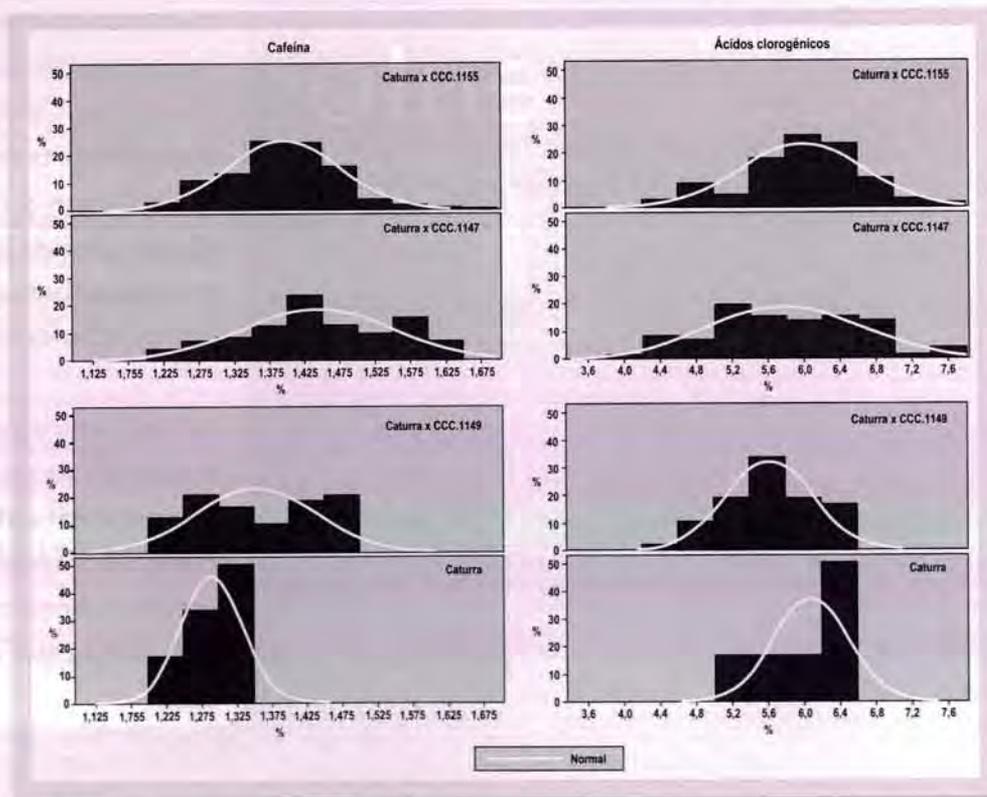
## I. GENÓMICA DEL CAFÉ

### Conservación y evaluación de germoplasma.

Plantas F<sub>2</sub> originadas del cruce de Caturra x Genotipos de la Colección Colombiana de Café (CCC) fueron evaluadas por compuestos químicos para cafeína y ácidos clorogénicos en muestras de café verde molido, empleando ecuaciones de predicción con la técnica NIRs. Con los valores de concentración de estos compuestos se calcularon las varianzas fenotípicas, genotípicas y heredabilidades en sentido amplio. Las poblaciones mostraron diferencias en las variaciones para los contenidos de estos dos compuestos, igualmente los valores de heredabilidad fueron diferentes para cada una de ellas. En la Figura 43 se observa el comportamiento para la cafeína y los ácidos clorogénicos de las poblaciones Caturra x CCC.1155, Caturra x CCC.1147 y Caturra x CCC.1149, así como el comportamiento del padre Caturra.

De acuerdo a los resultados, los genotipos de la CCC ofrecen diferentes posibilidades de selección para compuestos químicos asociados a calidad. Con la información disponible se seleccionarán plantas para sembrarlas en ambientes contrastantes y evaluar la diferencia de expresión de estos compuestos por efecto ambiental. La selección final de plantas en cada población incluirá las otras características de importancia agronómica en café.

**Bases moleculares de la resistencia por roya.** Con el empleo de la estrategia de genes candidatos se logró amplificar un total de siete familias de genes candidatos de resistencia (RGCs), a partir de cinco combinaciones de iniciadores (*primers*) y seis secuencias análogas a genes candidatos de defensa (DGCs), de una combinación de iniciadores. Estos genes de defensa pertenecen a la familia PR5 con actividad antifúngica, previamente



■ **Figura 43.** Distribución de frecuencias para cafeína y ácidos clorogénicos en tres poblaciones F<sub>2</sub> derivadas del cruzamiento de Caturra x Genotipos de la Colección Colombiana de Café (CCC).

reconocida en otras especies de plantas. Los genotipos evaluados fueron la variedad Caturra y la progenie F4 de (Caturra X Híbrido de Timor) - DI.200, contrastantes por su nivel de resistencia incompleta a la roya del café. De las siete familias RGC identificadas, se incluyeron seis dentro de la clase de genes NBS no-TIR, mientras que una familia (fm1) fue catalogada dentro de la clase TIR. Esta familia constituye el primer reporte en café de esta clase de genes, los cuales parecen estar particularmente ausentes en cereales y escasos en gimnospermas y dicotiledoneas. Dentro de las familias de tipo RGC identificadas, se destacó la familia 3 como la más abundante. En esta familia se encontraron secuencias homólogas al gen Prf, un gen que ha sido implicado en la respuesta de resistencia del tomate al ataque de *Pseudomonas syringae*. La abundante presencia de secuencias de este tipo en café podría sugerir un papel importante en la respuesta de resistencia del café a la roya, pero también podría estar relacionada con la respuesta de tipo no-específico (sistémica) en esta especie. Las demás familias mostraron homologías igualmente importantes con genes de resistencia conocidos, como los genes *RPS2*, *RPS5*, implicados con la respuesta de *Arabidopsis* al ataque de *Pseudomonas* sp. (fm2); el gen *I2* implicado con la respuesta del tomate al ataque de hongos del género *Fusarium* (fm7); genes *RPP1*, *RPP5* aislados de *Arabidopsis* contra *Peronospora parasitica* y genes *M*, *L6* implicados en la respuesta del lino contra el hongo *Melampsora lini*. Cinco de las siete familias identificadas en este estudio coincidieron con las identificadas previamente en café. El conjunto de todas estas familias de genes de resistencia (RGC y DGC) parece estar presente tanto en el genotipo resistente (línea DI.200) como en el susceptible (Caturra), formando parte de una amplia cantidad de genes de acción aparentemente huésped no-específica, controlados por un mecanismo de activación genética diferencial. Esta

activación precoz en los genotipos resistentes podría estar relacionada con un mecanismo complejo, que involucra el reconocimiento no específico del hongo y los mecanismos de resistencia mediados por genes de resistencia y defensa específicos.

**Búsqueda de marcadores moleculares ligados a la resistencia incompleta.** Como resultado de la búsqueda de marcadores moleculares útiles para la selección futura de genotipos con resistencia durable contra la roya del café, se identificaron 12 marcadores (9 AFLP y 3 SSR), candidatos que presentan una relación significativa con la respuesta de resistencia incompleta a la roya, en evaluaciones realizadas en tres años consecutivos (Tabla 63).

Paralelamente, en colaboración con el grupo del IRD (Francia), se continuó la búsqueda de nuevos marcadores potenciales, con la evaluación de un total de 49 secuencias microsátélites derivadas de fragmentos genómicos previamente secuenciados (BACend-RGA). De las 49 secuencias seleccionadas y evaluadas en el presente período, diez de ellas (20,4%) mostraron algún polimorfismo entre los genotipos resistentes y susceptibles. Actualmente se trabaja en su validación sobre plantas segregantes de dos poblaciones derivadas de cruzamientos controlados entre líneas con resistencia incompleta (línea DI.200 y DQ.952) y la variedad Caturra susceptible.

**Avances en la obtención de un mapa genético en la población tetraploide:** Durante este período las actividades se concentraron en el desarrollo de marcadores, diseño de *primers*, su optimización y su evaluación en los progenitores de la población para mapeo F2 de *C. arabica*, a la construcción del mapa genético en la población F2 y su evaluación en el campo y al desarrollo de poblaciones para análisis de QTLs. Se han mapeado hasta el momento 109 marcadores en la población F2 de Caturra x CCC.1146. De estos marcadores 105 son microsátélites

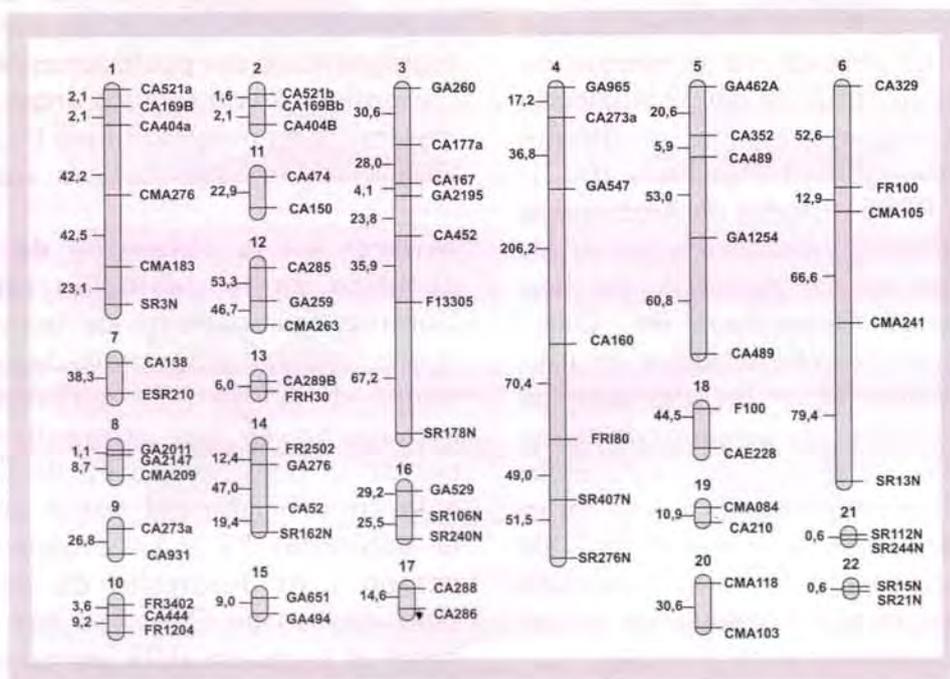
y cuatro corresponden a EST de café (Figura 44). Puede observarse que el mapa contiene 22 grupos de ligamiento, lo cual implica un mapa robusto. Sin embargo, la mayoría de los grupos de ligamiento presentan un número muy reducido de

marcadores, por lo que es necesario continuar con el mapeo de marcadores para obtener una saturación media del mapa. De los 963 microsatélites hallados en las secuencias de las librerías de cDNA, se les pudo diseñar *primers* a 307. Se

■ **Tabla 63.** Análisis de la asociación entre los marcadores candidatos y la respuesta de resistencia a la roya medida como el porcentaje de defoliación (%DEF) y el porcentaje de incidencia de roya (%IR), durante tres años consecutivos.

Marcador molecular	Año 2003		Año 2004		Año 2005	
	% DEF	% IR	% DEF	% IR	% DEF	% IR
	p > F	p > F	p > F	p > F	p > F	p > F
AA11	0,685	0,447	0,131	0,894	0,747	0,771
AA12	0,451	0,959	0,146	0,356	0,482	0,187
AA13	0,662	0,073	0,664	0,605	0,792	0,409
AA14	0,027*	0,034*	0,605	0,717	0,003**	0,033**
AA22	0,072*	0,017*	0,336	0,325	0,012*	0,014*
CC14	0,071	0,017*	0,336	0,325	0,012*	0,014*
CC21	0,027*	0,034*	0,605	0,717	0,003**	0,033*
CC22	0,391	0,252	0,981	0,107	0,442	0,358
AC14	0,149	0,003**	0,507	0,141	0,009**	0,003**
SAT 225	0,037*	0,042*	0,008**	0,807	0,056	0,526
SAT 229	0,264	0,124	0,547	0,851	0,007**	0,349
SAT 259	0,16	0,654	0,033*	0,297	0,4	0,614

\* p = 0,5; \*\* p = 0,01



■ **Figura 44.** Mapa Genético de *Coffea arabica*.

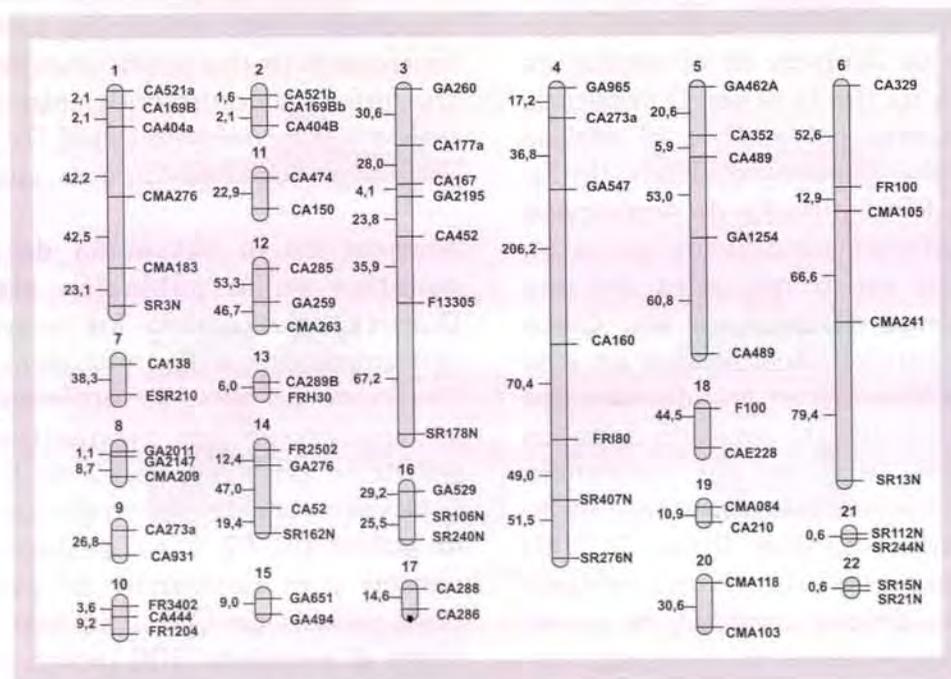
y cuatro corresponden a EST de café (Figura 44). Puede observarse que el mapa contiene 22 grupos de ligamiento, lo cual implica un mapa robusto. Sin embargo, la mayoría de los grupos de ligamiento presentan un número muy reducido de

marcadores, por lo que es necesario continuar con el mapeo de marcadores para obtener una saturación media del mapa. De los 963 microsátelites hallados en las secuencias de las librerías de cDNA, se les pudo diseñar *primers* a 307. Se

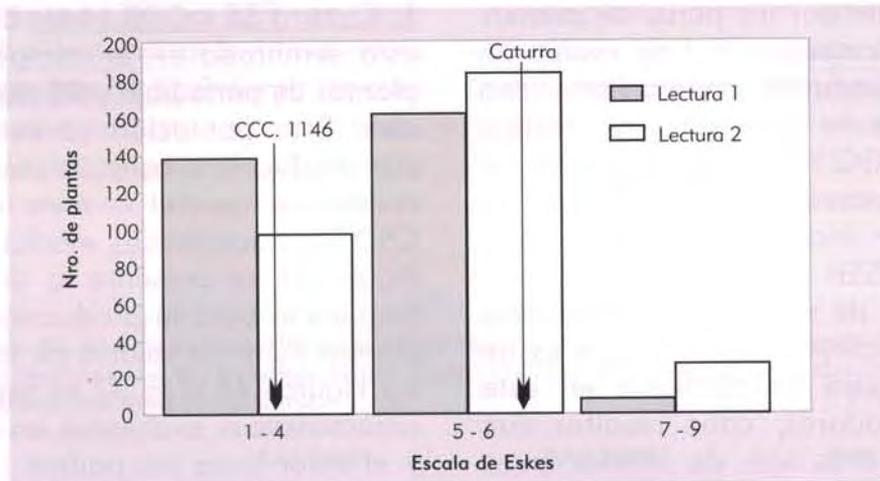
■ **Tabla 63.** Análisis de la asociación entre los marcadores candidatos y la respuesta de resistencia a la roya medida como el porcentaje de defoliación (%DEF) y el porcentaje de incidencia de roya (%IR), durante tres años consecutivos.

Marcador molecular	Año 2003		Año 2004		Año 2005	
	% DEF	% IR	% DEF	% IR	% DEF	% IR
	p > F	p > F	p > F	p > F	p > F	p > F
AA11	0,685	0,447	0,131	0,894	0,747	0,771
AA12	0,451	0,959	0,146	0,356	0,482	0,187
AA13	0,662	0,073	0,664	0,605	0,792	0,409
AA14	0,027*	0,034*	0,605	0,717	0,003**	0,033**
AA22	0,072*	0,017*	0,336	0,325	0,012*	0,014*
CC14	0,071	0,017*	0,336	0,325	0,012*	0,014*
CC21	0,027*	0,034*	0,605	0,717	0,003**	0,033*
CC22	0,391	0,252	0,981	0,107	0,442	0,358
AC14	0,149	0,003**	0,507	0,141	0,009**	0,003**
SAT 225	0,037*	0,042*	0,008**	0,807	0,056	0,526
SAT 229	0,264	0,124	0,547	0,851	0,007**	0,349
SAT 259	0,16	0,654	0,033*	0,297	0,4	0,614

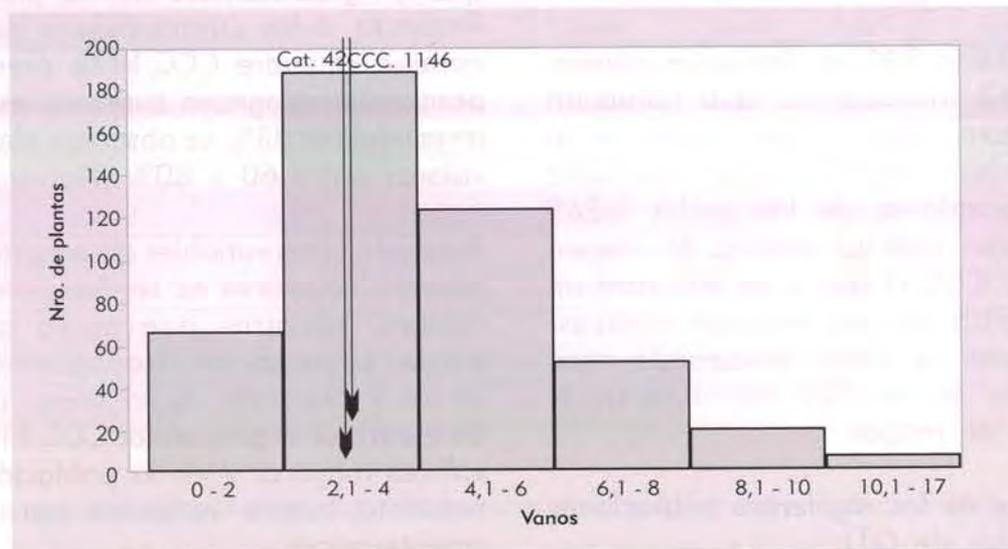
\* p = 0,5; \*\* p = 0,01



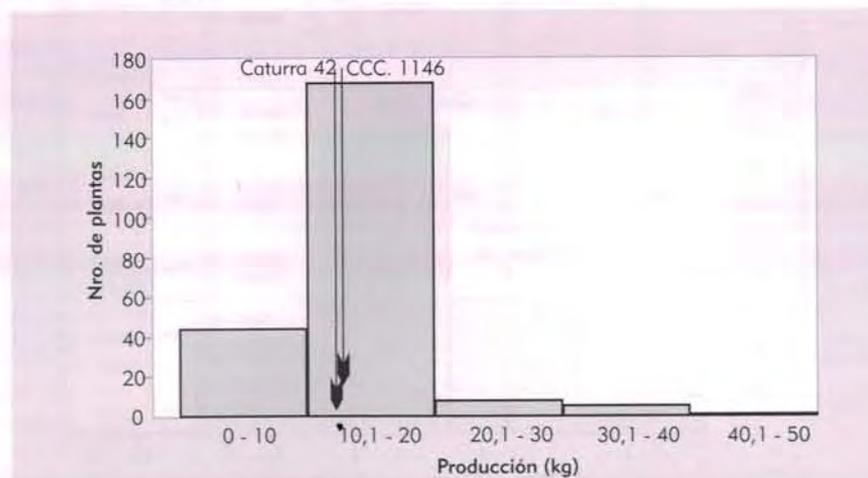
■ **Figura 44.** Mapa Genético de *Coffea arabica*.



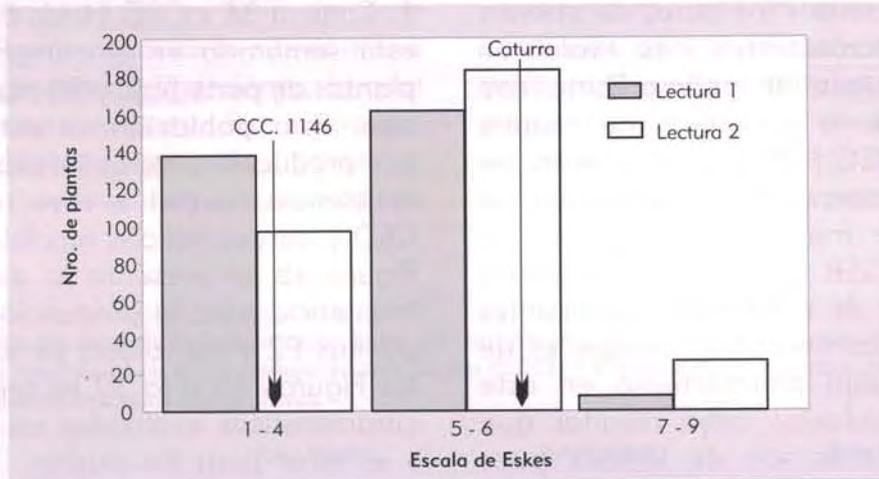
■ **Figura 46.** Reacción a roya, medida con la Escala de Eskes en la población F2.



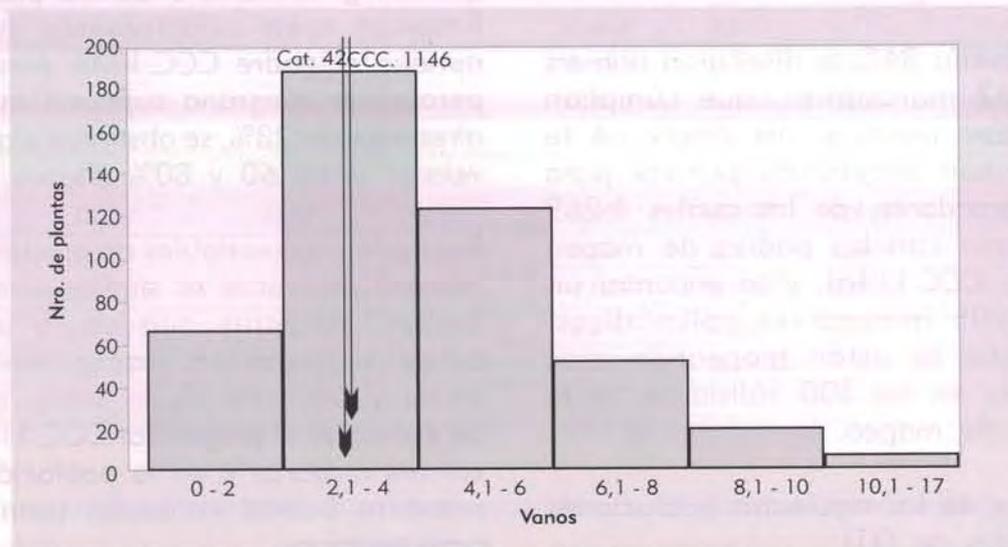
■ **Figura 47.** Porcentaje de granos vanos de las 300 plantas F2 para mapeo.



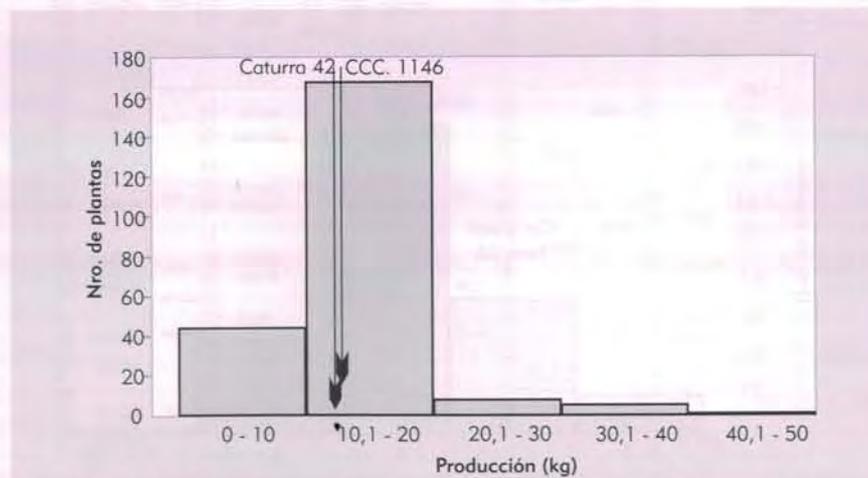
■ **Figura 48.** Porcentaje de granos caracol de las 300 plantas F2 para mapeo.



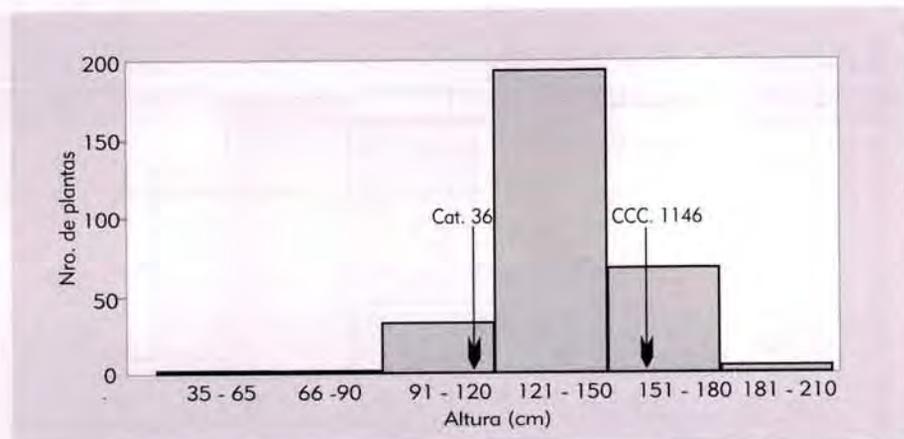
■ **Figura 46.** Reacción a roya, medida con la Escala de Esques en la población F2.



■ **Figura 47.** Porcentaje de granos vanos de las 300 plantas F2 para mapeo.



■ **Figura 48.** Porcentaje de granos caracol de las 300 plantas F2 para mapeo.



■ **Figura 52.** Altura de las 300 plantas F2 para mapeo.

Con estos datos y tan pronto como se tenga disponible un mapa medianamente saturado, se iniciará el análisis de asociación marcadores- caracteres.

2. Poblaciones para la evaluación de "resistencia" a broca: Se sembraron en el campo en octubre 13 del 2005, las poblaciones F1 provenientes de los cruzamientos entre Caturra y los genotipos de la Colección de Germoplasma que han presentado menor oviposición, con el objeto de desarrollar poblaciones F2 que nos permitan hacer análisis de QTL para resistencia a broca.

De cada población se sembraron 12 plantas, diez efectivas, y los bordes a una distancia de 1,50 x 1,50m y de 3,0m entre poblaciones. Se están evaluando por resistencia a broca en condiciones de laboratorio y en el campo con mangas entomológicas.

3. Progenies F3 de la población de mapeo (Caturra x CCC.1146), para hacer análisis de QTLs: Se hará la evaluación agronómica de las progenies F3 de Caturra x CCC.1146, y posteriormente el análisis de asociación entre marcadores y características agronómicas.

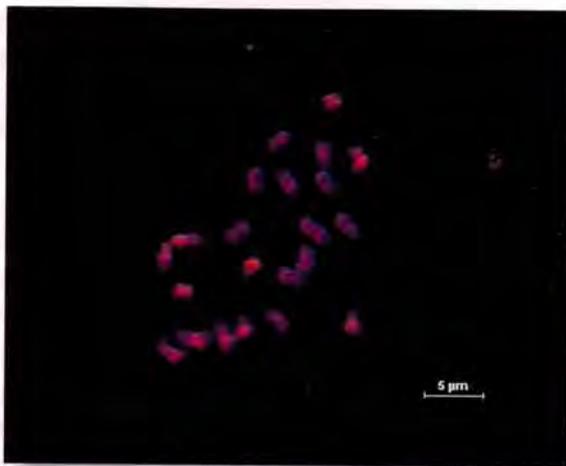
Este experimento se estableció en cinco localidades: El Tambo, El Rosario,

Líbano, Paraguaicito y Naranjal, durante los meses de mayo y junio de este año. Se sembraron dos repeticiones con un número variable de plantas de siete a diez por repetición, dependiendo de la disponibilidad de terreno en cada Subestación.

Se evaluarán las características agronómicas de interés, tales como producción, características de grano, resistencia a roya y variables de crecimiento.

#### **Estudio citogenético del genoma café:**

Se desarrolló un protocolo eficiente para la obtención de extendidos cromosómicos de diferentes genotipos, a partir de raíces como de primordios foliares. La posibilidad de obtener cromosomas de primordios foliares facilita el estudio citogenético de cualquier planta de interés que se encuentre en el campo. De otro lado, se iniciaron los experimentos de citogenética tendientes a lograr la identificación de cada uno de los cromosomas de base del café, como un paso inicial a la construcción de un mapa físico de la especie (Figura 53). Como resultado de la colaboración con el IRD (Francia), se recibió ADN de 91 fragmentos (clones) de la librería BAC de *C. arabica*, los cuales fueron seleccionados por ser específicos de cada grupo de ligamiento del genoma de base de café. En total, 68 clones



■ **Figura 53.** Ejemplos de cromosomas extendidos de café. A la izquierda se observan los cromosomas de un híbrido interespecífico entre *C. eugenioides* x *C. liberica*, coloreados mediante la técnica de hibridación *in-situ* fluorescente (FISH). La señal en rojo marca los cromosomas pertenecientes a la especie *C. eugenioides*.

(74,7%) mostraron ser adecuados para la identificación de cromosomas específicos, ya que presentaron pocas fracciones repetitivas a lo largo de su secuencia. Actualmente se trabaja en la identificación de cromosomas individuales, utilizando como sonda los BAC seleccionados mediante el método de BAC-FISH.

## II. BÚSQUEDA DE RESISTENCIA A LA BROCA

**Selección por resistencia a broca.** Se está trabajando en el aislamiento, la purificación y la caracterización de un inhibidor de proteasa para el control de la broca del café (*Hypothenemus hampei*).

Los tejidos de las semillas acumulan un amplio grupo de compuestos de defensa contra insectos, virus, bacterias, hongos y nematodos. Entre las proteínas vegetales involucradas en la defensa se encuentran los inhibidores de proteasas que son un grupo de proteínas de bajo peso molecular, que comparten la propiedad de formar complejos reversibles con proteasas animales y de algunas plantas, y que ocasionan la inhibición competitiva de sus funciones catalíticas. La broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari)

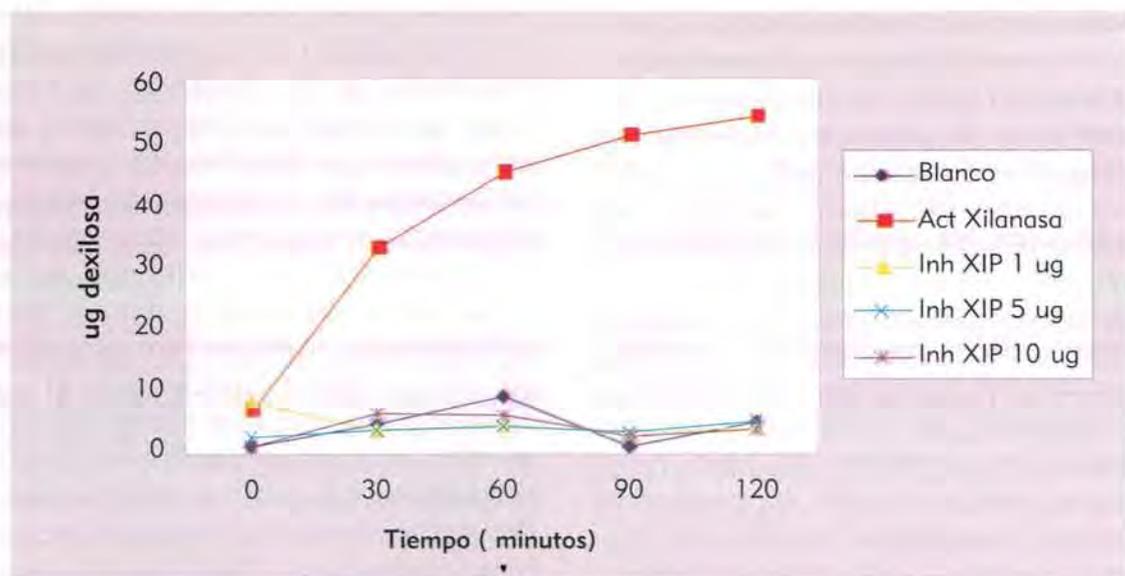
(Coleoptera: Scolytidae) es un insecto que se alimenta y se reproduce en el grano del café, es la plaga que ocasiona el mayor daño económico al cultivo.

En el género *Coffea* se han encontrado algunas introducciones de *C. arabica* y una introducción de *C. liberica* en las que la oviposición de la broca es menor hasta en un 35% que en los testigos comerciales, sin embargo, se desconoce si esta diferencia será mantenida en las poblaciones de hibridación, por lo que es necesario tener otras alternativas. En café, la identificación y la caracterización de inhibidores de las proteasas de insectos, y de los genes que las codifican es un paso previo a su transferencia a variedades comerciales por ingeniería genética. Esta estrategia tiene más aceptación que la introducción de proteínas de otros reinos como bacterias, hongos e insectos. Inhibidores de proteasas han sido utilizados con éxito en otras especies para el control de coleopteros, por esta razón, extractos de semillas de *Lupinus bogotensis*, *Brachiaria humidicola*, *Amaranthus hypochondriacus*, *Phaseolus acutifolius*, *Phaseolus coccineus*, *Hyptis suaveolens*, *Centrosema pubescens* y *Trifolium repens* se evaluaron con el fin de identificar inhibidores de aspártico proteasas contra la broca. La mayor

actividad inhibidora se encontró en los extractos de *L. bogotensis* que presentó 676,4 unidades de inhibición por gramo de semilla. Con este extracto se inició la purificación de estos inhibidores. Inicialmente, el extracto se pasó a través de una columna de Econo pac DG-10, 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, y se obtuvieron dos picos IP1 e IP2 con actividad inhibidora de proteasa, que presentaron actividades específicas de 1.134,48U.mg<sup>-1</sup> de proteína y de 342,42U.mg<sup>-1</sup>, respectivamente. Los zimogramas mostraron que los inhibidores de proteasas que inhiben las aspártico proteasas de la broca del café tienen un peso molecular entre 15 y 17kDa. La eliminación de las proteínas de peso molecular superior a 30kDa permitió observar la presencia de dos bandas en el pico IP1 que corresponden a inhibidores de aspártico proteasas de la broca del café, las cuales presentan una actividad específica de 6.400U.mg<sup>-1</sup>. Estos inhibidores de las proteasas de broca pueden introducirse en plantas de café

como una alternativa para la obtención de variedades resistentes a la broca.

En el tracto digestivo de la broca del café se identificó una xilanasas (E.C. 3.2.18), también conocida como hemicelulasas, la cual transforma las moléculas complejas de hemicelulosa presentes en el grano de café en moléculas más simples que puedan ser absorbidas por el insecto en el proceso de nutrición. La inhibición de esta enzima mediante moléculas proteicas conduciría a una desnutrición y consecuente muerte de los estados larvales de la broca, cuando el insecto se alimenta del grano de café. En un extracto de semillas de trigo (*Triticum aestivum*) se identificó un inhibidor de xilanasas que corresponde a una proteína monomérica glicosilada, con un punto isoeléctrico de 8,7-8,9 y un peso molecular de 29kDa. Los resultados de las evaluaciones bioquímicas de esta proteína demostraron que en una mínima concentración del inhibidor (1ug/uL) se inactivó el 100% de las xilanasas presentes en el tracto digestivo de la broca (Figura 54). Esta molécula se convertiría en una posible fuente de resistencia a la broca en el caso de confirmarse su acción biológica

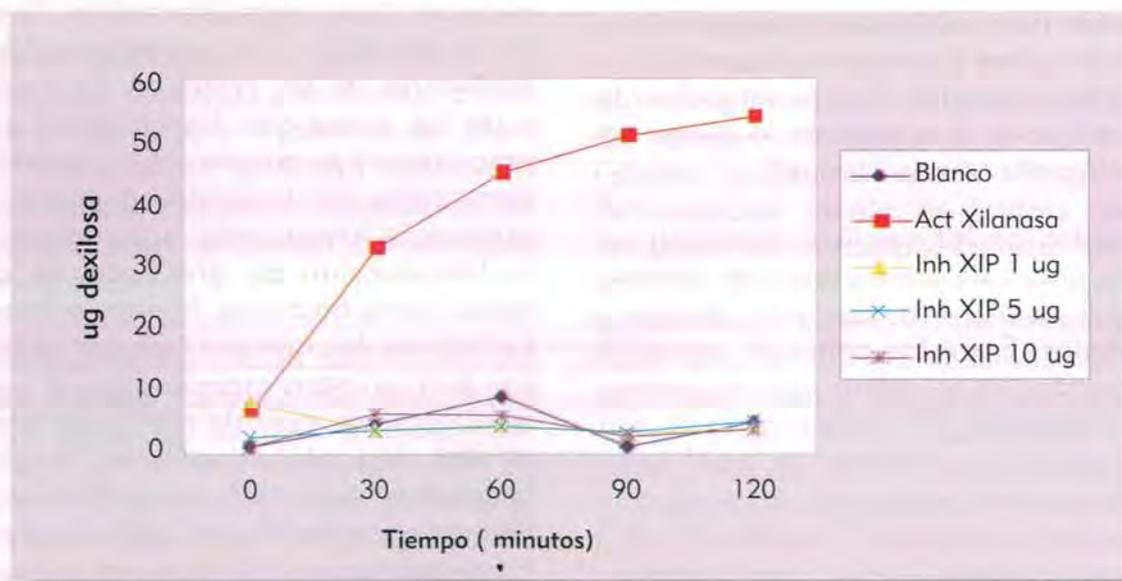


■ **Figura 54.** Inhibición de la actividad enzimática de la xilanasas de la broca por acción de un inhibidor proteico de *Triticum aestivum*.

actividad inhibidora se encontró en los extractos de *L. bogotensis* que presentó 676,4 unidades de inhibición por gramo de semilla. Con este extracto se inició la purificación de estos inhibidores. Inicialmente, el extracto se pasó a través de una columna de Econo pac DG-10, 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, y se obtuvieron dos picos IP1 e IP2 con actividad inhibidora de proteasa, que presentaron actividades específicas de 1.134,48U.mg<sup>-1</sup> de proteína y de 342,42U.mg<sup>-1</sup>, respectivamente. Los zimogramas mostraron que los inhibidores de proteasas que inhiben las aspártico proteasas de la broca del café tienen un peso molecular entre 15 y 17kDa. La eliminación de las proteínas de peso molecular superior a 30kDa permitió observar la presencia de dos bandas en el pico IP1 que corresponden a inhibidores de aspártico proteasas de la broca del café, las cuales presentan una actividad específica de 6.400U.mg<sup>-1</sup>. Estos inhibidores de las proteasas de broca pueden introducirse en plantas de café

como una alternativa para la obtención de variedades resistentes a la broca.

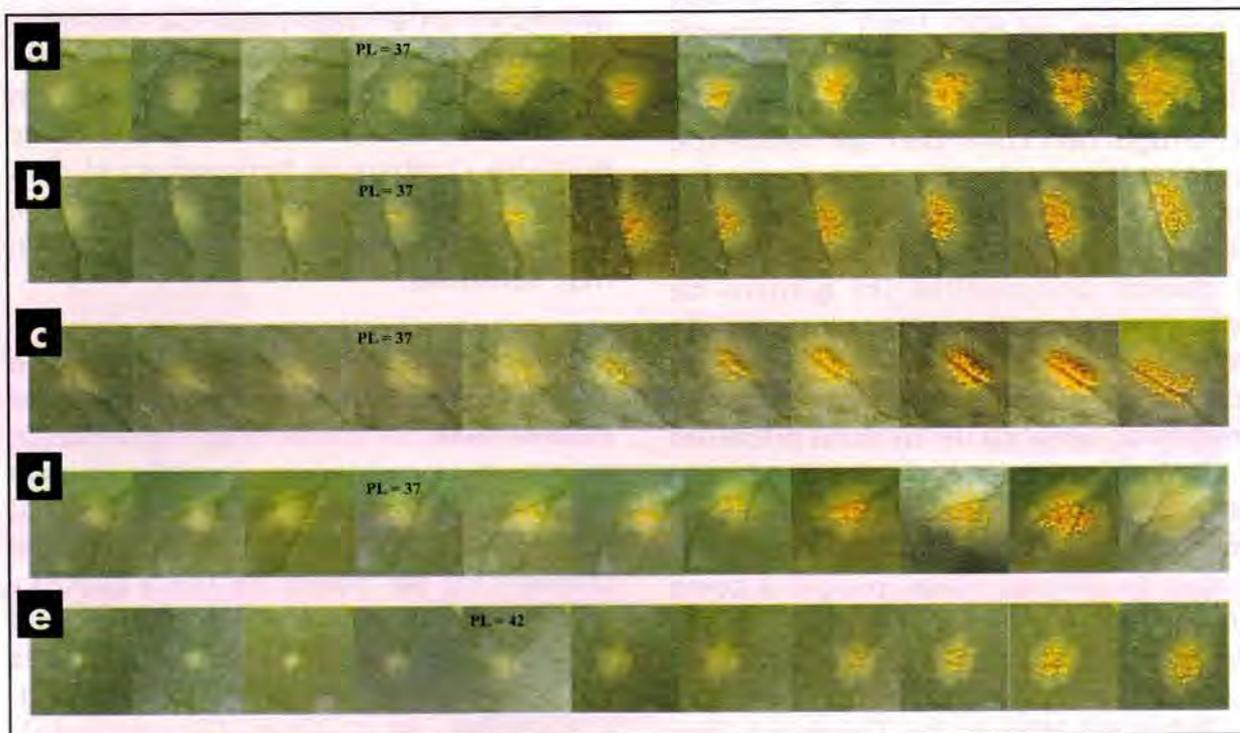
En el tracto digestivo de la broca del café se identificó una xilanasa (E.C. 3.2.18), también conocida como hemicelulasa, la cual transforma las moléculas complejas de hemicelulosa presentes en el grano de café en moléculas más simples que puedan ser absorbidas por el insecto en el proceso de nutrición. La inhibición de esta enzima mediante moléculas proteicas conduciría a una desnutrición y consecuente muerte de los estados larvales de la broca, cuando el insecto se alimenta del grano de café. En un extracto de semillas de trigo (*Triticum aestivum*) se identificó un inhibidor de xilanasas que corresponde a una proteína monomérica glicosilada, con un punto isoeléctrico de 8,7-8,9 y un peso molecular de 29kDa. Los resultados de las evaluaciones bioquímicas de esta proteína demostraron que en una mínima concentración del inhibidor (1ug/uL) se inactivó el 100% de las xilanasas presentes en el tracto digestivo de la broca (Figura 54). Esta molécula se convertiría en una posible fuente de resistencia a la broca en el caso de confirmarse su acción biológica



■ **Figura 54.** Inhibición de la actividad enzimática de la xilanasas de la broca por acción de un inhibidor proteico de *Triticum aestivum*.

experimental completamente aleatorio, 20 en condiciones de sombrío (polisombra) y 20 a libre exposición solar. Durante 70 días, se registró el período de incubación (PI), el período de latencia (PL), la severidad y la densidad de esporulación. El procedimiento de inoculación de las plantas se realizó tres veces, con intervalos de dos meses, para determinar la variación en el desarrollo del hongo en los materiales, de acuerdo con las condiciones climáticas. En las tres épocas de inoculación, 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, donde no esporuló el hongo. En la condición de sombrío en las tres localidades, 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 época de inoculación), estos períodos se comportaron de igual manera 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, y fueron diferentes a los obtenidos en los demás materiales (Figura 55). 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 10.300 y 547.500 urediniosporas/cm<sup>2</sup>), con 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 2.275 y 17.000 urediniosporas/cm<sup>2</sup>). Los resultados de este estudio indican que hubo influencia



■ **Figura 55.** Seguimiento (cada dos días) del proceso infectivo de *H. vastatrix* en condiciones de sombrío en la localidad de Santágueda (tercera época de inoculación del hongo). A. Variedad Caturra. B. Progenie BI73. C. Progenie BI51. D. Progenie BI712. E. Progenie BI120.

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.

**Caracterización de poblaciones de *Colletotrichum* spp. asociadas a café en Colombia.** Con el fin de complementar la caracterización de las poblaciones de *Colletotrichum* spp. asociadas al cultivo del café en Colombia, y determinar el grado de variabilidad genética entre y dentro de las especies, se usaron marcadores de polimorfismo en la longitud de los fragmentos amplificados (AFLP), el cual se anexó al estudio de ADN de *C. kahawae* procedente de los países africanos de Zimbabwe, Camerún y Kenia, provisto por el CIFC de Portugal. El dendrograma obtenido confirmó la existencia de dos grupos principales, uno con la especie *C. acutatum*, y el otro con las especies *C. gloeosporioides* y *C. kahawae*. Mediante análisis de Coordenadas Principales (PCOORDA) se determinó la heterogeneidad a nivel intraespecífico con presencia de subgrupos. Con secuencias caracterizadas de marcadores AFLP polimórficos se diseñaron *primers* para generar marcadores SCAR que permitan diferenciar mediante qRT-PCR las tres especies. Los *primers* G10ScarF y G20ScarR separaron los aislamientos de *C. gloeosporioides* lejanos de *C. kahawae*. Con la información generada de las regiones ITS y  $\beta$ -tubulina del genoma de los aislamientos americanos y africanos, se corroboró la problemática taxonómica que hay entre las especies de este hongo asociadas a café, y se dan las bases hacia el diseño de herramientas rápidas de diagnóstico diferencial para el patógeno causante del CBD.

**Genómica comparativa de los genes de resistencia en café.** Con el uso herramientas de Bioinformática (MEME, MAST y ClustalW) se realizaron comparaciones entre las 316 secuencias de aminoácidos obtenidas para el dominio NBS de café, y 1.286

secuencias de NBS de otras especies vegetales. Se encontraron 14 motivos de aminoácidos que se distribuyen a lo largo de siete posiciones relativas en el dominio NBS. La consistencia observada entre la arquitectura del dominio, los agrupamientos basados en similitud de las secuencias, las características estructurales en tres dimensiones y las comparaciones con el modelo cristalográfico de la proteína APAF-1 de humanos, confirman la naturaleza de familia genética de los grupos encontrados en café, y provee una mayor evidencia a la hipótesis del origen múltiple de estos genes. El género *Coffea* difiere de las otras familias de plantas en la frecuencia de distribución de las arquitecturas del dominio NBS. La conservación de familias dentro de los genotipos y los géneros sugiere un número discreto de interacciones NBS-proteína en las cascadas de señalización en respuesta a las enfermedades, concepto importante en el objetivo de ampliar las bases genéticas de la resistencia en café.

#### IV. FISIOLÓGÍA DEL CAFETO

**Estudios ecofisiológicos del caféto.** Se iniciaron las actividades relacionadas con el estudio de la posible relación entre algunos atributos morfológicos y fotosintéticos con la producción en una población F2 de *Coffea arabica*.

Para la caracterización de la población F2 se encontró que la distribución del número de cruces fue aproximadamente normal, con una media de 40 cruces (Figura 56).

La distribución del diámetro del tallo a una altura de 10cm del suelo fue también del tipo normal, con una media de 6,0cm (Figura 57).

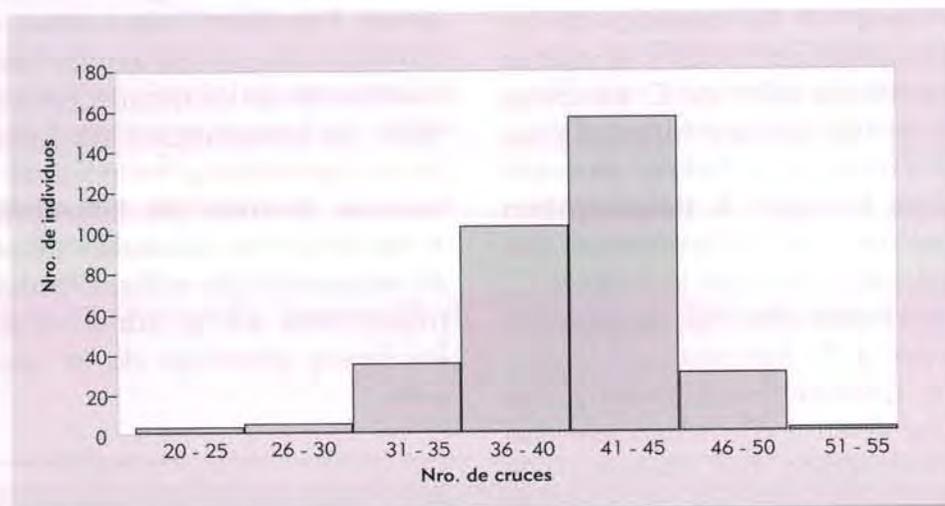
Se realizaron muestreos de suelo en los diferentes puntos del lote, a los cuales se les hizo análisis de fertilidad por elementos

mayores y menores (pH, MO, N, K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Al y C.I.C), y se aplicó un análisis de semivariograma, para estimar la correlación espacial de las variables. Las variables de fertilidad que presentaron dependencia espacial se muestran en la Tabla 64.

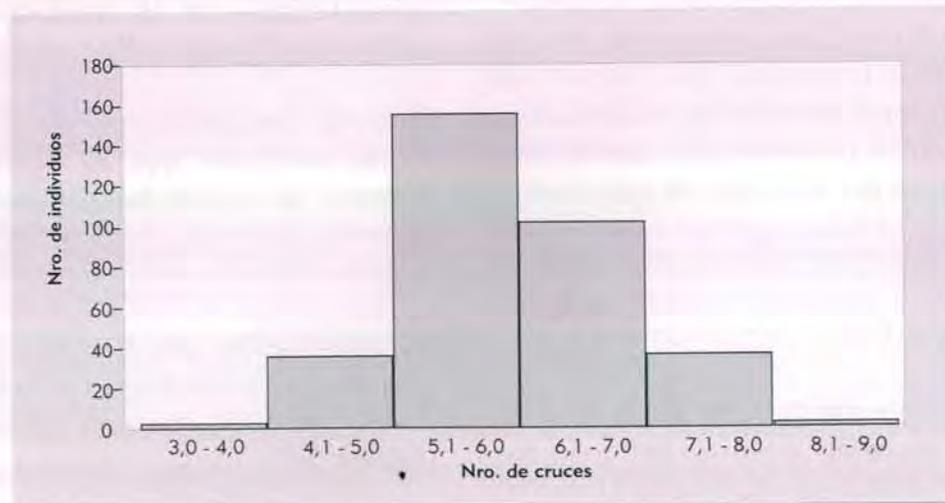
**Floración y fructificación.** Se inició un experimento que pretende construir un modelo de simulación dinámico de la floración en el cafeto.

En esta etapa, se diseñó y construyó un sistema de bases de datos relacionales para incorporar los datos resultantes de los diferentes experimentos de la Disciplina de Fisiología, en cuanto a la floración y la fructificación del cafeto. Se desarrollaron algoritmos que conducen a obtener consultas rápidas y filtrar información, para obtener modelos matemático-estadísticos.

Se han logrado avances en los estudios de la floración del cafeto en dos aspectos, el



■ **Figura 56.** Distribución de frecuencias para el número de cruces en la población.



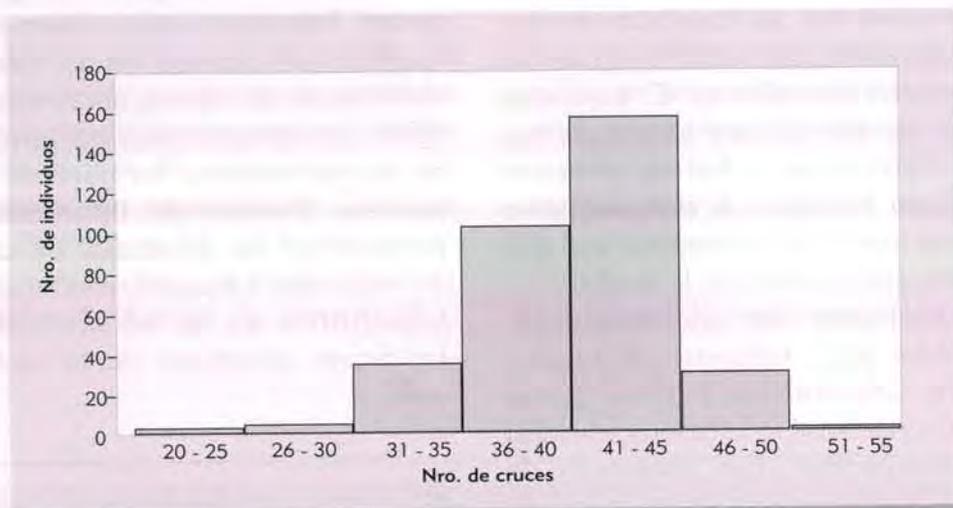
■ **Figura 57.** Distribución de frecuencias para el diámetro del tallo a 10cm del suelo.

mayores y menores (pH, MO, N, K, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Al y C.I.C), y se aplicó un análisis de semivariograma, para estimar la correlación espacial de las variables. Las variables de fertilidad que presentaron dependencia espacial se muestran en la Tabla 64.

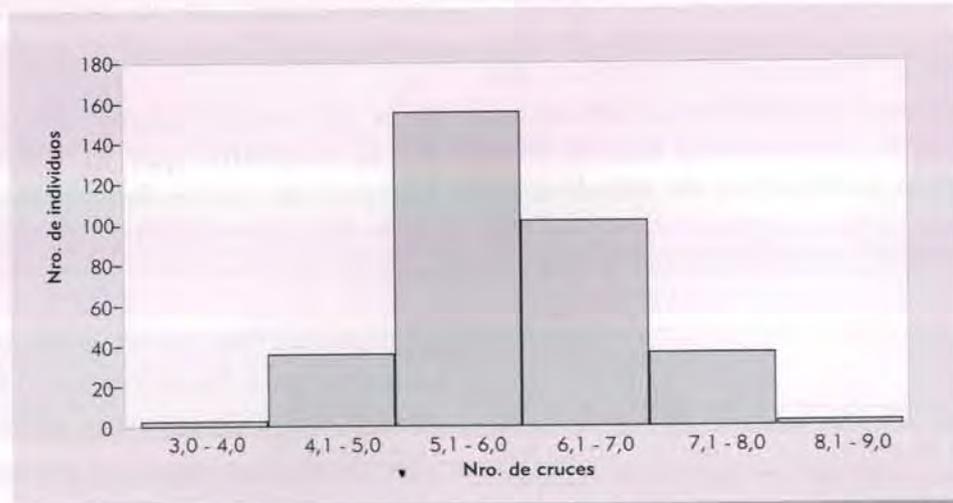
**Floración y fructificación.** Se inició un experimento que pretende construir un modelo de simulación dinámico de la floración en el cafeto.

En esta etapa, se diseñó y construyó un sistema de bases de datos relacionales para incorporar los datos resultantes de los diferentes experimentos de la Disciplina de Fisiología, en cuanto a la floración y la fructificación del cafeto. Se desarrollaron algoritmos que conducen a obtener consultas rápidas y filtrar información, para obtener modelos matemático-estadísticos.

Se han logrado avances en los estudios de la floración del cafeto en dos aspectos, el



■ **Figura 56.** Distribución de frecuencias para el número de cruces en la población.

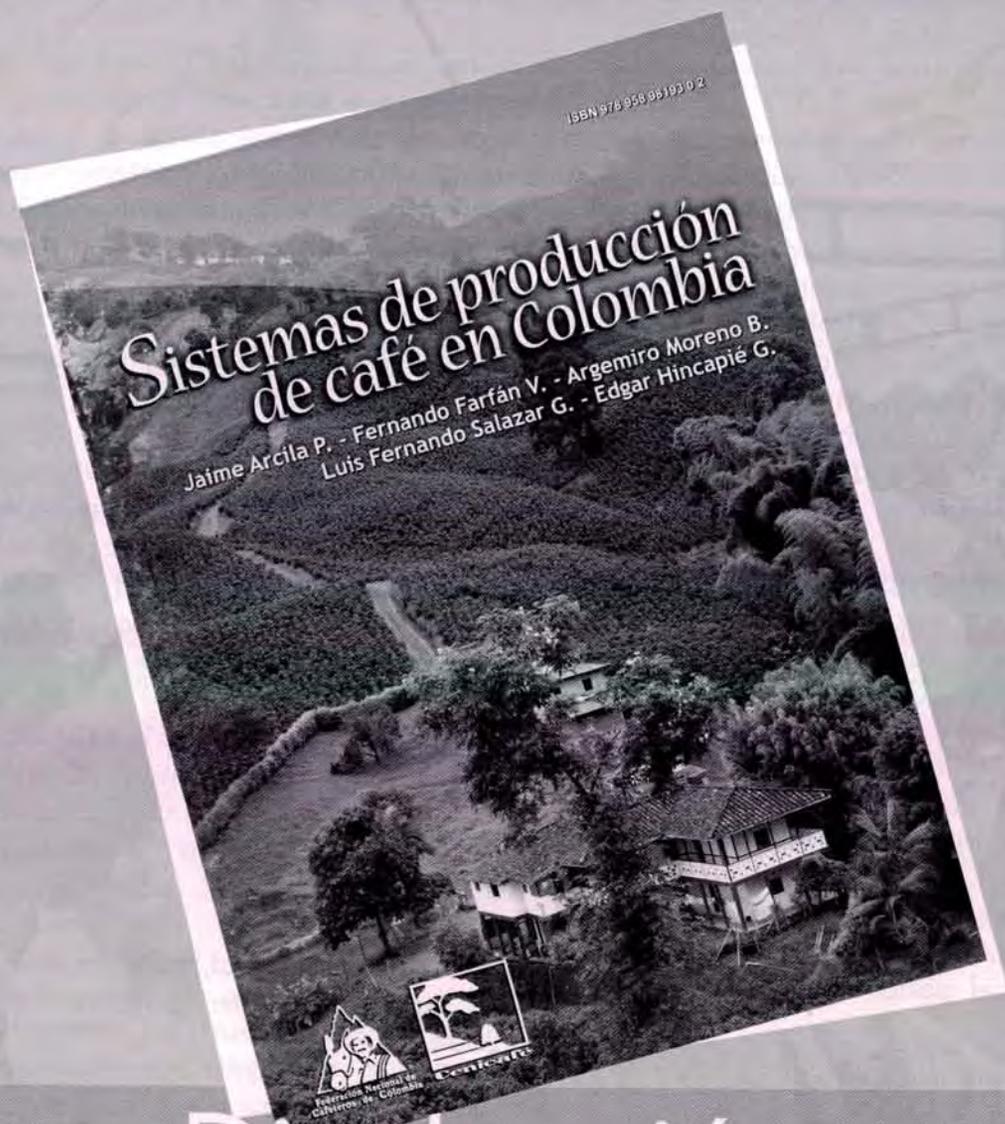


■ **Figura 57.** Distribución de frecuencias para el diámetro del tallo a 10cm del suelo.

para cada estado de desarrollo del fruto y una eficacia de identificación del 100% a baja velocidad. Además, se optimizó el tiempo de cómputo requerido por el programa de identificación, analizando un fruto de café en un tiempo no mayor a 400ms.

**Determinación rápida del contenido de frutos verdes de café en la masa cosechada por medios electrónicos. ING 0142.** Con el propósito de contribuir a la calidad de la recolección del café con equipos desarrollados y/o evaluados en la Disciplina de Ingeniería Agrícola, se desarrolla tecnología de bajo costo basada en el principio de la reflexión de la luz, que permita reconocer y cuantificar frutos verdes en una masa de café y permitir realizar el control en línea de la calidad del café cosechado. Para el desarrollo de esta tecnología se adelanta la construcción

y evaluación de un Detector Electrónico de Frutos (DEF) por diferencias en color, que utiliza como sensor un fotodiodo tipo "avalancha", el cual es 100 veces más sensible que un fotodiodo convencional. Como interfaz mecánica se adecuó la tolva y el tornillo sinfín de una despulpadora Gaviota 300, y la tolva y el agitador sin cilindro ni pechero, de una despulpadora tradicional JM Estrada N°2, con capacidad de 300kg.h<sup>-1</sup>, evaluando la relación flujo de café vs. velocidad del tornillo sinfín y del eje agitador con el fin de determinar cuál presenta mejores características para la entrega de frutos de café en forma individual al DEF, el cual presenta una eficacia total de reconocimiento del 95,55%. Se seleccionó el alimentador de la despulpadora JM Estrada N°2 por presentar flujo adecuado de frutos y por no despulpar ni causar daño mecánico a los frutos de café.



## Divulgación y Transferencia

Para lograr la adopción de la investigación entre los cafeteros, el Centro Nacional de Investigaciones de Café busca fortalecer los procesos de comunicación y capacitación, la difusión de innovaciones y la promoción institucional de Cenicafé como importante recurso del gremio cafetero.

## I. DOCUMENTACIÓN

El Centro de Documentación registró el incremento en el uso de las bases de datos que se encuentran en el portal de Cenicafé [www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org), con 2.011 usuarios y 8.374 consultas, que representan un aumento del 37 y 56%, respectivamente, comparado con el año 2006; esto se refleja en la cantidad de solicitudes de información que continuamente se reciben a través del correo electrónico. La base de datos sobre café, al igual que el año anterior, fue la más consultada. El 33% de las personas que consultaron fueron estudiantes, seguido de profesionales con el 18%. Durante esta vigencia se clasificaron 369 libros, de los cuales 169 se recibieron por compra y 147 por canje y donación, y se renovó la suscripción a 114 títulos de revistas internacionales. En la base de datos CENIC se registraron 33.300 referencias. Se atendieron 4.361 usuarios, que realizaron 7.907 consultas y se prestaron 3.671 documentos. En cuanto a la divulgación de la información, se continuó con la publicación quincenal de los boletines de Resúmenes de Café, Últimas Adquisiciones y Libro de la Quincena, en el portal de Cenicafé.

## II. SISTEMAS

**Actualización tecnológica de la plataforma informática.** La adquisición de nuevos computadores y la actualización de otros ha disminuido considerablemente, no obstante, durante la vigencia se adquirieron 13 computadores.

Actualmente, Cenicafé cuenta con 373 equipos de cómputo distribuidos así (Tablas 65 y 66):

Se han reservado algunos de los computadores IBM que se han retirado y que tienen bus ISA para continuar con el proceso de reemplazar computadores destinados al control de equipos de laboratorio por otros de mejores especificaciones.

## Desarrollo de aplicaciones

[www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org)

Una de las actividades típicas del Web Master en un sitio web corporativo, es el mantenimiento del software y de los contenidos, no sólo para mantener vigente el portal sino para asegurar su disponibilidad permanente, para lo cual se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Desarrollo, actualización, recopilación y redacción de contenidos.
- Desarrollo de la 'Versión Liviana' del Portal de Cenicafé, para disminuir el tiempo de la carga de los contenidos, a una quinta parte (1/5). Mientras la versión completa ocupa 315kb, la versión liviana ocupa sólo 58kb.
- Actualización de la nueva apariencia del portal o tema denominado 'Castillo'.
- Recopilación y análisis de estadísticas de acceso.
- Estadísticas del Portal, tres años después de su lanzamiento (octubre 18 de 2004).

■ **Tabla 65.** Servidores que posee Cenicafé.

Modelo	Ubicación	
	Bioinformática	Sistemas
Apple Power Mac 7.3G5	1	
Compaq ProLiant 7000		1
IBM 2378-EYU ThinkPad T42	1	
IBM 6224-38U IntelliStation A Pro	2	
IBM 8665-61Y xSeries 250		1
IBM 8670-71X xSeries 345	1	
IBM 8835-71X xServer 325	4	
IBM 8840-31U xSeries 346		1
IBM 8840-45U xSeries 346	1	
Sun Microsystems Cobalt LX 50 Server		1
Sun Microsystems Sun Fire V240 Server	1	
Dell Precision WS M60	1	
Total	12	4

## I. DOCUMENTACIÓN

El Centro de Documentación registró el incremento en el uso de las bases de datos que se encuentran en el portal de Cenicafé [www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org), con 2.011 usuarios y 8.374 consultas, que representan un aumento del 37 y 56%, respectivamente, comparado con el año 2006; esto se refleja en la cantidad de solicitudes de información que continuamente se reciben a través del correo electrónico. La base de datos sobre café, al igual que el año anterior, fue la más consultada. El 33% de las personas que consultaron fueron estudiantes, seguido de profesionales con el 18%. Durante esta vigencia se clasificaron 369 libros, de los cuales 169 se recibieron por compra y 147 por canje y donación, y se renovó la suscripción a 114 títulos de revistas internacionales. En la base de datos CENIC se registraron 33.300 referencias. Se atendieron 4.361 usuarios, que realizaron 7.907 consultas y se prestaron 3.671 documentos. En cuanto a la divulgación de la información, se continuó con la publicación quincenal de los boletines de Resúmenes de Café, Últimas Adquisiciones y Libro de la Quincena, en el portal de Cenicafé.

## II. SISTEMAS

**Actualización tecnológica de la plataforma informática.** La adquisición de nuevos computadores y la actualización de otros ha disminuido considerablemente, no obstante, durante la vigencia se adquirieron 13 computadores.

Actualmente, Cenicafé cuenta con 373 equipos de cómputo distribuidos así (Tablas 65 y 66):

Se han reservado algunos de los computadores IBM que se han retirado y que tienen bus ISA para continuar con el proceso de reemplazar computadores destinados al control de equipos de laboratorio por otros de mejores especificaciones.

## Desarrollo de aplicaciones

[www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org)

Una de las actividades típicas del Web Master en un sitio web corporativo, es el mantenimiento del software y de los contenidos, no sólo para mantener vigente el portal sino para asegurar su disponibilidad permanente, para lo cual se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Desarrollo, actualización, recopilación y redacción de contenidos.
- Desarrollo de la 'Versión Liviana' del Portal de Cenicafé, para disminuir el tiempo de la carga de los contenidos, a una quinta parte (1/5). Mientras la versión completa ocupa 315kb, la versión liviana ocupa sólo 58kb.
- Actualización de la nueva apariencia del portal o tema denominado 'Castillo'.
- Recopilación y análisis de estadísticas de acceso.
- Estadísticas del Portal, tres años después de su lanzamiento (octubre 18 de 2004).

■ **Tabla 65.** Servidores que posee Cenicafé.

Modelo	Ubicación	
	Bioinformática	Sistemas
Apple Power Mac 7.3G5	1	
Compaq ProLiant 7000		1
IBM 2378-EYU ThinkPad T42	1	
IBM 6224-38U IntelliStation A Pro	2	
IBM 8665-61Y xSeries 250		1
IBM 8670-71X xSeries 345	1	
IBM 8835-71X xServer 325	4	
IBM 8840-31U xSeries 346		1
IBM 8840-45U xSeries 346	1	
Sun Microsystems Cobalt LX 50 Server		1
Sun Microsystems Sun Fire V240 Server	1	
Dell Precision WS M60	1	
Total	12	4

- Respaldo y optimización de las bases de datos.
- Vigilancia del desarrollo, contenido y seguridad del portal.
- Inclusión del Completely Automated Public Turing test to tell Computers an Human Apart (Prueba de Turing pública y automática para diferenciar a máquinas y humanos) (Figura 58). Se trata de una prueba desafío-respuesta utilizada en computación para determinar cuándo el usuario es o no humano. La típica prueba consiste en que el usuario introduzca un conjunto de caracteres que se muestran en una imagen distorsionada que aparece en pantalla. Se supone que una máquina no es capaz de comprender e introducir la secuencia de forma correcta, por lo que solamente el humano podría hacerlo, para evitar el hacking por fuerza bruta.
- Afinamiento del módulo de descargas de publicaciones, el cual permite ahora elegir entre visualizar el formato pdf o descargarlo directamente con o sin la ayuda de un descargador como el FlashGet, el cual optimiza la descarga.
- Construcción de la base de datos de Extensionistas. Por medio del correo electrónico se están ratificando las cuentas abiertas en el portal, que corresponden a los Extensionistas de la FNC. A la fecha, se han ratificado como tal 326 usuarios de 729 cuentas abiertas.



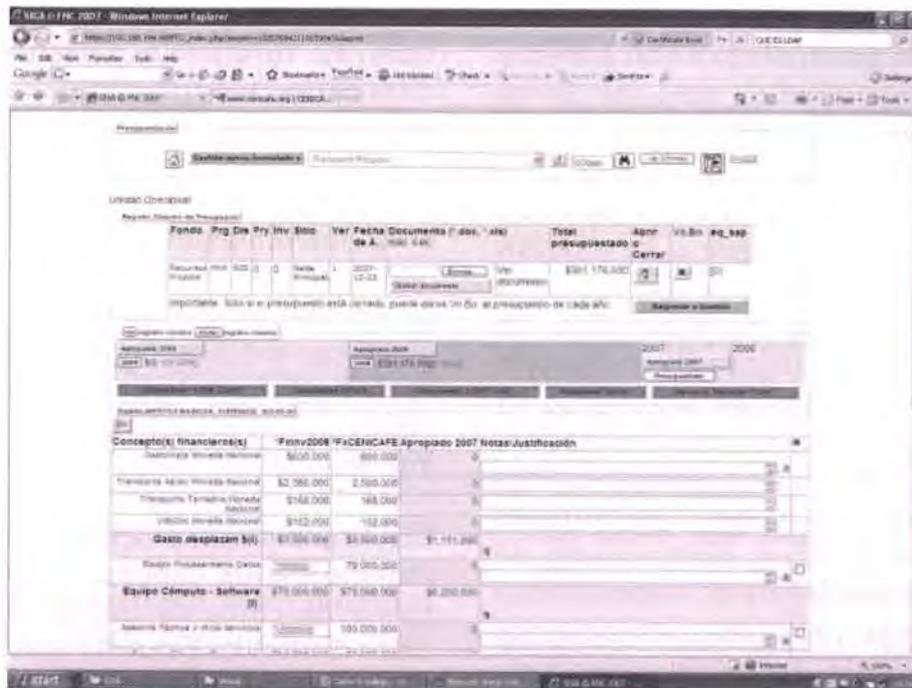
■ **Figura 58.** Prueba Turing para diferenciar máquinas de humanos.

### Sistema de Gestión Administrativa y Técnica de Proyectos e Investigaciones SIGA v.1.21.

Se desarrolló la versión 1.21 del SIGA (Figura 59) la cual incorporará las siguientes funcionalidades:

1. Autenticación mediante el uso de LDAP (Lightweight Directory Access Protocol); protocolo de aplicación que permite el acceso a un servicio de directorio en entorno de red. Esta funcionalidad permite a un usuario utilizar el mismo id de usuario y la misma clave de su entorno de red, sea éste Novell o Microsoft.
2. Uso del Secure Sockets Layer (SSL) y Transport Layer Security (TLS), el cual proporciona autenticación y privacidad de la información entre extremos sobre Internet mediante el uso de criptografía. Los protocolos permiten a las aplicaciones cliente-servidor comunicarse de una forma diseñada para prevenir escuchas (eavesdropping), la falsificación de la identidad del remitente (phishing) y mantener la integridad del mensaje.
3. Servicio de notificación electrónica, el cual permite notificar por correo a los administradores, de los cambios realizados en los módulos (ingreso de nuevos datos).
4. Configuración personalizada, la cual garantiza su uso en cualquier dependencia de la FNC.

**Índices DRIS.** Actualmente en Cenicafé se llevan a cabo investigaciones tendientes a aplicar técnicas con las que se puedan determinar los nutrientes que más necesita un cultivo, en un momento dado, en pro de obtener una mayor producción. Una de estas técnicas es el DRIS (Diagnosis and Recommendation Integrated System - Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación), la cual a partir de resultados de análisis foliares y datos de productividad, permite generar información sobre el estado o el balance de los



■ **Figura 59.** Sistema de Gestión Administrativa y Técnica de Proyectos e Investigaciones SIGA v1.21.

nutrimentos en las hojas de las plantas, para tomar decisiones sobre el uso posterior de algunos fertilizantes. A continuación se presenta un resumen relacionado con el proceso de ingeniería de software para un sistema encargado de generar y almacenar normas e índices DRIS, cuyo producto fue un software en tres versiones: Programa bajo un sistema operativo, aplicación web y aplicación para móviles.

Conceptos Preliminares. Antes de mostrar el proceso para la obtención de resultados, es importante aclarar una serie de conceptos que se estudiaron para la obtención del producto final y que permitirán al lector comprender la manera en que se lograron los programas desarrollados.

- **Ingeniería de Software:** Dado que los problemas de construcción de software se deben enfrentar como problemas de ingeniería, se adoptó RUP (Rational Unified Process) para obtener el producto final, teniendo en cuenta que RUP define una estructura

de desarrollo probada con la cual se puede obtener un software que cumpla ciertos requisitos de calidad.

- **RUP (Rational Unified Process):** Se puede decir que es un proceso definido y estructurado de ingeniería de software, que propone una manera de determinar las actividades que deben ser realizadas y los responsables de éstas, y ofrece así una organización determinada del ciclo de vida para un proyecto de desarrollo de software. RUP utiliza UML (Unified Modeling Language) como estándar de modelamiento.
- **Ingeniería de requerimientos:** La forma de obtener información sobre lo que espera el cliente de un software a producir debe ser abordada también como un problema de ingeniería, más si se tiene en cuenta que se debe tener una manera de capturar la esencia de los problemas para posteriormente especificarlos, modelarlos y verificarlos. Se define un requerimiento de software,

- como una propiedad que debe ser adaptada o desarrollada en un software de manera específica para solucionar un problema en particular.
- Patrones de diseño: Dentro de RUP se menciona la disciplina de Análisis y Diseño, la cual está directamente relacionada con la ingeniería de software. En el proceso de conversión de requerimientos de usuario a la especificación de la implementación, se da un conjunto de pasos específicos para lograr la solución. Los patrones de diseño ofrecen alternativas de solución a problemas de extensibilidad y soluciones probadas a problemas de diseño de software orientado a objetos, al tiempo que permiten identificar los aspectos principales en la estructura de un diseño para crear componentes reutilizables, determinar las responsabilidades, participación, roles y colaboración de los objetos participantes.
- Arquitectura en capas: Se define la arquitectura como el conjunto de decisiones sobre la organización del diseño de un sistema en cuanto a la estructura, composición y comportamiento. Dado que RUP propone un desarrollo por componentes y orientado a una arquitectura, se trata entonces de agrupar componentes en capas que se comuniquen entre sí, de manera que se obtenga toda la funcionalidad del sistema en una estructura que permita su extensibilidad.

Desarrollo. De acuerdo con RUP, se planearon las fases de inicio, elaboración, construcción y transición. Cada fase arrojó diferentes resultados de acuerdo al propósito de éstas.

Inicio. En esta fase, que tomó una única iteración, se hizo la adquisición

de requerimientos tanto funcionales como no funcionales teniendo en cuenta diferentes técnicas de Ingeniería de Requerimientos.

El resultado fue un Documento de Adquisición de Requerimientos, donde se plasmaron los problemas, oportunidades, necesidades de los usuarios, alternativas de solución, objetivos, criterios de éxito, perspectivas, características, alcances, límites, supuestos, reglas del negocio, riesgos y las personas interesadas.

Con lo anterior, se procedió a usar la técnica Prototipos para capturar y documentar en forma de casos de uso (Y diagramas de casos de uso) los requerimientos funcionales del sistema y generar el Documento de Requerimientos de usuario.

Con el segundo texto, se desarrolló el documento de Especificación de Requerimientos, el cual, además de reunir un resumen de los requerimientos funcionales, permitió especificar el propósito, el alcance, el panorama, las perspectivas del producto, las funciones del producto, las características de los usuarios y los requerimientos no funcionales.

La etapa de verificación se hizo a través de revisiones de los diferentes textos, por lo que los cambios quedaron reflejados en las diferentes versiones de cada uno de los documentos generados.

Elaboración. Para esta etapa se planearon las iteraciones dos y tres, con el fin de abordar los dos requerimientos funcionales con mayor impacto sobre el proyecto: Generar Normas DRIS y Generar Índices DRIS.

La iteración dos, permitió definir una arquitectura en tres capas (Presentación, lógica y persistencia), estudiar los patrones de diseño aplicables al modelo del mundo y elegir C#, ASP.NET y la plataforma Mono, como las herramientas con las

cuales se desarrollaría el producto final, para posteriormente avanzar en la capa lógica realizando el análisis, el diseño, la implementación y la prueba en la solución del requerimiento funcional Generar Normas DRIS, que arrojó como resultado los artefactos en C# y UML y una prueba de unidad, que permiten cumplir con dicha operación.

Se continuó con la iteración tres, la cual comenzó con una depuración del punto anterior, para hacer posteriormente algunas mejoras en el código implementado. Luego, se procedió a repetir el proceso de análisis, diseño, implementación y prueba de la parte del programa que permitiera Generar Índices DRIS, con sus respectivas pruebas de unidad.

Construcción. De acuerdo al plan de desarrollo elaborado, se culminaron las siguientes iteraciones:

- Iteración cuatro: Se adicionó la capa de persistencia al programa y se aplicó el patrón de diseño Iterator. Se creó también una capa de presentación inicial para generar Normas e Índices DRIS, por medio de una aplicación bajo el sistema operativo Windows.
- Iteración cinco: Se aplicaron los patrones de diseño Singleton y Adapter al módulo de acceso a las bases de datos. También se aprovechó esta parte para implementar el resto de requerimientos funcionales en la capa lógica y ofrecer su funcionalidad en la capa de presentación, incluyendo opciones para generar información en el estándar XML.
- Iteración seis: Para esta parte se tenía planeado aplicar los patrones Observer y Composite a la capa lógica del programa, pero por la necesidad de avanzar en la implementación del proyecto, se tuvieron que omitir. Se creó la parte Web del programa en

ASP.NET a partir de un ensamblado generado con la capa lógica.

- Iteración siete: Se adicionaron las opciones para generar gráficos en las diferentes aplicaciones, cargar archivos con análisis, y la funcionalidad para administrar usuarios y autorizaciones. También se migró al lenguaje de programación Java para generar los Índices DRIS en un móvil con soporte para Java. Se reunieron todos los diagramas UML que se realizaron en un documento y se crearon ayudas en video que muestran la operación de los programas.

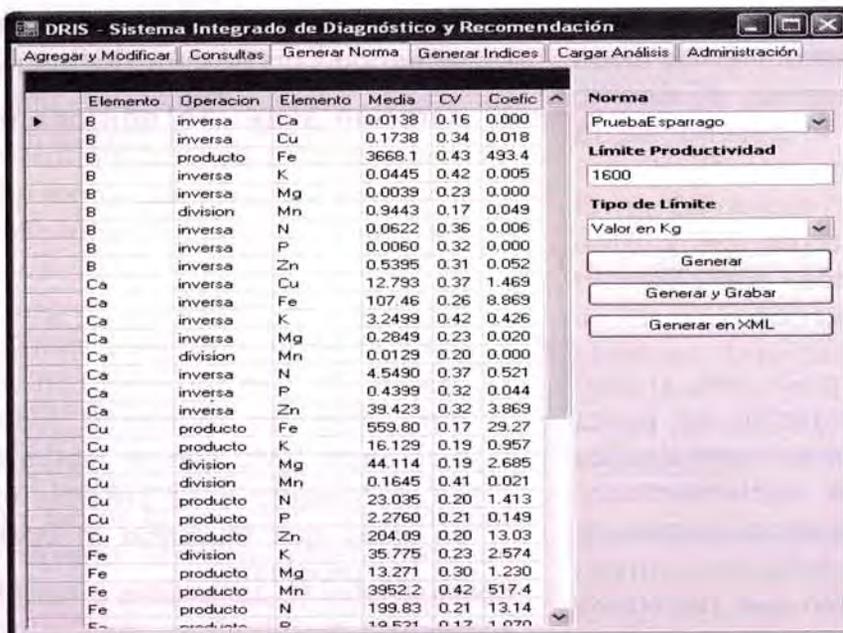
Transición. Dado que aun no se ha puesto en modo productivo, la aplicación no ha podido ser probada en un ambiente real, por lo que no se ha completado esta etapa.

Resultados. Con el empleo de RUP y los demás elementos en el desarrollo del proyecto, se lograron tres aplicaciones con las cuales se pueden generar normas e índices DRIS, como se muestra en las Figuras 60 a la 64.

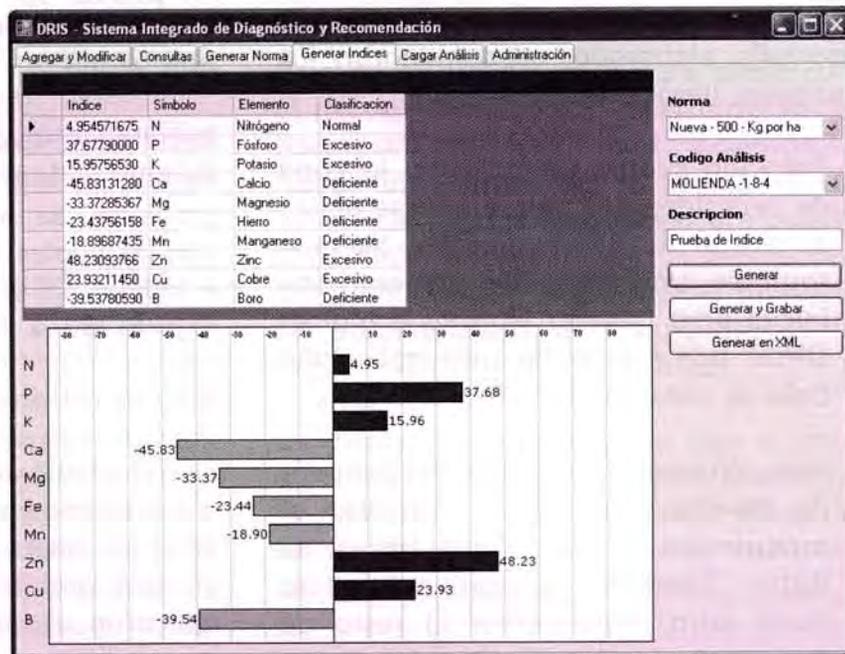
Adicionalmente, se generaron los documentos para la etapa de adquisición de requerimientos, se obtuvo un documento resumen con los diagramas UML realizados en cada etapa, se construyó un programa en una arquitectura en tres capas y se aplicaron algunos patrones de diseño en la solución.

### **Cenicafé y las redes académicas de alta velocidad**

Los Ministerios de Comunicaciones y de Educación, a través de la Agenda de Conectividad y con los lineamientos del Gobierno Nacional, están participando en la promoción de la investigación, la ciencia y la tecnología en el país. Para el efecto, crearon una entidad denominada RENATA (Red Nacional Académica de



■ **Figura 60.** Normas DRIS generada en la aplicación web.

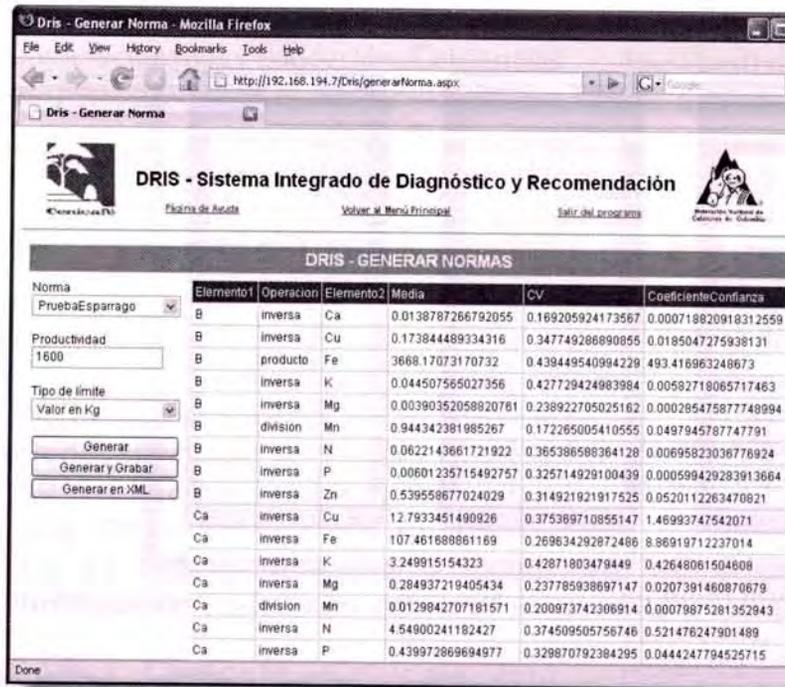


■ **Figura 61.** Índice Dris generado en la aplicación bajo Windows.

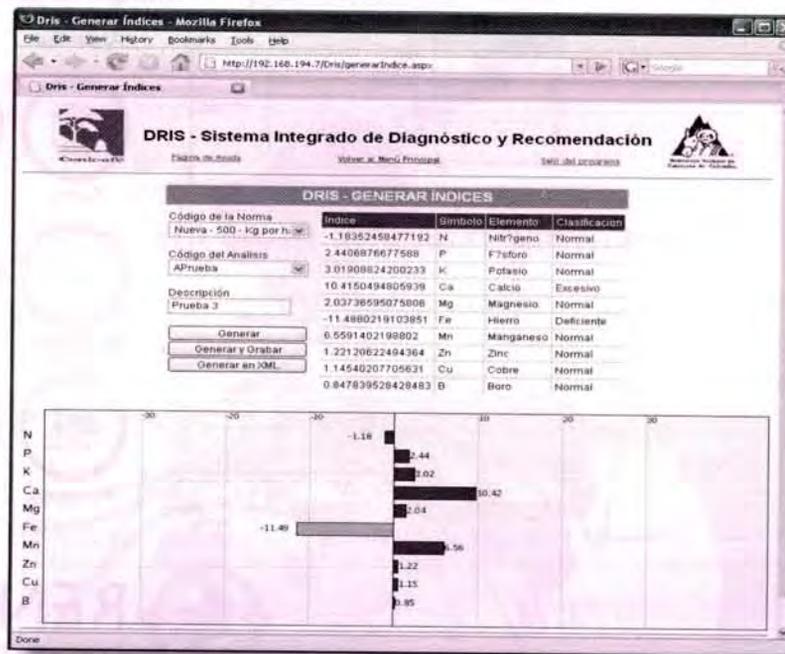
Tecnología Avanzada) - [www.Renata.edu.co](http://www.Renata.edu.co) - que tiene como objetivo implementar una red de datos de nueva generación a nivel nacional, que conecte a los entes educativos (universidades y colegios) y los centros de investigación del país entre sí, y a ésta, a través de la Red CLARA, con las redes internacionales de

alta velocidad (Canarie, Internet2, Géant, APAN, etc.), y a través de éstas con los centros de investigación más desarrollados del mundo.

RENATA viene a ser una más de las redes que se han conformado en cada uno de los países de América Latina, que



■ **Figura 62.** Norma Dris generada en la aplicación web



■ **Figura 63.** Índice Dris generado en la aplicación web

a su vez conforman CLARA (Cooperación Latinoamericana de Redes Avanzadas) (Figura65) – [www.RedCLARA.net](http://www.RedCLARA.net) -, entidad cuya iniciativa tiene dos vertientes: la formación de una infraestructura que integre a las redes avanzadas latinoamericanas y la creación de una organización no

gubernamental que represente los intereses de esta red de organizaciones.

Para permitir que las redes académicas de 19 países latinoamericanos (dentro de ellos la RedCLARA) y cuatro europeos se desarrollaran adecuadamente, en 2003 la



■ **Figura 64.** Formularios utilizados en la generación de Índices Dris en un Móvil.



■ **Figura 65.** RENATA: Red Nacional de Tecnología Avanzada, Red CLARA y sus socios - Proyecto ALICE.

Comisión Europea creó un proyecto llamado ALICE (América Latina Interconectada con Europa) – [alice.dante.net](http://alice.dante.net) - que gracias a su aporte de 10 millones de Euros, permitió el establecimiento de la infraestructura de una red de investigación entre la región Latinoamericana y Europa. Ésta es manejada por DANTE (Delivery of Advanced

Network Technology to Europe) y está proporcionando el 80% del financiamiento para su funcionamiento. Gracias a su éxito, el Proyecto Alice se ha extendido hasta el 31 de marzo de 2008, desde su fecha original de finalización de mayo de 2006 (Figura 66).

RENATA. El 2 de mayo de 2007 los Ministerios de Comunicaciones y Educación, Colciencias y las principales redes universitarias del país, crearon la Corporación RENATA, que tiene por objeto desarrollar la infraestructura de una red de alta velocidad, así como articular y facilitar acciones para la ejecución en Colombia de proyectos colaborativos de educación, innovación e investigación científica (Figura 67).

En RENATA actualmente se encuentran integradas siete redes regionales con más de 50 instituciones conectadas, entre las que se encuentran los principales centros de educación superior y centros de investigación.

**RADAR y Cenicafé.** Cenicafé está participando activamente en la conformación de nuestra Red Regional, denominada

RADAR (Red Académica de Alta Velocidad Regional) que agrupa a los departamentos de la región centro occidental del país como son: Caldas Risaralda, Quindío, Tolima y Huila. En total somos cerca de 20 asociados y conformamos la RARE (Red Académica Regional) más grande del país. RADAR será una asociación mixta de carácter privado, sin ánimo de lucro.

**Objetivo General.**

Conformar una red de tecnología avanzada, utilizando nuevas tecnologías de telecomunicaciones, que promueva el intercambio de información entre sus asociados, que facilite el desarrollo de proyectos interinstitucionales de investigación y educación, y que mejore la competitividad y el desarrollo social de la región.



■ **Figura 66.** Redes mundiales de alta velocidad dedicadas a la ciencia y la investigación.



■ Figura 67. RENATA: Red Nacional de Tecnología Avanzada.

### Objetivos Específicos.

- Diseñar e implementar una red de alta velocidad para interconectar las instituciones asociadas a RADAR, formando un Punto de Acceso Local (LAP) en la región.
- Dotar a las instituciones de la infraestructura adecuada para interconectarse localmente usando transmisión de datos en banda ancha con Calidad de Servicio (QoS), creando MAN locales de 100Mbps o superiores.
- Dotar a las instituciones de la infraestructura adecuada para ofrecer servicios de red de alta velocidad con QoS (telemedicina, videoconferencia, servicios de bibliotecas, teleinmersión, VOD, educación desescolarizada, laboratorios virtuales, etc.).
- Crear mecanismos para promover la interconexión de otros centros de investigación, de enseñanza técnica, colegios, entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales de la región.
- Preparar la infraestructura necesaria para que las instituciones participantes puedan realizar la conexión a RENATA.

Misión de RADAR. La misión de la Asociación será agrupar a las entidades de educación superior de los departamentos que la integran, a las instituciones de educación no formal o de investigación que estén interconectadas en una red de alta velocidad, con el fin de:

- Articular esfuerzos entre el sector académico y el gobierno para avanzar hacia una sociedad de la información, que contribuya a un desarrollo orientado a la inclusión y cohesión social, mediante la interconexión de redes de investigación.
- Actuar como núcleo de la agrupación de las instituciones de educación superior de la región, con el fin de conformar una red de alta velocidad que las interconecte con el fin de participar en los proyectos promovidos por el programa del Ministerio de Comunicaciones, Agenda de Conectividad, a través de la Red RENATA.
- Participar en proyectos de orden nacional o internacional que permitan a sus miembros mejorar sus procesos educativos, científicos y de investigación.
- Propender por el mejoramiento continuo de sus miembros mediante la utilización de las últimas tecnologías de redes de comunicación.
- Garantizar la calidad de servicio para las aplicaciones que se desarrollen en conjunto.
- Establecer los procedimientos a que haya lugar para representar a sus afiliadas ante las diferentes entidades municipales, departamentales, nacionales e internacionales que sean necesarias para el cumplimiento de sus fines.
- Apoyar y promover la acción de las instituciones de educación superior para obtener y desarrollar soluciones prácticas y oportunas que armonicen, dinamicen e incentiven el desarrollo de los objetivos de esta Asociación.

- Establecer políticas y mecanismos de financiación de los proyectos educativos, científicos o de investigación.
- Proteger los intereses de sus afiliadas, armonizándolos con los de la comunidad en general, dentro del marco de los presentes estatutos.
- Actuar como veedora del cumplimiento de las normas que de común acuerdo se establezcan entre sus afiliadas, los entes gubernamentales y los organismos internacionales para el desarrollo de los planes y programas que acometa esta Asociación.

La Asociación será una entidad orientada por los siguientes valores y principios que regirán todas sus actuaciones: moralidad, legalidad, patriotismo, progreso cultural, académico, científico, investigativo y desarrollo tecnológico, social y económico.

Visión de RADAR. RADAR espera en cinco años tener consolidada su red con los departamentos pertenecientes al CRES Centro-Occidente, consolidada y reconocida su gestión a nivel de investigación y con un impacto positivo en la comunidad a la cual pertenece.

### **Estrategias de RADAR**

- Promover el desarrollo de contenido por parte de las instituciones que forman parte de la asociación.
- Promover el uso de las TIC a nivel regional.
- Promover la implementación de servicios de valor agregado que permitan economías de escala y que lleven al desarrollo regional.
- Hacer cumplir las condiciones, que como requisito de ingreso, sean exigidas a otras instituciones diferentes a sus fundadores.
- Establecer convenios de cooperación a nivel nacional e internacional que promuevan el desarrollo de la red.
- Fortalecer la interacción entre la comunidad científica, los educadores,

el sector privado y el gobierno, mediante la utilización de la Red regional.

Sus acciones serán precisas y orientadas al cumplimiento de sus fines, y podrán tener como fuente de apoyo la experiencia de otras organizaciones con actividades similares. Sus estudios, análisis, gestiones y resultados, derivados del desarrollo de la actividad serán permanentemente comunicados a todos sus asociados.

Ventajas de los asociados a RADAR. Se cuenta con una serie de redes metropolitanas, en las capitales de los departamentos, interconectadas entre sí a una muy buena velocidad (100Mb/s).

- Mejoramiento de la infraestructura de red de las entidades asociadas, al contar con un enlace por fibra óptica entre todos los socios, menos susceptible a fallas en su medio de transmisión.
- Son socias las entidades educativas universitarias de primer nivel de cada uno de los departamentos de la zona.
- Los costos de membresía a RADAR se distribuyen entre ellos proporcionalmente al ancho de banda contratado.
- Se pueden adelantar proyectos conjuntos cuyos costos se distribuyen entre todas las

entidades, por ejemplo, establecimiento de una biblioteca virtual conjunta.

- Ingeniero de soporte de RADAR, conocido como Service Manager, encargado de hacerle seguimiento a las solicitudes de soporte de los diferentes miembros de RADAR y lograr mejores tiempos de respuesta a las solicitudes de servicio.
- Precio competitivo por cada Mb/s contratado.
- Buen acuerdo de niveles de servicio (ANS).
- Conexión a Internet a la velocidad contratada por cada asociado y a RENATA a 10Mb/s.

Adicionalmente a las condiciones anteriores, se abren nuevas oportunidades para Cenicafé en lo que tiene que ver con:

- Buscar recursos económicos accesibles sólo para las entidades que participan en las Redes Académicas.
- Conseguir nuevos socios para adelantar investigaciones.

Estamos en la última etapa, previa a la obtención de la personería jurídica de RADAR y por tanto, de su existencia legal.

### III. DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

#### DIV 0101 – Revista Cenicafé

- Volumen 57 Número 2, trimestre abril - junio 2006

**MONTOYA O., G.E.; CRISTANCHO A., M.A.; MONCADA B., M. DEL P. Análisis de secuencias de genes de *Coffea arabica* var. Caturra. Cenicafé (Colombia) 57(2):79-87. 2006.**

**RESUMEN:** Actualmente en Cenicafé se están realizando estudios moleculares del café *Coffea arabica*, con el fin de identificar genes de importancia agronómica. En la presente investigación se desarrollaron genotecas de ADNc de tres tejidos diferentes (hoja, flor y fruto) de var. Caturra, con el fin de obtener información sobre los genes que se están expresando en estos tejidos. De 3.029 secuencias analizadas, se obtuvo un total de 1.824 transcritos únicos (unigenes), para las tres genotecas y el 60% de estos transcritos mostraron similitud con secuencias reportadas para *C. canephora*. Los análisis de los clones identificados mostraron una amplia diversidad de genes involucrados en diversas funciones metabólicas. Las principales categorías incluyen proteínas involucradas en organización celular y biogénesis, metabolismo, síntesis de proteínas, transporte, transcripción, transducción de señales y respuesta a patógenos o plagas. Estos resultados concuerdan con algunos estudios realizados en tomate y *Arabidopsis* y pueden representar una tendencia general en plantas. Los transcritos involucrados en respuesta a patógenos, plagas y estrés abiótico, podrían ser usados en experimentos de laboratorio para confirmar su función y determinar su potencial de uso en programas de mejoramiento genético del café.

**MARTÍNEZ T., D.G.; ÁLVAREZ H., J.R. Aprovechamiento de la energía calórica de estufas campesinas para el secado del café en fincas. Cenicafé (Colombia) 57(2):88-99. 2006.**

**RESUMEN:** En Cenicafé se diseñó y construyó el equipo de secado Escafé, para 125 kg de café pergamino seco e inversión del flujo de aire, que aprovecha parte de la energía calórica de las estufas campesinas cuando se preparan los alimentos. Se usó una estufa campesina metálica modificada y como combustibles hulla y leña de zocas de café. El café lavado se ubicó en una cámara de secado de 1m<sup>2</sup> de área, con un orificio encima de la capa de granos y otro debajo, que permiten la inversión del flujo de aire impulsado por un ventilador axial. La energía térmica no empleada en la preparación de alimentos fue aproximadamente el 85% de la cual se aprovechó en este experimento más del 30%. El secado de café tomó 3 días operándose 15 horas diarias, equivalentes al funcionamiento habitual de la estufa. La entrada de aire ambiente por dos compuertas deslizantes a la corriente de aire caliente permitió regular la temperatura del aire que alcanza la cámara de secado. Durante cada tanda de secado de café se emplearon 96,1 kg de hulla y 183,1 kg de leña y la cámara de secado alcanzó una temperatura promedio de 48,3°C. El contenido final de humedad del café fue del 10% b.h.

**ALVARADO A., G.; OCHOA F., H.E. Características fenotípicas de componentes de Variedad Castillo en dos ambientes. Cenicafé (Colombia) 57(2):100-121. 2006.**

**RESUMEN:** En 2005 Cenicafé liberó la variedad Castillo y sus derivadas de uso regional, conformadas por mezclas de progenies F5 de Caturra X Híbrido de Timor, que poseen resistencia durable a la roya del cafeto, probable tolerancia al CBD y atributos agronómicos y de taza sobresalientes. Las variedades Castillo regionales ofrecen a los productores mayor productividad en ambientes similares a aquellos donde fueron seleccionadas. En los campos de producción de semilla, las plantas están dispuestas en parcelas de propagación por edad de siembra. En Maracay (Quindío) y El Rosario (Antioquia), en parcelas de 3 y 4 años de edad, en cinco plantas seleccionadas aleatoriamente en las 24 progenies se midieron variables relacionadas con la conformación de la planta, del fruto y las hojas y con las características de color del cogollo, forma de la copa y tipo de árbol. La discriminación de grupos de fenotipos por cuartiles de la distribución normal para algunas variables permitió agrupar las progenies con mayor similitud fenotípica, sin detrimento de la diversidad genética en la resistencia a la roya del cafeto. Un análisis multivariado identificó las variables con mayor poder de discriminación, información valiosa para trabajos de selección fenotípica, búsqueda de marcadores moleculares, arreglos espaciales en el campo, distancias de siembra, descripción varietal, trazabilidad, y para certificación de semilla, entre otros.

**RAMÍREZ G., C.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; ACOSTA A., R.; BUENAVENTURA A., J.D.** Desgranador mecánico portátil para la cosecha del café - Descafé. *Cenicafé (Colombia)* 57(2):122-131. 2006.

**RESUMEN:** Con la herramienta portátil DESCAFÉ (DESgranadora de frutos de CAFÉ) diseñada en Cenicafé se busca desprender frutos de café en forma similar a como la hace el recolector en cosecha manual selectiva, utilizando ruedas dentadas de caucho espumado colocadas en tres ejes de acero distribuidos uniformemente sobre una estructura circular truncada. En los primeros modelos se utilizó como fuente de potencia el motor de combustión interna de una guadaña, los cuales fueron evaluados en la cosecha principal de 2003, en cafetales sembrados a 2,0 m x 1,0 m obteniendo rendimiento operativo de 40,8 kg/h, aproximadamente 3 veces el rendimiento promedio observado en cosecha manual tradicional, con frutos inmaduros en el rango del 10 al 15%. Con el fin de disminuir costos operativos y valor inicial, reducir el nivel de ruido y facilitar su manejo, se modificó el diseño inicial, obteniéndose el dispositivo DESCAFÉ III accionado por motor DC de 75W con energía eléctrica proveniente de 4 baterías portadas en un arnés colocado en la espalda. El peso del nuevo actuador, con agitadores girando a 1.100 rpm, fue 1.350 g y el nivel de ruido de 74dB. En ensayos con DESCAFÉ III en Timbío (Cauca), en la cosecha principal de 2004, con árboles con concentración de frutos maduros del 80%, se obtuvo rendimiento operativo similar a los primeros modelos (39,4kg/hora) y mejor calidad de cosecha (3,5 a 6,0% de frutos inmaduros), similar al observado en cosecha manual tradicional.

**GONZÁLEZ O., H.; SADEGHIAN K., S.** Efecto de corto plazo de distintas fuentes de azufre sobre la acidez y la disponibilidad de este elemento en la zona radical del café (*Coffea arabica* L.). *Cenicafé (Colombia)* 57(2):132-145. 2006.

**RESUMEN:** En fincas de Antioquia, Caldas y Quindío se evaluaron los cambios en los niveles de azufre disponible (S) y de pH en la zona de influencia radical del café (20 cm de profundidad) debidas a la aplicación de diferentes dosis de azufre elemental, yeso (sulfato de calcio) y sulfato de amonio; en tres suelos contrastantes por sus características físicas y químicas. Se tomaron muestras del suelo entre 0-5, 5-10, 10-15 y 15-20 cm, tres y seis meses después de aplicar los tratamientos. El suministro de las diferentes fuentes y dosis, incrementó el S en más de 10 mg.kg<sup>-1</sup> y se alcanzaron los mayores niveles de este elemento al aplicar la fuente elemental, seguido por el sulfato de calcio y el sulfato de amonio. La solubilidad de estos fertilizantes constituyó un factor determinante en el movimiento del S a través de los 20 cm evaluados; la fuente elemental se acumuló en los primeros 10 cm por su elevado efecto residual, el S aportado por el sulfato de amonio se lixivió tres meses luego de ser aplicado y el del yeso se distribuyó de manera uniforme en los 20 cm, mientras que con las fuentes sulfatadas no hubo variaciones en el pH durante el tiempo de la evaluación, con la fuente elemental las reducciones estuvieron entre 0,6 y 1,3 unidades.

**MENZA F., H.D.; SALAZAR G., L.F.** Resistencia de *Eleusine indica* al glifosato en cafetales de la zona cafetera central de Colombia. *Cenicafé (Colombia)* 57(2):146-157. 2006.

**RESUMEN:** En Cenicafé se evaluó la resistencia de *Eleusine indica* a glifosato para lo cual se recolectó semilla en cuatro fincas cafeteras, tres de ellas con alta frecuencia de aplicación de glifosato durante diez años y ubicadas en Chinchiná y Palestina, Caldas (biotipos A, B y C) y una donde no se realizaron aplicaciones de herbicidas durante 20 años, en Los Santos, Santander (biotipo D). Se utilizaron semillas en cajas de Petri y plantas en casa de mallas y concentraciones de 0 a 144 ppm agua y dosis de 0 a 5.760 g i.a.ha<sup>-1</sup> del herbicida, respectivamente. Para cada biotipo se determinó la respuesta al herbicida como porcentaje de control. El biotipo D, presentó valores en el control superiores a los obtenidos en los biotipos A, B y C. Con semillas en cajas de Petri, con 48 ppm, se obtuvo el 100% de control para el biotipo D y en el caso de los biotipos A, B y C el control fue del 53, 75 y 89%, respectivamente. Con plantas bajo condiciones controladas, con 960 g i.a.ha<sup>-1</sup> de glifosato, se obtuvo control superior al 80% en el biotipo D. Los biotipos de las fincas A, B y C requirieron dosis de 1.920 g i.a.ha<sup>-1</sup> para alcanzar los mismos valores de control. Los resultados confirmaron la resistencia al glifosato en los biotipos A, B y C.

**DUSSAN L., C.; DUQUE O., H.; GONZÁLEZ L., J. Caracterización tecnológica de caficultores de economía campesina, de los principales municipios cafeteros de Colombia. *Cenicafé (Colombia)* 57(3):167-186. 2006.**

**RESUMEN:** Se clasificaron las fincas con menos de siete hectáreas en café consideradas de economía campesina, con base en tres sistemas de producción: al sol, a la sombra y en semisombra, de los principales municipios cafeteros de los departamentos de Caldas, Antioquia, Risaralda, Quindío, Valle, Tolima, Huila y Cauca. El estudio se realizó durante 2002 y 2004, en 533 fincas con el objetivo de evaluar las características tecnológicas de las explotaciones y su relación con los aspectos socioeconómicos de sus propietarios. Para cada sistema de producción se estableció el grado de tecnificación de los cafetales y se encontró, en general, que al menos la tercera parte en cada uno de ellos, exhibe características tecnológicas en sus sistemas de producción que les permiten lograr altas productividades. Se concluye que el acceso a tecnologías de alta productividad no está restringido a altas escalas de operación (caficultores medianos o grandes). Desde el punto de vista socioeconómico, los grados de escolaridad correlacionan con la adopción de tecnología, lo cual sugiere que la educación de los agricultores juega un papel fundamental en la búsqueda de la mayor productividad y mejor calidad de vida.

**LÓPEZ D., D.C.; MONTOYA R., E.C.; ISAZA G., L.E.; OLIVEROS T., C.E. Contribución de los componentes del método mejorado de cosecha en el desempeño operativo de los recolectores de café. *Cenicafé (Colombia)* 57(3):187-197. 2006.**

**RESUMEN:** Se evaluó la contribución de los componentes del Método Mejorado de Cosecha en el desempeño operativo de los recolectores, mediante observaciones directas en el campo en las cuales se tuvo en cuenta la carga por árbol y la estimación de las variables asociadas a los indicadores que califican el método: eficiencia, eficacia, pérdidas y calidad. Se aplicaron 17 tratamientos utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar. El análisis de varianza mostró efecto de la variable kilogramos de café por cosechar (carga) sobre las variables mencionadas. Ante este resultado se agruparon los tratamientos y se buscó que en cada grupo, los promedios de carga por árbol fueran iguales estadísticamente pero diferentes entre los promedios de los grupos. En general, se encontró que bajo las condiciones de carga en las que se realizó el experimento en el campo, ninguno de los componentes del Método Mejorado influye en los indicadores del proceso de recolección. Sin embargo, en su conjunto, los movimientos propuestos en el Método Mejorado garantizan, independientemente del dispositivo de acopio (coco recolector), menor número de frutos dejados en el suelo y menor porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada.

**VÉLEZ H., M.; BUSTILLO P., A.E.; POSADA F., F.J. Predación de *Hypothenemus hampei* por hormigas, durante el secado del café. *Cenicafé (Colombia)* 57(3):198-207. 2006.**

**RESUMEN:** Para evaluar la capacidad depredadora del complejo de hormigas *Solenopsis geminata* (F.), *Dorymyrmex* sp., *Pheidole* sp. y *Mycocepurus smithii* Forel (Hymenoptera: Formicidae), que se encuentran en los secadores solares parabólicos de café, se desarrolló un estudio en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda). Se utilizaron 18 secadores solares parabólicos de 8 m<sup>2</sup>, para evaluar los tratamientos: (T1) secador solar con extremos y bordes laterales cubiertos con tul con trama del tejido de 1 x 2 mm, (T2) secador solar con extremos cubiertos con plástico y bordes laterales cubiertos con tul y (T3) testigo con extremos y bordes laterales descubiertos, cada uno con seis repeticiones. En cada secador se colocaron canastillas con 500 g de café pergamino infestado con broca el 100%, a las cuales tenían acceso las hormigas en los T1 y T2, mientras que el testigo se rodeó de grasa para evitar su ingreso. Durante seis días las hormigas depredaron 14.627 y 13.048 estados biológicos de broca en los tratamientos 1 y 2, respectivamente, que corresponden al 92,1 y 82,2% del total de brocas que abandonaron los granos durante el secado y que quedaron en el piso. El 97% del total de estados depredados correspondió a adultos, lo que indica que estas hormigas son importantes en el control de la broca durante el secado del café.

**LÓPEZ F., H.A.; ROA M., G.; PARRA C., A. Evaluación del equipo "Aroandes", un prototipo para la cosecha manual asistida de café. Cenicafé (Colombia) 57(3):208-219. 2006.**

**RESUMEN:** El equipo "Aroandes" está compuesto por un aro, una manga y un recipiente de espalda que facilita la recolección manual de café, la carga de café cosechado y disminuye los movimientos de las manos y los brazos. La evaluación operativa midió la eficacia, las pérdidas y la calidad de la masa cosechada, en cafetales de segunda cosecha, de la variedad Colombia, sembrados a 1,5 x 1,0 m y 1,4 x 1,2 m, con densidad de 6.900 árboles/ha. Antes de iniciar la evaluación se capacitó a los recolectores en el empleo del dispositivo. El equipo permitió disminuir el número de frutos dejados en el suelo y el número de frutos maduros sin cosechar, respecto al sistema tradicional de cosecha manual (testigo). No hubo diferencias estadísticas para la eficiencia (kilogramos de frutos de café recolectado por hora) y el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada fue mayor que el registrado en el testigo.

**MENZA F., H.D.; SALAZAR G., L.F. Evaluación de la resistencia al glifosato, de biotipos de *Erigeron bonariensis* provenientes de cafetales de la zona cafetera central colombiana. Cenicafé (Colombia) 57(3):220-231. 2006.**

**RESUMEN:** Con el fin de determinar la resistencia de *E. bonariensis* al glifosato, se recolectó semilla de esta arvense en cuatro fincas cafeteras de Colombia, tres de ellas caracterizadas por alta frecuencia de aplicación de glifosato durante más de diez años, ubicadas en los municipios de Chinchiná y Palestina (Caldas) (Fincas A, B y C) y una finca donde no habían realizado aplicaciones de herbicidas por más de 20 años (Los Santos, Santander) (Finca D). Se evaluaron aplicaciones de glifosato con concentraciones de 0 a 144 ppm y dosis de 0 a 5.760 g.ha<sup>-1</sup> de i.a., en semillas dispuestas en cajas de Petri y en plantas bajo condiciones controladas en casa de mallas respectivamente, con un diseño experimental completamente aleatorio con 10 repeticiones. El biotipo D tuvo los mayores valores en el control con respecto a los demás biotipos. En casa de mallas, el biotipo D obtuvo un promedio de control superior al 90% con la dosis más baja de glifosato (480 g.ha<sup>-1</sup> de i.a.), mientras que en los biotipos A, B y C, se necesitó de una dosis seis veces mayor (2.880 g.ha<sup>-1</sup> de i.a.) para alcanzar estos valores de control. Con la dosis comercial (1.440 g.ha<sup>-1</sup> de i.a.) no se alcanzaron valores promedios de control superiores al 60% en los tres biotipos potencialmente resistentes.

**RENGIFO G., H.G.; LEGUIZAMÓN C., J.E.; RIAÑO H., N.M. Incidencia y severidad de la mancha de hierro en plántulas de *Coffea arabica* en diferentes condiciones de nutrición. Cenicafé (Colombia) 57(3):232-242. 2006.**

**RESUMEN:** En plántulas de *Coffea arabica* var. Colombia se determinó la incidencia y la severidad de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), según el estado nutricional, previa evaluación de la concentración del inóculo y el método de inoculación. Se trasplantaron las chapolas de café a bandejas plásticas con solución de Hoagland en concentraciones de 0, 25, 50, 75 y 100% y después de 83 días se inocularon con el aislamiento patogénico Cc9902. Se utilizó un diseño completamente aleatorio y la unidad experimental estuvo constituida por seis plantas organizadas en una bandeja, con cinco repeticiones por tratamiento. La incidencia correspondió al porcentaje de hojas enfermas con respecto a las inoculadas, mientras que la severidad se determinó por el número de lesiones por hoja. Las mejores inoculaciones se obtuvieron con aspersiones de *C. coffeicola* dirigidas al envés de las hojas con 1,58 x 10 a la 7 unidades formadoras de colonia (UFC)/mL. Tanto la incidencia como la severidad fueron significativamente mayores en las plantas que crecieron en las concentraciones menores al 100%. Por su parte, el período de incubación fue de 28 días en las plantas que crecieron en concentraciones superiores al 50% de la solución de Hoagland. Las hojas jóvenes fueron estadísticamente más susceptibles que las de mayor edad.

**SADEGHIAN KH., S.; MEJÍA M., B.; ARCILA P., J. Composición elemental de frutos de café y extracción de nutrientes por la cosecha en la zona cafetera de Colombia. Cenicafé (Colombia) 57(4):251-261. 2006.**

**RESUMEN:** Se analizó la composición elemental de las diferentes partes constitutivas de los frutos de café de la variedad Colombia, para determinar la extracción de los nutrientes por la cosecha en la zona cafetera colombiana. Se evaluaron 424 muestras de café almendra provenientes de 14 departamentos, 62 muestras de pergamino, cinco de pulpa y 23 de mucílago. Adicionalmente, se cuantificó el contenido de los elementos nutritivos en muestras de café cereza, de dos localidades. La composición de los nutrientes mostró variaciones de acuerdo a la parte del fruto. La extracción total de elementos estimada para una cosecha equivalente a 1.000kg de café almendra, con 11% de humedad, fue de 78kg, distribuidos así: almendra 35kg, pulpa 37kg, pergamino 2kg y mucílago 4kg. La cantidad de macronutrientes (kg) contenidos en los 1.000kg de café almendra fueron: N 30,9; P 2,3; K 36,9; Ca 4,3; Mg 2,3 y S 1,2. La extracción de los micronutrientes (g) fue: Fe 107, Mn 61, B 50, Cu 33 y Zn 18. Al emplear el fruto entero para determinar la extracción se registraron algunas diferencias frente a la valoración por partes del fruto, que se atribuyeron a las condiciones predominantes de los dos sitios de muestreo. La composición elemental en la almendra exhibió algunas variaciones entre las diferentes regiones del país.

**LÓPEZ F., H.A.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A. Disminución del costo unitario de la cosecha de café con el empleo de un método de recolección manual asistido. Cenicafé (Colombia) 57(4):262-273. 2006.**

**RESUMEN:** En la cosecha principal del año 2005, en la Subestación Experimental El Rosario (Venecia, Antioquia), se evaluaron la calidad y el efecto en el costo unitario de la recolección de café utilizando el raspador selectivo de café, Raselca III, en lotes de café var. Colombia, de segunda a sexta cosecha, con 1 y 2 tallos por sitio y densidades de siembra menores a 10.000 plantas/ha. Cada una de las cinco unidades experimentales estuvo constituida por 625 árboles. El tratamiento testigo fue la recolección manual tradicional. El promedio de la eficiencia de la cosecha con Raselca III fue de 11,0kg.h<sup>-1</sup> para tres pases de cosecha con un promedio de frutos inmaduros entre 2,9 y 8,1%. Con el testigo la eficiencia fue de 6,2kg.h<sup>-1</sup> para cinco pases, con promedios de frutos inmaduros entre 1,5 y 2,3%. El indicador eficacia varió entre 20 y 24 frutos/árbol para Raselca III, y entre 14 y 16 para el testigo. Las pérdidas estuvieron entre 11 y 13 frutos/árbol para el tratamiento Raselca III y entre 9 y 10 para el testigo. Con el Raselca III el costo unitario promedio de recolección se redujo en 16%. La calidad del café recolectado con Raselca III obtuvo cerca del 70% de las calificaciones aceptables para la calidad global en taza (≥6).

**ISAZA G., L.E.; MONTOYA R., E.C.; VÉLEZ Z., J.C.; OLIVEROS T., C.E. Evaluación de la concentración de los frutos maduros de café empleando técnicas no selectivas de recolección manual. Cenicafé (Colombia) 57(4):274-287. 2006.**

**RESUMEN:** En la Estación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda), en un lote de la variedad Colombia, de tercera cosecha, establecido a 1 x 1m, se evaluaron cinco técnicas de desprendimiento sobre el desempeño operativo de los recolectores, con el fin de apoyar el desarrollo de tecnologías para disminuir el costo unitario de recolección de café. En la primera etapa del estudio se identificaron los patrones de concentración de los frutos maduros en la rama, dividiéndolas en tercios para determinar si los frutos maduros se concentran en: 1/3 de su longitud, 2/3 separados, 2/3 contiguos ó 3/3. La segunda concentración fue la de menor frecuencia y las demás se encontraron en más del 73% de los árboles. En la segunda etapa se evaluó el efecto de la concentración de los frutos en la recolección empleando cinco técnicas: método tradicional y método mejorado (técnicas selectivas), ordeño total y ordeños parciales usando en el repase el método mejorado y el método tradicional (métodos no selectivos). Se encontró que las variables asociadas a la eficiencia y la calidad dependen de la técnica de desprendimiento, de la concentración y del porcentaje de maduración. La eficiencia con una técnica no selectiva fue cinco veces mayor a la alcanzada con el método tradicional. La calidad solamente fue aceptable con las técnicas selectivas.

**JARAMILLO R., A. Evapotranspiración de referencia en la región Andina de Colombia. Cenicafé (Colombia) 57(4):288-298. 2006.**

**RESUMEN:** En el presente estudio se estimaron las variaciones temporal y altitudinal de la evapotranspiración de referencia (Penman-Monteith) y la evaporación para la región del cultivo del café en Colombia. A partir de la información climática de la red meteorológica del Centro Nacional de Investigaciones de Café, se analizaron para las estaciones de Cenicafé y Naranjal (Caldas) las observaciones de evaporación de Tanque clase A para el período 1975 a 1989. Se observó una relación exponencial entre la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) y la altitud, y para estimar la evapotranspiración se propuso la expresión empírica  $ET_o \text{ mm.día}^{-1} = 4,37 \exp(-0,0002 * \text{Altitud, m})$ , aplicable en estudios generales de zonificación climática de las cuencas de los ríos Cauca y Magdalena, localizadas en la región Andina de Colombia, para altitudes entre 170 y 3.700m. Así mismo, se registró una disminución de la evapotranspiración de referencia de 237mm.km<sup>-1</sup> de altitud por año. Los valores de evaporación de tanque fueron superiores en un 7,1% a los estimados con el método de Penman-Monteith. Los valores de evaporación anual media para las regiones de cultivo del café en Colombia variaron entre 1.300mm para las zonas bajas (1.000m) y 1.050mm para las zonas altas (2.000m).

**GUTIÉRREZ G., R.A.; CASTRO C., B.L.; RIVILLAS O., C.A. Manejo de la llaga negra del café. Cenicafé (Colombia) 57(4):299-311. 2006.**

**RESUMEN:** Para recuperar sitios después de la extracción de plantas infectadas con *Rosellinia bunodes*, se evaluaron prácticas de manejo antes de la siembra de nuevas plantas, bajo dos modalidades: con y sin solarización de los sitios, combinadas con los tratamientos: siembra inmediata, aplicación de *Trichoderma koningii*(Tk), inoculación previa con micorriza arbuscular (MA) *Glomus manihotis*, aplicación del fungicida Topsin® y siembra de plantas en sitios sin patógeno. Se sembraron cafetos variedad Colombia y se empleó un diseño aleatorio, con arreglo factorial 4x2+1, con 25 repeticiones. En las plantas se registraron las variables de crecimiento durante los primeros ocho meses y se calificó la presencia del patógeno en las raíces, y el peso seco de éstas y de la parte aérea de las plantas. En almácigo y en el lote se evaluó la población nativa de MA y de *Trichoderma* spp. Durante 30 meses se evaluó el desarrollo de las plantas para determinar el ataque del patógeno. Se observaron diferencias en el peso seco de la parte aérea en los tratamientos solarización+MA y solarización+Tk. En almácigo hubo diferencias en la población y colonización de las raíces tratadas con MA, predominando los géneros *Acaulospora* y *Glomus*, y en el lote se identificaron *Acaulospora foveata*, *A. myriocarpa*, *A. mellea*, *Sclerocystis* spp. y *Gigaspora* spp.; también se aisló *Trichoderma* nativo. No hubo presencia del patógeno en los tratamientos, por tanto, la principal labor para impedir el ataque de *R. bunodes* en plantas sembradas en sitios infestados es la extracción de residuos de raíces infectadas.

**ACOSTA A., R.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R. Recolección de frutos de café caídos al suelo. Cenicafé (Colombia) 57(4):312-319. 2006.**

**RESUMEN:** La caída de frutos favorece el desarrollo de la broca y dificulta su manejo integrado. En este estudio se evaluó el desempeño de tres dispositivos portátiles, dos aspiradoras, una de fabricación comercial (CIFARELLI V77S) y otra de diseño propio (ASFRUS-I), y un recolector manual de diseño propio (REMRUS-I). Los ensayos se realizaron en las Estaciones Experimentales Naranjal (Chinchiná, Caldas) y La Catalina (Pereira, Risaralda), en lotes de café de la variedad Colombia de segunda cosecha, sembrados a 2 x 1m y 1,5 x 1m, con rangos de pendientes entre 0 y 100%. Se aplicó un diseño de bloques al azar, con la pendiente como factor de bloqueo. La unidad de trabajo fue de media hectárea. El porcentaje de frutos recogidos del suelo con los equipos utilizados fluctuó entre 75,3% y 94,0% para ASFRUS, entre 64,6% y 88,6% para la aspiradora Cifarelli y entre 65,7% y 82,4% para REMRUS-I. El tiempo empleado por sitio para cada uno de los modelos evaluados fue de 10 a 19,2s/sitio para ASFRUS, de 8 a 20s/sitio para Cifarelli y de 10 a 19,2s/sitio para REMRUS-I. La hojarasca presente en los platos de los árboles y las ramas bajas fueron los factores que limitaron el funcionamiento de los equipos.

## DIV 0102 – Avances Técnicos

- No. 352: La humedad controlada del grano preserva la calidad del café.
- No. 353: Secador solar de túnel para café pergamino.
- No. 354: Cosecha manual de café utilizando mallas plásticas.
- No. 355: Registro de la trazabilidad del café en la finca.
- No. 356: Producción de almácigos de café en el departamento de Santander con diferentes fuentes de materia orgánica y de fósforo.
- No. 357: Las libélulas y su rol en el ecosistema de la zona cafetera.
- No. 358: Introducción de *Phymastichus coffea*, parasitoide de la broca, en fincas de caficultores experimentadores.
- No. 359: Manejo integrado de arvenses en la zona cafetera central de Colombia.
- No. 360: Separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín.
- No. 361: Paleta plástica para lavar café con menor esfuerzo.
- No. 362: Mezcla de fertilizantes en la finca, una buena opción para el caficultor.
- No. 363: Certificación de fincas de producción de café orgánico.
- No. 364: Evaluación de Clementinas e híbridos de cítricos en la zona cafetera central colombiana.

## DIV 0103 - Boletín Técnico

No. 30: Evaluación de portainjertos de cítricos en la zona central cafetera de Colombia.

## DIV 0104- Anuario Meteorológico

Anuario Meteorológico Cafetero 2005.

## DIV 0105 - Manuales y libros

- Guía para la caficultura sostenible en Colombia: un trabajo articulado con los caficultores, extensionistas y la comunidad.

- Sistemas de producción de café en Colombia.
- Don Pedro Uribe Mejía: el liderazgo cafetero desde la provincia.
- Cartillas Escuela y Café - Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. Escuela y Café Grado Sexto y Escuela y Café Grado Séptimo.
- Caracterización de la fertilidad de los suelos de la zona cafetera del Valle del Cauca.
- Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana; el eucalipto *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.
- Resumen del Informe Anual de Actividades 2006.

## DIV 0107 - Otros impresos (Plegables, afiches, volantes)

Diseño de:

- El afiche aves amenazadas y endémicas de la Zona Cafetera Colombiana.
- Productos agrónomos – Normas de seguridad.
- Los pósteres de Cenicafé para la 4<sup>ta</sup> Feria de Cafés Especiales 2007.
- Los Pósteres Feria Líbano "Homenaje a la FNC por sus 80 años".
- "El rompecabezas de la biodiversidad en Zonas cafeteras de Colombia".
- Los pósteres "Estudiando las aves con las comunidades cafeteras".
- El plegable "Aroandes Manual de usuario. Cosecha manual y asistida del café para una recolección de alta calidad".
- El plegable "Manejo adecuado de residuos".
- Las cajas de café conmemorativas del proyecto: Censos participativos de aves en zonas cafeteras de Colombia.

## Biocartas:

No. 11: Las aves de las zonas cafeteras de Colombia.

## DIV 0102 – Avances Técnicos

- No. 352: La humedad controlada del grano preserva la calidad del café.
- No. 353: Secador solar de túnel para café pergamino.
- No. 354: Cosecha manual de café utilizando mallas plásticas.
- No. 355: Registro de la trazabilidad del café en la finca.
- No. 356: Producción de almácigos de café en el departamento de Santander con diferentes fuentes de materia orgánica y de fósforo.
- No. 357: Las libélulas y su rol en el ecosistema de la zona cafetera.
- No. 358: Introducción de *Phymastichus coffea*, parasitoide de la broca, en fincas de caficultores experimentadores.
- No. 359: Manejo integrado de arvenses en la zona cafetera central de Colombia.
- No. 360: Separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín.
- No. 361: Paleta plástica para lavar café con menor esfuerzo.
- No. 362: Mezcla de fertilizantes en la finca, una buena opción para el caficultor.
- No. 363: Certificación de fincas de producción de café orgánico.
- No. 364: Evaluación de Clementinas e híbridos de cítricos en la zona cafetera central colombiana.

## DIV 0103 - Boletín Técnico

- No. 30: Evaluación de portainjertos de cítricos en la zona central cafetera de Colombia.

## DIV 0104- Anuario Meteorológico

Anuario Meteorológico Cafetero 2005.

## DIV 0105 - Manuales y libros

- Guía para la caficultura sostenible en Colombia: un trabajo articulado con los caficultores, extensionistas y la comunidad.

- Sistemas de producción de café en Colombia.
- Don Pedro Uribe Mejía: el liderazgo cafetero desde la provincia.
- Cartillas Escuela y Café - Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. Escuela y Café Grado Sexto y Escuela y Café Grado Séptimo.
- Caracterización de la fertilidad de los suelos de la zona cafetera del Valle del Cauca.
- Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana; el eucalipto *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.
- Resumen del Informe Anual de Actividades 2006.

## DIV 0107 - Otros impresos (Plegables, afiches, volantes)

Diseño de:

- El afiche aves amenazadas y endémicas de la Zona Cafetera Colombiana.
- Productos agrónomicos – Normas de seguridad.
- Los pósteres de Cenicafé para la 4<sup>ta</sup> Feria de Cafés Especiales 2007.
- Los Pósteres Feria Líbano "Homenaje a la FNC por sus 80 años".
- "El rompecabezas de la biodiversidad en Zonas cafeteras de Colombia".
- Los pósteres "Estudiando las aves con las comunidades cafeteras".
- El plegable "Aroandes Manual de usuario. Cosecha manual y asistida del café para una recolección de alta calidad".
- El plegable "Manejo adecuado de residuos".
- Las cajas de café conmemorativas del proyecto: Censos participativos de aves en zonas cafeteras de Colombia.

## Biocartas:

- No. 11: Las aves de las zonas cafeteras de Colombia.

## DIV 0503 - Apoyo de comunicaciones

Se colaboró con el suministro de equipos de proyección, préstamos de salas, organización de carpas, etc., para los diferentes eventos realizados por los investigadores en Cenicafé.

Se diseñaron entre otros 85 pósteres, cartelones y otras ayudas visuales a los investigadores, utilizados en exposiciones, días de campo y atención de visitantes.

- **ANNUAL Meeting of the Entomological Society of America. Indianapolis (Estados Unidos), Diciembre 10-13, 2006.**

**ARMSTRONG, J.W.; BUSTILLO P., A.E.; PEÑA, J.E. Infestation risk analysis for coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in processed green coffee beans.**

**RESUMEN:** Este estudio tuvo como objetivo determinar si existen riesgos de supervivencia y reproducción de la broca del café en café verde destinado a la exportación. Las muestras de café del experimento se tomaron en 10 lotes independientes de la Estación Central Naranjal de Cenicafé. En general, los resultados indicaron que mediante el proceso de secado en silos a 50°C durante unas 17 horas hasta cuando el café alcance una humedad entre el 10 y 12%, no se registró supervivencia de ningún estado biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei*, inmediatamente después del secado ni tampoco a los 30 días de esta labor. Sin embargo, cuando el café fue secado al sol utilizando secadores parabólicos si se pudo constatar que una pequeña proporción de la broca puede sobrevivir a este proceso. En tres muestras provenientes de lotes diferentes se encontraron individuos vivos, un día después del secado al sol, variando entre 1,3 y 8,1% la incidencia de estados vivos sobre el total de la población encontrada. Al cabo de los 30 días de almacenado el café pergamino, también se encontraron unos pocos individuos en tres granos de café, con signos vitales. Es muy probable que esta situación se dé por un secado del café muy lento o porque algunos granos se muestren con una humedad un poco más alta del promedio. En una segunda evaluación en la que se controló más este aspecto no se registró supervivencia de ningún individuo.

**VEGA, F.E.; POSADA F., F.J. Coffee endophytes and the coffee berry borer.**

**ABSTRACT:** As part of a project aimed at developing a biological control program against the coffee berry borer, we have sampled fungal endophytes in Hawaii, Colombia, Puerto Rico and Mexico. The objective was to determine what constraints might be faced in the field by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana*, which we were able to establish as a fungal endophyte in coffee in laboratory tests. Over 700 fungal endophyte isolates were sequenced: 281 from Colombia, 240 from Hawaii, 119 from Mexico, and 68 from Puerto Rico. These comprise more than 170 distinct unique sequences. The most common genera were *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Penicillium*, and *Xylaria*. We also isolated five genera of fungal entomopathogens (*Acremonium*, *Beauveria*, *Cladosporium*, *Clonostachys*, and *Paecilomyces*) and eleven known *Penicillium* species, four of which produced ochratoxin. We have also discovered fungal and bacterial endophytes in green coffee seeds. The role of endophytes in coffee tissues remains enigmatic and deserves further study.

- **ANNUAL Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, 40; INTERNATIONAL Forum on Entomopathogenic Nematodes and Symbiotic Bacteria, 1. Quebec (Canadá), Agosto 12-16, 2007. Quebec (Canadá), Society for Invertebrate Pathology, 2007.**

**GÓNGORA B., C.E.; CANO M., L.M.; ORTEGA P., M.A.; ROSERO O., L.C.; GAITÁN B., A.L. Effect of esterase over-expression on the virulence of *Beauveria bassiana* infecting the coffee berry borer.**

**ABSTRACT:** To determine the effect of the over-expression of an esterase on the virulence of the entomopathogen *Beauveria bassiana* infecting the coffee berry borer (CBB) *Hypothenemus hampei* (Ferrari), protoplasts from the high virulence strain Bb9205 and the low virulence strain Bb9024 were transformed by PEG. The vector pBarGpe1-ste1 was used for the transformations, containing the *bar* selection gene for resistance to the herbicide glufosinate-ammonium, and the esterase gene *ste1* isolated from *Metharhizium anisopliae*, under the control of the *gpdA* constitutive promoter. For PCR-positive transformants the copy-number of *ste1* was evaluated using qRT-PCR resulting in three copies for *Bb9205-ste1* and multiple insertions for the *Bb9024-ste1* transformants. The qualitative esterolytic activity was tested using tween 80 medium and indicated that Bb9205 is a low esterase producer, while no esterases could be detected in Bb9024. The transformants strains showed an increase of esterase activity with respect to the non-transformants controls. Transformed strains from *Bb9024* showed a 50% of virulence increase against CBB when compared to the non-transformed controls; however no change in virulence was observed for *Bb9205-ste1*. These results suggest that esterase production can be a limiting factor in a low-virulence background, such as the one in *Bb9024*, but that the over-expression of this gene does not influence the virulence in strains that already exhibit this enzyme activity.

**CÁRDENAS R., A.B.; VILLALBA G., D.A.; BUSTILLO P., A.E.; MONTOYA R., E.C.; GÓNGORA B., C.E. Efficacy of mixtures of *Beauveria bassiana* strains in the control of coffee berry borer, under laboratory and field conditions.**

**ABSTRACT:** Under laboratory and Colombian coffee field conditions the mortality caused by seven *Beauveria bassiana* strains and a mixture of high virulence strains and low virulence strains against the Coffee berry borer (CBB), *Hypothenemus hampei* (Ferrari) was determined. Under laboratory conditions the mortality caused by the treatments was measured by immersion of CBB in  $1 \times 10^6$  spores/ml suspension. In the field, each treatment was sprayed in plots of 25 trees with 10 repetitions. In each plot, one coffee tree and one branch with 50 coffee berries were artificially infested with 150 adult CBB. After 24 h, the infested branches were sprayed with  $1 \times 10^9$  spores/tree/treatment. Mortality of insects was evaluated 30 days after spraying. Under lab conditions the highest mortality (100%) was obtained with the mixture of low virulence strains, same results were obtained under field conditions, reaching a mortality of 66.6%. The lowest percentage of mortality in lab was 53.3% with the strain Bb9024. However in field, the lowest mortality was 53.1%, with strain Bb9020. In conclusion the mixture of low virulence strains, always produced highest mortality. Results indicate the promising potential of designing strain mixtures as an alternative to biocontrol of CBB and other pests.

- **CONGRESO Asociación Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos, 10. Pasto (Colombia), Junio 5-7, 2007. Resúmenes. Pasto (Colombia), Asociación Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos, 2007.**

**ALVARADO A., G.; MORENO G., E.; MONTOYA R., E.C. Calidad física y en taza de componentes de la variedad Castillo de *Coffea arabica* y sus derivadas regionales.**

**RESUMEN:** Castillo, es un compuesto de progenies F5 y F6 de selección del cruzamiento entre Caturra x Híbrido de Timor de *C. arabica*. Posee resistencia durable a roya, probable tolerancia a la enfermedad de las cerezas, atributos agronómicos sobresalientes, excelente calidad en taza y tamaño de grano superior al de las variedades comerciales. Selecciones por componentes de mayor productividad, permitieron la conformación de siete variedades Castillo regionales. El objetivo es demostrar que las progenies que componen la Variedad Castillo® y sus derivadas regionales, conforman grupos de similitud por los atributos de taza con los testigos tradicionales Típica, Borbón, Tabi y Caturra. La calidad fue evaluada por el panel de catación de la Oficina de Calidades de la Federación Nacional de Cafeteros, conformado por cinco catadores con experiencia internacional. El panel calificó 10 cualidades sensoriales, con una escala ordinal de 0 a 10. Para su análisis e interpretación se calculó por genotipo la frecuencia de juicios con calificación igual o superior a los grados 5,0 (calidad estándar) y 6,0 (calidad buena). Se estimó, para cada grupo (Castillo, Castillo regionales, testigos tradicionales), el promedio y su intervalo, con un coeficiente de confianza del 95% y se compararon los promedios, en cada agrupación con la prueba de Duncan, al 5%. Se pudo establecer que Castillo y sus derivadas forman grupos de similitud por sus atributos en taza, que no permiten su diferenciación con las variedades testigos. La postestratificación permitió identificar grupos de genotipos componentes de Castillo con mayor proporción de evaluaciones en los rangos superiores de la escala.

**ALVARADO A., G.; POSADA S., H.E.; CORTINA G., H.A. Variedad Castillo de *Coffea arabica*, cultivar compuesto con resistencia durable a *Hemileia vastatrix*.**

**RESUMEN:** Para esta investigación iniciada desde 1968 en Cenicafé con el objetivo de obtener variedades de *Coffea arabica* con resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*), se seleccionaron 35 progenies élite F5 y F6 del cruzamiento entre Caturra x Híbrido de Timor, evaluadas por atributos agronómicos sobresalientes, excelente calidad en taza, resistencia durable a roya y probable tolerancia a la enfermedad de las cerezas del café (CBD). Se entregó a los productores la variedad Castillo, compuesto conformado por mezcla de dichas progenies élite. En su obtención se combinó la medida de resistencia completa e incompleta a roya. También involucró la producción, características del grano y calidad de la bebida. Fue asistido con evaluaciones de laboratorio en el CIFIC de Portugal por la reacción de resistencia a *Colletotrichum kahawae*, agente causal del CBD, enfermedad aún ausente del continente americano. El método de mejoramiento permitió la liberación de variedades compuestas regionales derivadas de Castillo para ser utilizadas exclusivamente en las áreas de influencia de las Estaciones Experimentales en las cuales fueron seleccionadas por adaptación específica. Poseen el mismo fondo genético de la variedad Castillo de la cual proceden y los genotipos que las conforman fueron seleccionados porque presentaron mejor respuesta en productividad entre 10 y 18% adicionales, sin detrimento de la diversidad genética que las protege del efecto de la roya. Se liberaron siete variedades con la denominación de Castillo®, seguida del nombre de la Estación Experimental donde fueron seleccionadas: Castillo® Naranja, Castillo® El Rosario, Castillo® La Trinidad, Castillo® Santa Bárbara, Castillo® Pueblo Bello, Castillo® Paraguaquito y Castillo® El Tambo.

**ARANA R., V.A.; PÉREZ H., C.; VILLEGAS H., A.M.; POSADA S., H.E. Estudio de compuestos químicos aplicación de métodos analíticos de referencia HPLC y UV-VIS asociados a la calidad en café para la metodología NIRS.**

**RESUMEN:** La técnica de espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS), fue usada para predecir la composición química de compuestos en café verde asociados a calidad y responsables de las características sensoriales de sabor aroma y fragancia. En el estudio se desarrollaron métodos analíticos por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y espectroscopia de ultravioleta visible (UV-VIS) para el posterior desarrollo de ecuaciones de predicción para cafeína, trigonelina y ácidos clorogénicos, a partir de datos de referencia obtenidos. Para asegurar la confiabilidad y reproducibilidad de los datos de referencia se validaron estos métodos evaluando los parámetros de linealidad, precisión y exactitud. Se seleccionaron las muestras más discriminantes y representativas de una base de datos de 2.849 espectros de café verde (*C. arabica* L.) procedentes de diferentes localidades de experimentación de la zona cafetera y genotipos del Programa de Mejoramiento de Cenicafé. Se analizaron 127 muestras para cafeína y trigonelina y 82 muestras para ácidos clorogénicos. Los métodos analíticos de referencia resultaron ser lineales con coeficientes de correlación superiores a 0,99, precisos con coeficientes de variación  $\approx 1,5\%$ , para la repetibilidad y la reproducibilidad fueron  $\approx 2,0\%$  y exactos con porcentajes de recuperación superiores al 99%, los errores estándar de diferencia fueron menores de 0,25; cumpliendo así los criterios establecidos para la calibración del NIRS.

**GONZÁLEZ R., A.; MONCADA B., M. DEL P.; CRISTANCHO A., M.A. Construcción de librerías de cDna y su utilización en café.**

**RESUMEN:** Siendo el café una de las principales fuentes de ingresos económicos para los países productores, es de interés el conocimiento agronómico y molecular de esta planta, con el fin de encontrar soluciones a los problemas actuales y potenciales del cultivo. La construcción de librerías de cDNA de un tejido particular es importante, ya que permite el estudio de aquellos genes que están siendo transcritos en un momento específico. Con la secuenciación de estas librerías se obtienen secuencias expresadas (ESTs), cuyo análisis permite la identificación de genes de interés, la construcción de mapas físicos y de ligamiento y establecer los mecanismos de expresión de genes, logrando un mejor conocimiento del genoma. Además, los ESTs sirven para hacer mapeo comparativo con especies modelo, en las cuales ya se conocen las funciones de los genes, su ubicación y su estructura. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al construir librerías de cDNA de fruto de la especie *Coffea kapakata* y de pericarpio del Híbrido de Timor de la especie *Coffea arabica* y el análisis funcional de sus secuencias. Este análisis ha permitido visualizar las secuencias de genes putativos expresados en tejidos específicos de la planta de café y determinar la secuencia de genes de importancia agronómica como aquellos involucrados en resistencia a enfermedades y/o insectos.

**HERRERA P., J.C.; ALVARADO A., G.; ROMERO G., G.; TORRE C., G.E. DE LA; LASHERMES, P.** Diseño de una estrategia integrada para el estudio y caracterización de la resistencia incompleta a la roya del café (*Hemileia vastatrix*).

**RESUMEN:** La roya del café representa la enfermedad más importante que afecta a países productores de café en el mundo. Si bien Colombia posee una variedad compuesta con resistencia genética a esta enfermedad, la garantía de una resistencia durable implica una estrategia dinámica que incluye: 1. Evaluación continua de nuevos genotipos para reemplazar sistemáticamente los materiales vencidos por nuevas razas; 2. Combinación efectiva de resistencia de tipo completo e incompleto en las variedades comerciales; 3. Desarrollo de nuevas herramientas que faciliten la selección de genotipos resistentes y la acumulación progresiva de genes de resistencia en materiales avanzados. Hace algunos años se inició en Cenicafé la búsqueda y caracterización de resistencia incompleta a la roya del café en genotipos de interés. La estrategia general supone el seguimiento y evaluación constante de la resistencia en el campo con el fin de seleccionar materiales de interés para el programa de mejoramiento. Con el reciente desarrollo y adaptación de métodos de análisis molecular para café, se inició un estudio para establecer las bases genéticas y moleculares de esta resistencia. Se plantearon tres líneas de investigación complementarias: 1. El estudio del determinismo genético de la resistencia incompleta, a través del análisis fenotípico de los materiales en el campo; 2. La búsqueda y caracterización, a nivel molecular, de las secuencias genómicas implicadas en la resistencia incompleta; 3. La búsqueda y validación de marcadores moleculares ligados a la respuesta de resistencia. En esta presentación se mostrarán algunos resultados y sus perspectivas de aplicación a mediano y largo plazo.

**IDÁRRAGA O., S.M.; GAITÁN B., A.L.; RIVERA S., L.F.; CRISTANCHO A., M.A.; GÓNGORA B., C.E.** Análisis comparativo de transcritos entre *Coffea liberica* y *C. arabica* var *Caturra* infestadas con la broca del café.

**RESUMEN:** Dentro del género *Coffea* no se han identificado a la fecha fuentes importantes de resistencia contra la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae), la plaga más importante del cultivo, excepto por algún nivel de antibiosis observado en *C. liberica*. Para caracterizar la interacción café-broca en este genotipo, se construyeron dos librerías de ESTs a partir del RNA total de frutos de *C. liberica* y el susceptible *C. arabica*, infestados artificialmente con broca por 24 horas. Con 3.072 clones secuenciados por librería se generó una base de unigenes, ensamblando todas las secuencias con CAP3 y obteniéndose 2.014 singletons y 531 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 80% de los unigenes y éstos se anotaron con BLASTn, BLASTx e InterproScan. Descartando las secuencias ribosomales, en el 50% de los casos se encontraron similitudes significativas con proteínas conocidas. En total, 632 proteínas diferentes fueron agrupadas en 59 categorías funcionales. En particular, 26 genes se asociaron a mantenimiento celular y 33 a respuestas a estrés. La mayor expresión relativa se obtuvo en *C. arabica* con proteínas involucradas en desarrollo de semilla, glicólisis y fotoinducción, mientras que para *C. liberica* correspondió a proteínas de defensa, quitinasas y 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.

**MONCADA B., M. DEL P.; LÓPEZ G., G.A.; MONTOYA C., J.C.; ZÁRATE N., L.A.; GONZÁLEZ R., A. Mapas genéticos y su utilización en mejoramiento de *Coffea* spp.**

**RESUMEN:** El mejoramiento genético busca desarrollar variedades mejoradas en respuesta a problemas específicos. En cultivos perennes, como el café, la obtención de variedades mejoradas es un proceso lento y costoso que requiere 4-5 generaciones, lo cual implica alrededor de 20-25 años. Los mapas genéticos basados en marcadores moleculares, son de gran utilidad para determinar la herencia de caracteres agronómicos de importancia, para conocer el número y localización de genes que influyen en un carácter, el efecto del número de copias en el genoma en la expresión de un carácter, para estudiar la transmisión de genes específicos o partes del genoma de progenitores a progenies, para clonar genes de importancia con base en sus efectos en el fenotipo, sin requerir conocimiento de sus funciones específicas. La información generada con la ayuda de un mapa genético es útil en el mejoramiento al permitir la selección precoz por caracteres cuantitativos de interés agronómico, la selección indirecta para características de difícil evaluación, introgresión de características por retrocruzamiento asistido por marcadores, predicción de fenotipos, etc. En café, la información generada con la ayuda de un mapa genético permite, la selección temprana por caracteres cuantitativos de interés agronómico altamente influenciados por el ambiente y además, su manipulación individual durante los procedimientos de selección y recombinación genética. También es importante encontrar marcadores moleculares asociados a caracteres morfológicos con valor agronómico, tales como altura de la planta, vaneamiento, tamaño del fruto, etc. En este trabajo se presentan los avances en mapeo genético en café para el análisis de caracteres cuantitativos de interés.

**MONTOYA C., J.C.; MONCADA B., M. DEL P.; CRISTANCHO A., M.A. Marcadores microsatélites y su utilización en mapeo de *Coffea arabica*.**

**RESUMEN:** Uno de los requisitos básicos para la construcción del mapa genético de *C. arabica*, es el de contar con un número suficiente de marcadores moleculares polimórficos. Estudios preliminares han mostrado un bajo polimorfismo en esta especie, por lo que ha sido necesario desarrollar diferentes estrategias para incrementar su nivel. Entre ellas se destacan el desarrollo y evaluación de diferentes tipos de marcadores moleculares como EST's (Expressed Sequence Tagged), COS (Conserved Ortholog Set), SSCP's (Single Strand Conformation Polymorphism), SNP's (Single Nucleotide Polymorphism) y SSR's (Simple Sequence Repeats). Los SSR o microsatélites, son unidades cortas de 1 a 6 repeticiones en tandem de un motivo corto de DNA, de naturaleza codominante y distribución amplia por todo el genoma, que han hecho de éstos una herramienta muy popular y confiable en diversos trabajos de investigación genética y molecular. Para el desarrollo de marcadores SSR, se han analizado más de 80.000 secuencias (genómicas, EST y de librerías BAC), de café en búsqueda de microsatélites, encontrándose un total de 4.686 secuencias que contienen SSRs, entre las cuales 3.353 son de origen genómico y las restantes 1.333 de cDNA. El análisis de las secuencias permitió determinar los tipos de repeticiones mono, di, tri, tetra, penta y hexanucleótidos, destacándose los dinucleótidos con un 57,3 % del total, seguido por los trinucleótidos con un 25,6 %. Los motivos más frecuentes han sido AT y GA para los dinucleótidos, mientras que para los trinucleótidos los motivos más frecuentes son GAA y TTC. Para los 4.686 SSR, se diseñaron y sintetizaron *primers* y se evaluaron en los progenitores de la población de mapeo (Caturra x Etiopía 910). En este trabajo se presentan los resultados de los análisis de los marcadores polimórficos en esta población tetraploide. Se concluyó que los marcadores con motivos dinucleótidos, fueron los más polimórficos y como era de esperarse, los provenientes de DNA genómico presentaron mayor polimorfismo.

**PÉREZ H., C.; VILLEGAS H., A.M.; ARANA R., V.A.; POSADA S., H.E. Desarrollo de ecuaciones de predicción para compuestos químicos asociados a la calidad del café usando la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS).**

**RESUMEN:** La calidad final del café está determinada por su composición química, la cual depende de la especie, la variedad, las prácticas agronómicas, el grado de madurez, la localidad, el almacenamiento y las interacciones. Con la técnica NIRS se puede estimar el contenido de compuestos químicos asociados a calidad a partir del empleo de ecuaciones de predicción basados en el análisis de referencia y la combinación de una base de espectros. El objetivo del trabajo fue desarrollar calibraciones para los compuestos cafeína, trigonelina y ácidos clorogénicos en café verde. Se tomaron 2.849 espectros utilizando un equipo NIRS (FOSS NIRS SYSTEM 6500) con lecturas de absorbancia de 400 a 2.500 nm. Las muestras de café verde procedían de diferentes experimentos sembrado en cinco localidades de la zona cafetera colombiana y muestras de la Colección Colombiana de Café. Con los datos de referencia de 127 muestras se desarrollaron ecuaciones de calibración con diferentes tratamientos matemáticos, usando los cuadrados mínimos parciales modificados (MPLS), el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el error estándar de calibración (ESC). Para cafeína y trigonelina el tratamiento matemático fue 2, 8, 4 y para ácidos clorogénicos fue 4,4,1. El  $R^2$  de las ecuaciones de regresión obtenidas para cafeína, trigonelina y ácidos clorogénicos fue de 0,95; 0,86 y 0,85 respectivamente. Los ESC fueron inferiores a 1,5 veces el error estándar de laboratorio ( $\frac{3}{4}0,5$ ). Por tanto las ecuaciones desarrolladas a partir de los espectros NIRS y los análisis de referencia son adecuadas para predecir compuestos químicos en café verde.

**POSADA S., H.E.; ALVARADO A., G.; CORTINA G., H.A. Variedades compuestas de café de uso regional.**

**RESUMEN:** Cenicafé ha desarrollado variedades de adaptación general con resistencia a roya a partir del cruzamiento de Caturra x el Híbrido de Timor, este último poseedor de resistencia completa e incompleta a la roya del cafeto y a otras enfermedades limitantes de la producción. Recientemente, Cenicafé liberó 6 variedades regionales de tipo compuesto con resistencia a la roya y probable tolerancia a la enfermedad de las cerezas (CBD) en 50% de sus componentes. En su obtención se seleccionaron las líneas más productivos y estables en los ambientes donde se condujo la evaluación regional, eliminándose líneas inestables y de baja productividad. El incremento en productividad varía entre 9,1% en la zona del Líbano (Tolima), y 17,9% en Sasaima (Cundinamarca). Cada variedad regional se conformó para áreas representativas de las diferentes zonas según sus condiciones climáticas, de suelos y relieve, que reciben la denominación de ecotopos cafeteros. Criterios adicionales en su conformación fueron el porte bajo y fenotipo compatible en las mezclas de las progenies, tamaño de grano y calidad en taza similares o superiores a las variedades tradicionalmente cultivadas. En relación con la roya se mantiene la diversidad genética como estrategia de control a partir del conocimiento de la dinámica de la enfermedad después de 23 años en presencia de roya en las diferentes regiones y los resultados de muestreos periódicos para detectar la presencia de la enfermedad en lotes comerciales sembrados con variedades resistentes a dicha enfermedad.

**POSADA S., H.E.; GARCÍA B., F.A.; PINEDA T., R.P.; GALLEGO A., D. Estudio de líneas avanzadas de café por análisis molecular y espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS).**

**RESUMEN:** Los programas de mejoramiento de café se han enfocado en la transferencia de factores de resistencia a enfermedades, principalmente resistencia a roya, a partir de la introgresión de genes de resistencia de *C. canephora*, vía Híbrido de Timor (H. de T.). El mejoramiento de líneas de café con resistencia a roya sin afectar la calidad de la bebida debe continuar siendo un paso esencial en el mejoramiento de variedades. Líneas avanzadas F5, del programa de mejoramiento de Cenicafé,

derivadas del cruce de Caturra x H. de T. fueron estudiadas por su nivel de introgresión empleando marcadores moleculares AFLPs, mientras análisis bioquímicos por espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIRS) fueron realizados en muestras de café verde de estas mismas líneas. Las matrices de distancias genéticas basadas en los datos de AFLPs o NIRs fueron comparadas. El análisis NIRs resultó ser importante para detectar modificaciones bioquímicas asociadas al perfil de introgresión. Adicionalmente, las distancias entre genotipos, determinada a partir del espectro NIRs, resultó ser muy consistente cuando fue comparado con la información de pedigrí de las líneas y con la matriz de distancias genéticas basada en los marcadores de AFLPs. Los resultados también sugieren una estabilidad entre ambientes para las relaciones entre líneas usando las distancias del espectro NIRs.

---

**POSADA S., H.E.; PÉREZ H., C.; VILLEGAS H., A.M.; ARANA R., V.A. Determinación de perfiles químicos asociados a la calidad en el café colombiano mediante análisis NIRS.**

**RESUMEN:** La calidad del café es el resultado de efectos ambientales, del genotipo y su interacción; poco se conoce de la contribución específica de cada uno de ellos a las características químicas del grano y a la calidad final en taza. Los análisis se han enfocado en el uso de descriptores sensoriales, sin embargo, su uso es solo una aproximación al entendimiento de una característica compleja de evaluar. La Espectroscopia en la región de Infrarrojo Cercano (NIRS) ha sido propuesta como un método indirecto, rápido, no destructivo, que permite predecir propiedades físicas y químicas en materias de productos agrícolas. En café la técnica NIRS ha sido usada para estudiar contenidos bioquímicos, autenticación de variedades de café y estudios de origen. Cenicafe implementó el análisis NIRS para estudiar la composición química del café verde en compuestos químicos asociados a la calidad en taza. Los primeros trabajos tienen como objetivo contribuir al conocimiento general del efecto ambiental, en la expresión del perfil químico de progenies F5 de Caturra x Híbrido de Timor y a estudios de caracterización de la variabilidad en introducciones de la Colección Colombiana de Café (CCC). En el primer caso los análisis han mostrado diferencias entre las localidades con porcentajes de clasificación desde el 78 al 100%. La predicción de los compuestos químicos en la CCC presentó valores entre 0,94% a 2,2% para cafeína, 0,53% a 1,74% para trigonelina y 4,44% a 9,52% para ácidos clorogénicos.

---

**RANGEL L., M.P.; PADILLA H., B.E.; VELÁSQUEZ A., C.; ACUÑA Z., J.R. Evaluación de genes de selección positiva en experimentos de transformación genética con *Nicotiana benthamiana*.**

**RESUMEN:** La liberación de cultivos transgénicos ha suscitado debates acerca de los riesgos que pueden representar estos cultivos para la salud humana y el ambiente. Uno de los principales problemas tiene que ver con el uso de marcadores de selección. Hasta la fecha todos los cultivos transgénicos comercializados tienen genes marcadores de selección negativa, son genes que confieren resistencia a antibióticos o herbicidas, lo que ha generado preocupación acerca del riesgo potencial para la salud humana y el ambiente. En este trabajo se construyó un vector de transformación que incluye el gen de la deoxiglucosa 6-fosfato fosfatasa (DOGR), el cual permitió el uso de la 2-deoxiglucosa como agente de selección positiva. Este vector incluye además el gen reportero que codifica la enzima glucuronidasa (gus) bajo el control del promotor constitutivo 35S y se denominó pC2301/DOGR. El vector se introdujo en una cepa de *Agrobacterium tumefaciens*, la cual se usó para la transformación genética de tabaco (*Nicotiana benthamiana*) mediante cocultivo con *Agrobacterium*. Los explantes transformados se seleccionaron en el medio de regeneración con 2-deoxiglucosa, una vez se produjeron plántulas, éstas se transfirieron al medio con 2-deoxiglucosa. Se obtuvieron 16 plántulas transgénicas de tabaco que, mediante PCR, se les comprobó la presencia del gen DOGR. Adicionalmente, a las plántulas obtenidas de la transformación se les realizó la prueba histoquímica que comprueba la expresión del gen gus. Los resultados demuestran que esta estrategia tiene gran potencial de desplazar a los sistemas de selección negativa, ya que atiende los aspectos de bioseguridad y percepción pública.

**ROMERO G., G.; ALVARADO A., G.; HERRERA P., J.C.; LIGARRETO, G.A. Herencia de la resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix*.**

**RESUMEN:** Evaluaciones en el campo en períodos con condiciones favorables a epidemias severas de *Hemileia vastatrix*, indican la presencia de resistencia incompleta con efecto dilatorio en el inicio de la enfermedad en genotipos de Caturra x Híbrido de Timor (C x H.T.) en comparación con genotipos susceptibles. Los objetivos del presente trabajo fueron: 1. Estudiar el determinismo genético de la herencia de la resistencia incompleta a *H. vastatrix* observada en progenies de C x H.T.; 2. Establecer la presencia de secuencias análogas a genes de resistencia en esos genotipos con resistencia incompleta, mediante la estrategia de genes candidatos. Para el estudio del determinismo genético se creó una población de nueve generaciones: P1, P2, F1, F2, F3, RC1, RC2, RC11, RC22 derivadas de C x H.T., sembrada bajo diseño completamente aleatorio. Se analizaron la defoliación e incidencia de roya y se hizo estimación de varianzas por el método de medias generacionales bajo un modelo aditivo - dominante. Los análisis de varianza encontraron diferencias significativas entre generaciones, los parentales tendieron a ubicarse en los extremos de la distribución poblacional. El efecto genético más importante fue el aditivo. Para la búsqueda de genes de resistencia candidatos se usaron 14 combinaciones de *primers* degenerados, diseñados a partir de la secuencia conocida de genes de resistencia de otras especies de plantas y dos específicos de café. Siete combinaciones amplificaron bandas únicas, tanto en el padre resistente (línea introgresada), como en el padre susceptible (Caturra). Estas bandas únicas fueron clonadas y secuenciadas. Las secuencias obtenidas se usan para establecer su homología con genes de resistencia y analizar diferencias a nivel nucleotídico entre genotipos resistentes y susceptibles.

**ROMERO, J.V.; CORTINA G., H.A.; MONCADA B., M. DEL P. Evaluación de germoplasma etíope de café por resistencia a *Hypothenemus hampei* (Ferrari).**

**RESUMEN:** Con el fin de identificar fuentes de resistencia a *Hypothenemus hampei*, se evaluaron 30 introducciones etíopes de *Coffea arabica* L., en condiciones controladas ( $26^{\circ}\text{C} \pm 1$ ;  $75\% \pm 5$  H.R.). Se realizaron 12 experimentos divididos en dos sistemas de cría: en el primero se usó una cohorte de brocas criadas en la variedad susceptible Caturra y en el segundo criadas en la misma introducción que se iba a evaluar. En cada experimento se compararon 5 introducciones con el testigo Caturra, bajo un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, la unidad experimental fue un vial con un grano de café pergamino (45% de humedad), infestado por una hembra. Cada siete días, hasta los 35, se contó el número de individuos por grano y se seleccionaron aquellas cuyos intervalos de confianza para la media ( $p=0,95$ ) fueran inferiores al testigo, en los dos sistemas de cría. En promedio el número de individuos en Caturra fue de  $30,7 \pm 3,2$  y  $40,9 \pm 6,1$ , a los 28 y 35 días después de infestación (DDI), respectivamente. Las mejores introducciones CCC157, CCC183, CCC217, CCC350, CCC395 y CCC474, presentaron diferencias consistentes durante los experimentos, especialmente en las últimas evaluaciones, encontrándose diferencias en el primer sistema de cría de entre 34 y 37% a los 28 DDI y entre 39 y 51% a los 35. Para las crías en la misma introducción, esas diferencias fluctuaron entre 30 y 48% y entre 29 y 60% para los 28 y 35 DDI, respectivamente, por lo cual son seleccionadas para realizar tablas de vida del insecto, evaluación que permitirá confirmar estos resultados.

**ROMERO G., G.; ALVARADO A., G.; HERRERA P., J.C.; LIGARRETO, G.A. Herencia de la resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix*.**

**RESUMEN:** Evaluaciones en el campo en períodos con condiciones favorables a epidemias severas de *Hemileia vastatrix*, indican la presencia de resistencia incompleta con efecto dilatorio en el inicio de la enfermedad en genotipos de Caturra x Híbrido de Timor (C x H.T.) en comparación con genotipos susceptibles. Los objetivos del presente trabajo fueron: 1. Estudiar el determinismo genético de la herencia de la resistencia incompleta a *H. vastatrix* observada en progenies de C x H.T.; 2. Establecer la presencia de secuencias análogas a genes de resistencia en esos genotipos con resistencia incompleta, mediante la estrategia de genes candidatos. Para el estudio del determinismo genético se creó una población de nueve generaciones: P1, P2, F1, F2, F3, RC1, RC2, RC11, RC22 derivadas de C x H.T., sembrada bajo diseño completamente aleatorio. Se analizaron la defoliación e incidencia de roya y se hizo estimación de varianzas por el método de medias generacionales bajo un modelo aditivo - dominante. Los análisis de varianza encontraron diferencias significativas entre generaciones, los parentales tendieron a ubicarse en los extremos de la distribución poblacional. El efecto genético más importante fue el aditivo. Para la búsqueda de genes de resistencia candidatos se usaron 14 combinaciones de *primers* degenerados, diseñados a partir de la secuencia conocida de genes de resistencia de otras especies de plantas y dos específicos de café. Siete combinaciones amplificaron bandas únicas, tanto en el padre resistente (línea introgresada), como en el padre susceptible (Caturra). Estas bandas únicas fueron clonadas y secuenciadas. Las secuencias obtenidas se usan para establecer su homología con genes de resistencia y analizar diferencias a nivel nucleotídico entre genotipos resistentes y susceptibles.

**ROMERO, J.V.; CORTINA G., H.A.; MONCADA B., M. DEL P. Evaluación de germoplasma etíope de café por resistencia a *Hypothenemus hampei* (Ferrari).**

**RESUMEN:** Con el fin de identificar fuentes de resistencia a *Hypothenemus hampei*, se evaluaron 30 introducciones etíopes de *Coffea arabica* L., en condiciones controladas ( $26^{\circ}\text{C} \pm 1$ ;  $75\% \pm 5$  H.R.). Se realizaron 12 experimentos divididos en dos sistemas de cría: en el primero se usó una cohorte de brocas criadas en la variedad susceptible Caturra y en el segundo criadas en la misma introducción que se iba a evaluar. En cada experimento se compararon 5 introducciones con el testigo Caturra, bajo un diseño completamente al azar con 10 repeticiones, la unidad experimental fue un vial con un grano de café pergamino (45% de humedad), infestado por una hembra. Cada siete días, hasta los 35, se contó el número de individuos por grano y se seleccionaron aquellas cuyos intervalos de confianza para la media ( $p=0,95$ ) fueran inferiores al testigo, en los dos sistemas de cría. En promedio el número de individuos en Caturra fue de  $30,7 \pm 3,2$  y  $40,9 \pm 6,1$ , a los 28 y 35 días después de infestación (DDI), respectivamente. Las mejores introducciones CCC157, CCC183, CCC217, CCC350, CCC395 y CCC474, presentaron diferencias consistentes durante los experimentos, especialmente en las últimas evaluaciones, encontrándose diferencias en el primer sistema de cría de entre 34 y 37% a los 28 DDI y entre 39 y 51% a los 35. Para las crías en la misma introducción, esas diferencias fluctuaron entre 30 y 48% y entre 29 y 60% para los 28 y 35 DDI, respectivamente, por lo cual son seleccionadas para realizar tablas de vida del insecto, evaluación que permitirá confirmar estos resultados.

**GALEANO V., N.F.; CADAVID O., M.; GONZÁLEZ A., A.; CORTINA G., E.A.; GAITÁN B., A.L.**  
**Aspectos estructurales de la genómica de la resistencia a enfermedades en café.**

La baja diversidad genética entre las variedades cultivadas de *Coffea arabica* es un problema de fondo en los programas de mejoramiento interesados en aumentar la resistencia a enfermedades. Para caracterizar el juego de genes de resistencia (Genes R) presentes en *Coffea* spp. los dominios NBS fueron amplificados de una población silvestre y de accesiones cultivadas del tetraploide *C. arabica* como también de las especies diploides *C. canephora*, *C. eugenioides* y *C. congensis*. *Primers* específicos para los motivos conservados P-loop y GLPLAL de las nueve familias previamente identificadas en café y para secuencias obtenidas del Híbrido de Timor fueron diseñados. Dentro de los genotipos estudiados, no se observaron polimorfismos significativos en tamaño en electroforesis de poliacrilamida, mientras que 334 secuencias únicas fueron recuperadas de librerías específicas de familia. Secuencias traducidas examinadas con InterproScan confirmaron la presencia del dominio NB-ARC. Análisis con MKDom y Clustal W indicaron niveles significativos de diversidad entre y dentro de los NBSs de cada familia y una nueva familia (J) fue identificada. La familia H mostró la mayor similitud con el dominio ancestral NB-ARC, mientras las familias C y E fueron las más relacionadas dentro del género. Los fragmentos de *Coffea* comparados con 771 secuencias de NBS de otras especies se agruparon con miembros de la subclase Asteridae: Lamiids, aunque agrupamientos con monocotiledóneas también ocurrieron, así como divergencia entre los órdenes Gentianales (Rubiaceae) y Solanales (Solanaceae). La conservación de arquitecturas familiares dentro de los genotipos soporta la naturaleza funcional de la diversidad observada y sugiere un número discreto de interacciones NBS-proteínas en las vías de señalización de la respuesta a enfermedades en café.

- **CONGRESO Colombiano de Ingeniería Agrícola y Ciencias Afines, 10. Neiva (Colombia), Noviembre 1-4, 2006. Neiva (Colombia), Universidad Surcolombiana, 2006.**

**ÁLVAREZ V., J.A.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; MORENO C., E.L.**  
**Evaluación técnico económica de un sistema de cosecha manual asistida del café. ING 0154.**

**RESUMEN:** Se evaluó un equipo portátil, denominado IMFRA 3 VDC, diseñado en Cenicafé por Oliveros *et al.* (2005) para asistir la cosecha manual del café. El equipo accionado por un motor DC permite desprender frutos maduros en forma individual o masivamente al impactarlos directamente y/o aplicar vibraciones a las ramas. Los ensayos se realizaron en los pases de mayor flujo, denominados "picos", en la cosecha principal de los municipios de Sasaima y San Francisco de Sales (Cundinamarca) en el 2005 y 2006, y en el municipio de Concordia (Antioquia) en la cosecha principal del 2005. En Sasaima y San Francisco se trabajó en 3.779 árboles en fincas con cafetales de 3ª cosecha, sembrados a 1,2 m x 1,2 m con variedades Colombia y Caturra, en terrenos con pendiente de hasta el 100%. En Concordia se trabajó en 1.519 árboles en dos fincas en cafetales sembrados con variedad Colombia, con distancias de 1,5 m x 1,5 m de tercera cosecha, en terrenos con pendiente del 10% al 80%. Para recoger los frutos desprendidos con IMFRA 3 VDC se utilizaron mallas plásticas, conocidas comercialmente como "sarán", a las cuales se colocó una cinta de velcro en sus bordes con el fin de lograr buen sellamiento de las calles y reducir las pérdidas de frutos. Se desarrolló un método sencillo que permitió medir la calidad de recolección en línea y, con recomendaciones a los operarios durante la jornada, obtener la calidad final esperada. Los mejores resultados se obtuvieron cuando los lotes presentaron carga y concentración de frutos maduros superiores a 0,6 kg/árbol y 60% respectivamente. En estas condiciones se logró cosechar con menos de 4% de frutos inmaduros en la masa cosechada, rendimiento máximo de 35 kg/h y reducción en el costo unitario entre 8,8% y 47%. No se presentaron fallas mecánicas durante los ensayos con IMFRA 3 VDC.

**GALEANO V., N.F.; CADAVID O., M.; GONZÁLEZ A., A.; CORTINA G., E.A.; GAITÁN B., A.L.**  
**Aspectos estructurales de la genómica de la resistencia a enfermedades en café.**

La baja diversidad genética entre las variedades cultivadas de *Coffea arabica* es un problema de fondo en los programas de mejoramiento interesados en aumentar la resistencia a enfermedades. Para caracterizar el juego de genes de resistencia (Genes R) presentes en *Coffea* spp. los dominios NBS fueron amplificados de una población silvestre y de accesiones cultivadas del tetraploide *C. arabica* como también de las especies diploides *C. canephora*, *C. eugenioides* y *C. congensis*. *Primers* específicos para los motivos conservados P-loop y GLPLAL de las nueve familias previamente identificadas en café y para secuencias obtenidas del Híbrido de Timor fueron diseñados. Dentro de los genotipos estudiados, no se observaron polimorfismos significativos en tamaño en electroforesis de poliacrilamida, mientras que 334 secuencias únicas fueron recuperadas de librerías específicas de familia. Secuencias traducidas examinadas con InterProScan confirmaron la presencia del dominio NB-ARC. Análisis con MKDom y Clustal W indicaron niveles significativos de diversidad entre y dentro de los NBSs de cada familia y una nueva familia (J) fue identificada. La familia H mostró la mayor similitud con el dominio ancestral NB-ARC, mientras las familias C y E fueron las más relacionadas dentro del género. Los fragmentos de *Coffea* comparados con 771 secuencias de NBS de otras especies se agruparon con miembros de la subclase Asteridae: Lamiids, aunque agrupamientos con monocotiledóneas también ocurrieron, así como divergencia entre los órdenes Gentianales (Rubiaceae) y Solanales (Solanaceae). La conservación de arquitecturas familiares dentro de los genotipos soporta la naturaleza funcional de la diversidad observada y sugiere un número discreto de interacciones NBS-proteínas en las vías de señalización de la respuesta a enfermedades en café.

- **CONGRESO Colombiano de Ingeniería Agrícola y Ciencias Afines, 10. Neiva (Colombia), Noviembre 1-4, 2006. Neiva (Colombia), Universidad Surcolombiana, 2006.**

**ÁLVAREZ V., J.A.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; MORENO C., E.L.**  
**Evaluación técnico económica de un sistema de cosecha manual asistida del café. ING 0154.**

**RESUMEN:** Se evaluó un equipo portátil, denominado IMFRA 3 VDC, diseñado en Cenicafé por Oliveros et al. (2005) para asistir la cosecha manual del café. El equipo accionado por un motor DC permite desprender frutos maduros en forma individual o masivamente al impactarlos directamente y/o aplicar vibraciones a las ramas. Los ensayos se realizaron en los pases de mayor flujo, denominados "picos", en la cosecha principal de los municipios de Sasaima y San Francisco de Sales (Cundinamarca) en el 2005 y 2006, y en el municipio de Concordia (Antioquia) en la cosecha principal del 2005. En Sasaima y San Francisco se trabajó en 3.779 árboles en fincas con cafetales de 3ª cosecha, sembrados a 1,2 m x 1,2 m con variedades Colombia y Caturra, en terrenos con pendiente de hasta el 100%. En Concordia se trabajó en 1.519 árboles en dos fincas en cafetales sembrados con variedad Colombia, con distancias de 1,5 m x 1,5 m de tercera cosecha, en terrenos con pendiente del 10% al 80%. Para recoger los frutos desprendidos con IMFRA 3 VDC se utilizaron mallas plásticas, conocidas comercialmente como "sarán", a las cuales se colocó una cinta de velcro en sus bordes con el fin de lograr buen sellamiento de las calles y reducir las pérdidas de frutos. Se desarrolló un método sencillo que permitió medir la calidad de recolección en línea y, con recomendaciones a los operarios durante la jornada, obtener la calidad final esperada. Los mejores resultados se obtuvieron cuando los lotes presentaron carga y concentración de frutos maduros superiores a 0,6 kg/árbol y 60% respectivamente. En estas condiciones se logró cosechar con menos de 4% de frutos inmaduros en la masa cosechada, rendimiento máximo de 35 kg/h y reducción en el costo unitario entre 8,8% y 47%. No se presentaron fallas mecánicas durante los ensayos con IMFRA 3 VDC.

**RAMÍREZ G., C.A.; ÁLVAREZ V., J.A.; OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R. Evaluación de una herramienta para la cosecha del café "Descafé III".**

**RESUMEN:** En la cosecha manual de café los recolectores sujetan los frutos maduros con los dedos índice y pulgar y los giran para desprenderlos. De esta forma utilizan menos fuerza que a tracción pura (menos del 20% de acuerdo a estudios realizados en Cenicafé). Basados en este principio "natural" de desprendimiento de frutos maduros, se diseñó un prototipo portátil, con el cual se aplican momentos flectores y torsores a los frutos de mayor tamaño presentes en los racimos, utilizando piñones de caucho espumado colocados en tres ejes de acero, dos de los cuales giran en el mismo sentido. El dispositivo "desgrana" los nudos con frutos, desprendiendo principalmente los maduros. Por esta característica el equipo se denomina DESCAFE (DESgranador de frutos de CAFÉ). Se realizaron pruebas en el laboratorio con el equipo "XSENSOR" que permitieron medir la presión y el área de contacto entre dos superficies. La fuerza de impacto de 4,34 N, indica que está por debajo de la fuerza necesaria para desprender frutos maduros e inmaduros a tracción, lo que indica que los frutos son desprendidos por acumulación de ciclos con alta probabilidad de ser selectivos, ya que los frutos maduros requieren menor número de ciclos para desprenderse. Adicionalmente se midió el consumo de corriente de un minimotor DC de 150W acoplado a la herramienta, a diferentes velocidades de rotación del minimotor (1.350, 1.000 y 700 rpm). La carga fue proporcionada por el número de cauchos que actuaban sobre la rama de café (1, 2 y 3 piñones de caucho por eje). Los resultados obtenidos indicaron que el mejor funcionamiento de la herramienta se logró a 1.000 rpm y con dos piñones de caucho por eje. Los ensayos de campo se realizaron en los municipios de Sasaima (Cundinamarca en los años 2005-2006) y en el municipio de Concordia (Antioquia en el 2005) en las cosechas principales de cada región. En Sasaima se realizaron pruebas en lotes sembrados con café variedad Colombia, de 3º y 4º cosecha, con distancias de siembra entre 1,2 m - 1,4 m y pendientes de hasta 90%. En Concordia se trabajó en cafetales sembrados con variedad Colombia de 3º cosecha, con distancia de siembra de 1,5 m x 1,5 m, en terreno con pendiente de hasta 80%. La carga de frutos maduros osciló entre 0,545 g/ árbol y 1.742 g/ árbol, entre tanto la concentración de frutos maduros osciló entre 55,7% y 68,1%. Se logró cosechar café con menos del 5% de frutos inmaduros en la masa cosechada, el valor máximo del rendimiento operativo fue de 24,6 kg/cc/hora, con eficacias superiores al 90% y pérdidas por debajo de 5 frutos por sitio, en cafetales con cargas y concentraciones altas (800 gramos de frutos cosechables y 60% de maduración). Se obtuvieron disminuciones del costo unitario de recolección entre el 5% y 25%, demostrando la viabilidad de la tecnología DESCAFE III, para la reducción de los costos de producción de los caficultores colombianos.

**RAMOS G., P.J.; VALDES, C.; GÓMEZ G., E.O.; SANZ U., J.R.; SOLARTE, E. Características espectrales de la luz reflejada por frutos de café *Coffea arabica*.**

**RESUMEN:** Con el propósito de disponer de información espectral para el diseño de sistemas automáticos de visión artificial o de respuesta de color, aplicables a la agroindustria cafetera, se realizó un estudio preliminar del espectro de la luz reflejada por frutos de café en diferentes estados de desarrollo. En este trabajo se presentan los espectros normalizados de la luz reflejada por cerezas de café para diferentes estados de maduración, observando que típicamente, los espectros de los frutos verdes presentan picos máximos entre 560 nm y 610 nm y los maduros entre 610 nm y 650 nm. De otro lado, se observó que los frutos verdes y pintones presentaron picos de fluorescencia cerca de los 685 nm mientras los maduros, sobremaduros y secos no lo hicieron.

**SANZ U., J.R.; OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A. Cosecha mecanizada de café de alta capacidad.**

**RESUMEN:** En Cenicafé se han hecho esfuerzos para desarrollar equipos de alta capacidad basados en los desarrollos brasileños y en desarrollos para frutos similares al café. Se han ensayado los sistemas continuos donde los agitadores son uno o dos ejes con dedos y los golpeadores pivotantes. También se han ensayado sistemas intermitentes para vibrar los árboles desde el tronco. Aunque los resultados obtenidos hasta el momento no han cumplido con los requisitos de calidad colombianos, se han quemado etapas fundamentales que sirven de base para el desarrollo futuro de máquinas de alta capacidad para las condiciones particulares de nuestra caficultura. Los esfuerzos en mecanización de la cosecha de café de alta capacidad son de gran importancia para la reducción sustantiva de los costos de producción de café.

---

■ **CONGRESO Colombiano de la Ciencia del Suelo, 13. Bogotá (Colombia), Octubre 4-6, 2006. Memorias. Bogotá (Colombia), Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2006.**

---

**DÍAZ M., C.; SADEGHIAN K., S. Efecto del encalamiento sobre el crecimiento de las plantas de café en la etapa de almácigo en algunos suelos de la zona cafetera colombiana.**

**RESUMEN:** El objetivo del experimento fue determinar el efecto del encalamiento con Cal Agrícola (CA) y Abono Paz del Río (APR) sobre algunas propiedades químicas del suelo y el crecimiento de las plantas de café en la etapa de almácigo. Se utilizaron cinco suelos de la zona cafetera colombiana contrastantes en su acidez; provenientes de cinco localidades E.C Naranjal (Caldas), Subestación Experimental El Rosario (Antioquia), Subestación Experimental Paraguaicito (Quindío), Subestación Experimental Santander (Santander) y Finca cafetera en Jamundí (Valle del Cauca). A cada tipo de suelo se le aplicaron 20 tratamientos, diez con lombricompostado (MO) y diez sin él; a cada nivel de MO se le adicionaron cuatro dosis de CaO (1,19- 2,38 - 4,76 y 9,52 g por bolsa de almácigo); adicionalmente por cada nivel de MO se tuvieron dos testigos (testigo absoluto -TA y testigo relativo - TR), el primero sin aplicación de CaO y P y el segundo sin aplicación de CaO pero con DAP (2 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> al segundo y cuarto mes). Cada tratamiento contó con 15 repeticiones que fueron organizadas en un diseño completamente aleatorio. Pasados siete meses después de la aplicación de los tratamientos se evaluaron los niveles de pH, Ca y P en el suelo, además de medir el peso seco (PS) de las plantas. Los resultados mostraron que el encalamiento con ambas fuentes aumenta el pH y el calcio en todos los suelos; igualmente se acrecentaron los contenidos de P al utilizar el APR. El encalamiento incrementó el PS de las plantas sembradas en los suelos de Jamundí y El Rosario, las cuales exhibieron un mayor grado de acidez inicial; en los demás suelos no se presentó efecto del mismo. La aplicación de DAP (para ambos niveles de MO) benefició el PS de las plantas en los suelos de Jamundí, Naranjal y Paraguaicito; en el suelo de El Rosario sin MO la aplicación de DAP también incrementó el PS y en el suelo de Santander hubo efecto positivo de la combinación de lombricompostado y DAP sobre el incremento en esta variable. El APR incrementó el PS de las plantas encontradas en los suelos de Naranjal y Paraguaicito; en los suelos de Jamundí y Santander esta fuente sólo benefició el PS cuando el suelo no tenía lombricompostado. En todos los suelos a excepción de Naranjal, la aplicación de lombricompostado incrementó el crecimiento de las plantas.

**LEAL V., L.A.; SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN K., S. Volatilización del nitrógeno en dos suelos de la zona cafetera.**

La volatilización de nitrógeno (N) en forma de amoníaco que ocurre cuando la urea se aplica superficialmente y no se incorpora al suelo, depende de diversos factores como el clima, el suelo y el manejo del fertilizante. Teniendo en cuenta que la urea es la principal fuente utilizada para suplir los requerimientos nutricionales de N en el cultivo de café en Colombia y que diversos estudios reportan pérdidas de N por volatilización hasta de un 50% del nutrimento aplicado; con el presente trabajo se evaluaron las pérdidas de amoníaco, provenientes de la aplicación superficial de urea en cafetales a libre exposición solar en etapa productiva, ubicados en las estaciones experimentales Naranjal y Paraguaicito. Para cada localidad, la volatilización fue determinada utilizando un colector semiabierto estático y mediciones periódicas durante 20 días (1, 2, 3, 5, 9, 14 y 20 después de la aplicación). Las tasas de volatilización variaron a través del tiempo y las mayores pérdidas se presentaron en los primeros 5 días, con promedios de 22,83% para Naranjal y 27,24% para Paraguaicito. Al finalizar el período de evaluación, los porcentajes de pérdidas acumuladas de N ascendieron a 30,4% en Naranjal y 34,8% en Paraguaicito, valores considerados de gran importancia dado que la evaluación fue realizada en cafetales con densidades de siembra mayores a 7.000 plantas/ha y edades superiores a los 3 años.

**MEDINA L., S.B.; SALAZAR G., L.F. Relación entre la resistencia al corte y propiedades físicas y químicas en suelos de la zona cafetera colombiana.**

**RESUMEN:** Para contribuir al conocimiento de los movimientos masales y erosión avanzada en la zona cafetera colombiana, se estudió la relación entre la resistencia al corte y las propiedades físicas y químicas de algunos suelos cafeteros. Se seleccionaron siete unidades de suelo, localizados en los Departamentos de Caldas y Quindío, diferentes en su material parental y propiedades físicas y químicas. Se seleccionaron 20 sitios cultivados en café, con una pendiente superior al 65%. En cada uno de los sitios, en el horizonte B, se realizaron determinaciones *in situ* y se tomaron muestras disturbadas e indisturbadas para la determinación de 21 propiedades físicas y 12 propiedades químicas. La resistencia al corte se midió por los métodos de corte directo en el laboratorio y veleta en el campo. Se realizó un análisis de correlación lineal simple entre la variable resistencia al corte directo y las propiedades físicas y químicas. El valor más alto de resistencia al corte fue obtenido en la Unidad 200 (194,29 kPa) y el valor más bajo se obtuvo en la Unidad Chuscal (93,16 kPa). Se encontró correlación lineal inversa entre la resistencia al corte determinada por el método directo y el pH del suelo, y correlación directa con la resistencia a la penetración y los contenidos de azufre y materia orgánica. La resistencia al corte determinada por la veleta presentó correlación directa con la resistencia al corte directo. El estudio mostró que algunas propiedades físicas y químicas del suelo como la resistencia a la penetración, el pH y la materia orgánica, son importantes en su relación con la resistencia al corte del suelo.

**PATIÑO G., M.A.; SADEGHIAN K., S.; RUIZ H., M. Caracterización de fertilidad del suelo en la zona cafetera del Quindío.**

**RESUMEN:** La fertilización es una de las labores más importantes a realizar en los diferentes cultivos, entre ellos el café; para el cual, basados en recomendaciones generales, se incurren en sobre o subdosificaciones que afectan la productividad, la sostenibilidad y los costos de dicha labor. En virtud a lo anterior, la Federación Nacional de Cafeteros promueve desde hace varias décadas, la

realización de análisis de suelo, para brindar al caficultor recomendaciones más acertadas y viables económicamente. Gracias a esta tarea, en los diferentes Comités Departamentales de Cafeteros, entre ellos el Quindío, existen registros de los análisis de suelos realizados en las dos últimas décadas. En este estudio se evaluaron las tendencias generales de la fertilidad del suelo en el departamento del Quindío, a partir de 29.198 muestras de suelo provenientes de lotes cafeteros, las cuales fueron analizadas entre 1990 y 2005. Mediante estadística descriptiva, se analizó el comportamiento del pH, materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio en los 12 municipios cafeteros: Armenia, Buenavista, Calarcá, Circasia, Córdoba, Filandia, Génova, La Tebaida, Montenegro, Pijao, Quimbaya y Salento. Los resultados indicaron que los suelos de la zona cafetera de este departamento se caracterizan por mostrar niveles de pH considerados ácidos para el cultivo de café, por ser menores a 5,0, a excepción de Calarcá y Córdoba para los cuales fue de 5,00 y 5,03 respectivamente. El porcentaje de MO se encontró muy relacionado con la altitud, debido a que en suelos de la zona baja del departamento, como los municipios de La Tebaida y Montenegro, los porcentajes fueron menores a 6,0, mientras que para algunos suelos de la zona alta o de Cordillera como Circasia, Filandia y Salento, los contenidos clasificaron dentro del rango considerado alto para el cultivo por ser mayores del 10%. El contenido de P se encontró entre niveles medios y altos, siendo el mayor valor para La Tebaida con  $43 \text{ mg.kg}^{-1}$  y el menor en Filandia con  $12 \text{ mg.kg}^{-1}$ . En cuanto a las bases intercambiables se refiere, los municipios cafeteros mostraron contenidos bajos y medios para K y medios a altos en Ca y Mg, caracterizándose el municipio de Filandia por los valores más bajos para dichas bases, con  $0,33$ ,  $2,17$  y  $0,45 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$  respectivamente; mientras que el valor más alto de K se observó en Montenegro ( $0,62 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ) y en Pijao se presentaron los mayores promedios de Ca ( $8,61 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ) y Mg ( $2,75 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ), respectivamente. Las tendencias encontradas fueron asociadas principalmente al material de origen y a la altura sobre el nivel del mar.

---

**QUIROZ M., T.; HINCAPIÉ G., E. Pérdidas de suelo y escorrentia en sistemas de producción de café con cultivos intercalados.**

**RESUMEN:** La siembra de cultivos transitorios intercalados con el cultivo de café es una práctica muy frecuente en la zona cafetera colombiana, cuando se realizan nuevas siembras de café o se renueva mediante el sistema de zocas. Debido a la falta de información del efecto de los cultivos intercalados sobre la degradación de los suelos se planteó el presente trabajo con el objetivo de determinar las pérdidas de suelo y el flujo de agua por escorrentía que se presentan al intercalar cultivos transitorios en cafetales renovados por zoca manejados con dos diferentes sistemas de control de arvenses. El experimento se llevó a cabo en la Estación Central Naranjal de Cenicafé, ubicada en el municipio de Chinchiná (Caldas). Se instalaron 24 parcelas de escorrentía, se tuvieron 8 tratamientos con tres repeticiones consistentes en cultivos transitorios de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y yuca (*Manihot esculenta*), intercalados entre las zocas de café con dos sistemas de manejo, suelo desnudo y con manejo integrado de arvenses (MIA); igualmente se tuvieron dos tratamientos con café en monocultivo, bajo los mismos sistemas de manejo. Se establecieron dos ciclos de cultivos de maíz y frijol y uno de yuca. Se determinaron las pérdidas de suelo por erosión y el flujo de agua por escorrentía en cada uno de los tratamientos. En el primero y segundo ciclo de los cultivos transitorios, las menores pérdidas de suelo se presentaron en el tratamiento café intercalado con maíz con MIA con valores de 2,0 y 1,7 t/ha, respectivamente; igualmente durante estos dos ciclos las mayores pérdidas de suelo por erosión se obtuvieron en el tratamiento de café intercalado con frijol con suelo desnudo, con valores que superaron los 6,0 t/ha. En los tratamientos de yuca intercalada con café, las mayores pérdidas de suelo se presentaron después de la cosecha de ésta, superando los demás tratamientos. El flujo de agua por escorrentía no presentó diferencias entre los tratamientos evaluados.

**RAMÍREZ O., F.A.; HINCAPIÉ G., E.; SADEGHIAN K., S. Erosividad de la lluvia en la zona cafetera central y occidental del departamento de Caldas.**

**RESUMEN:** En la región cafetera colombiana, se presentan graves problemas de erosión, donde la lluvia es el agente natural principal causante de ésta, la cual es favorecida por las pendientes fuertes de longitudes largas y por la susceptibilidad de los suelos a erosionarse. El departamento de Caldas tiene un área sembrada en café de 91.422 ha aproximadamente y una producción anual de 1,2 millones de sacos, las cuales representan el 10,5% del área total sembrada en café y el 11,8% de la producción nacional. La zona cafetera central y occidental de este departamento se caracteriza por presentar lluvias de gran intensidad y duración, las cuales pueden causar grandes pérdidas de suelo. El conocimiento de la agresividad de las lluvias (erosividad) es una herramienta básica para la zonificación y planificación del uso de los suelos, en este trabajo se delimitaron las zonas de acuerdo a la agresividad de sus lluvias, para ello se evaluó la erosividad mediante el Índice de Fournier Modificado (IFM) el cual expresa el potencial erosivo de las lluvias según la precipitación mensual; se utilizó la información pluviométrica de 34 estaciones climáticas de la red de Cenicafé. Los valores del promedio variaron entre 173,9 y 267,9, estos valores superan el rango máximo, lo cual indica que se encuentran clasificados como zonas de lluvia con potencial erosivo muy alto. Esta información fue espacializada mediante interpolación Kriging, posteriormente se construyó el mapa de erosividad de las lluvias para la zona mediante un ambiente SIG-ILWIS.

**SADEGHIAN K., S.; HERNÁNDEZ G., E.; GARCÍA M., J. Respuesta a calcio soluble en café.**

**RESUMEN:** Se evaluó la respuesta al suministro de calcio (Ca) en la producción y calidad de café, en cuatro Subestaciones Experimentales del Centro Nacional de Investigaciones de Café-Cenicafé, contrastantes en sus características agroclimáticas: Estación Central Naranjal (Caldas) y las Subestaciones Paraguaicito (Quindío), El Rosario (Antioquia) y Santander (Santander). Se evaluaron 5 tratamientos: Un Testigo Relativo sin aportes de Ca; tres dosis de Ca (48, 96 y 192 kg de CaO.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>), aplicados en forma de Nitrabor (fuente soluble de Ca con 26% de CaO y 15% de N) y un Testigo de Referencia, el cual consistió en 192 kg de CaO.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, suministrados en forma de Cal Agrícola (fuente de baja solubilidad con 50% de CaO). En los tratamientos con Nitrabor se descontó el N aportado por esta fuente. Todos los tratamientos, a excepción de Cal Agrícola, fueron aplicados simultáneamente con la fertilización del primero y segundo semestre; la Cal se aplicó un mes después. En la Estación Central Naranjal no se presentó efecto de los tratamientos en la producción en ninguna de las cosechas. En la Subestación Paraguaicito el suministro de Ca soluble incrementó la producción de café cereza en dos de las tres cosechas evaluadas; siendo la mejor dosis 96 kg de CaO.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. En esta misma localidad, la incidencia de la mancha de hierro (enfermedad causada por *Cercospora coffeicola*) se redujo conforme las aplicaciones de Nitrabor en el 2001. En la Subestación El Rosario sólo se presentó efecto de Ca soluble en la primera cosecha (año 2001); en este sentido, la producción de café cereza se redujo ligeramente con la primera dosis y se incrementó al aplicar las dos dosis más altas. En la Subestación de Santander se presentó efecto significativo del suministro del Ca soluble en la cosecha del año 2003. La mayor producción correspondió a la dosis media de Ca soluble (96 kg de CaO); así mismo, la aplicación de la Cal incrementó el rendimiento, generando diferencias estadísticas en su promedio con respecto al Testigo Relativo.

**SADEGHIAN K., S.; HERNÁNDEZ G., E.; ROSS, M.; GUERRERO R., R. Fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café.**

**RESUMEN:** Entre los años 2002 y 2005 se evaluó el efecto de fuentes solubles de magnesio (Mg) y azufre (S) sobre la producción y calidad del café en las siguientes tres subestaciones Cenicafé: Naranjal (Caldas), La Catalina (Risaralda) y Santander (Santander). Los tratamientos incluían un Testigo Relativo sin aportes de S ni de Mg; tres dosis de S (24, 48 y 72 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>), aplicados como Sulfato de amonio - SAM; tres dosis de Mg y de S (30, 60 y 90 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de MgO y 24, 48 y 72 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de S), empleando como fuente Kieserita (Sulfato de Mg de alta solubilidad con 25% MgO y 20% de S); tres dosis de Mg (30, 60 y 90 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de MgO), suministrados como óxido y un Testigo de Referencia (1.400 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> del fertilizante 17-6-18-2). Se obtuvo respuesta significativa a los tratamientos sobre en la producción de café en dos de las tres localidades (Estación Central Naranjal y la Subestación de Santander), por lo menos para una de las cosechas evaluadas. En Naranjal se registró efecto de la aplicación de S en las cosechas de los años 2002, 2004, 2005 y en el acumulado de la producción. La dosis de 24 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de S por ha y año, empleando cualquiera de las fuentes (SAM y Kieserita), fue suficiente para obtener los rendimientos más altos. Se presentó respuesta al Mg en los años 2002, 2004 y 2005, pero no el acumulado. En el ámbito general, con 30 kg de MgO por ha se obtuvieron las mayores producciones, tanto con Kieserita como el óxido de Mg. En La Catalina no se detectaron efectos significativos de los tratamientos. En Santander sólo la aplicación de 48 kg de S. kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en forma de SAM o Kieserita contribuyó a aumentar el rendimiento de la cuarta cosecha, tendencia que se reflejó en el acumulado de las 4 cosechas. No se encontró respuesta al suministro de Mg, aplicado como óxido. Los tratamientos no afectaron la calidad de la bebida, ni el rendimiento en trilla, ni la relación café cereza: café pergamino seco. El efecto de los tratamientos sobre las propiedades químicas del suelos se acentuó conforme a las aplicaciones a través de tiempo. Los contenidos de Mg y S se incrementaron con las dosis, empleando cualquiera de las fuentes. La aplicación de SAM tendió a incrementar la acidez, mientras con el óxido de magnesio se redujo. Los contenidos foliares de Mg y S experimentaron aumentos tras la aplicación.

**SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN K., S. Crecimiento del café en almácigo con dos fuentes de silicio.**

**RESUMEN:** El silicio (Si), a pesar de ser considerado un elemento benéfico más no esencial para la mayoría de las plantas, es uno de los nutrimentos importantes a considerar en su nutrición, gracias a las diversas respuestas positivas reportadas a su aplicación en muchos cultivos. En café específicamente, es muy poca la información existente al respecto y los pocos trabajos realizados se reportan para condiciones de Brasil. Por ello, con el fin de estudiar el efecto de la aplicación de Si sobre el crecimiento en almácigos de café, se llevó a cabo un experimento en Cenicafé, empleando suelos provenientes de seis unidades cartográficas de la zona cafetera colombiana, contrastantes en sus características físicas y químicas, además del contenido de Si disponible. Para cada unidad de suelo se tuvieron dos niveles de aplicación de lombricomposto, cada uno con 11 tratamientos resultantes de la combinación de cinco dosis (0,21, 0,42, 0,84, 1,68 y 3,36 g/planta) por dos fuentes de Si (Llanero y Llanero Zeo) y un testigo, para un total de 22 tratamientos por sitio. Cada tratamiento estuvo conformado por 15 bolsas de almácigo, distribuidas bajo un diseño completamente aleatorio, en las cuales se sembró una chapola de café variedad Colombia. Seis meses después del transplante, se evaluó el peso seco total de las plantas, así como los cambios en los contenidos de Si, fósforo y CIC en el suelo. En general, se presentó un efecto positivo de la utilización de lombricomposto en el almácigo sobre el crecimiento del café. En relación con las dosis y fuentes de silicio, aunque su efecto fue más significativo cuando las plantas crecieron en suelo solo, en la mayoría de combinaciones la aplicación de 3,36 g de silicio por planta en forma de Llanero Zeo, fue la que más favoreció la obtención de plantas más vigorosas; respuesta que fue relacionada con los contenidos de fósforo en esta fuente.

**SALAZAR G., L.F.; SADEGHIAN K., S. Efecto de la fertilización de cafetales antes de la renovación por zoca.**

**RESUMEN:** Con el objetivo de determinar el momento oportuno de realizar la fertilización antes del zoqueo, se evaluó su efecto sobre la producción y calidad del grano. El experimento se realizó en tres localidades de la zona cafetera Colombiana, Naranjal, Paraguaicito y la finca La Arcadía en los departamentos de Caldas, Quindío y Tolima. En suelos contrastantes en sus características físicas y químicas, especialmente en sus contenidos de materia orgánica, bases intercambiables y CIC. Fueron seleccionados cultivos de café variedad Colombia, de cuatro años de edad, los cuales se renovarían al año siguiente. En cada localidad se aplicaron tres tratamientos que consistieron en épocas de fertilización antes del zoqueo así: Sin fertilización durante un año antes del zoqueo (T1), fertilización 10 meses antes del zoqueo (m.a.z) (T2) y fertilización 10 y 4 m.a.z. (T3). El área efectiva de la unidad experimental fue de 12, 16 y 20 m<sup>2</sup> para los sitios Naranjal, Paraguaicito y La Arcadía respectivamente. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 32 unidades experimentales por tratamiento en la localidad Naranjal y 28 en las otras dos localidades. Por medio de análisis de varianza y prueba de comparación de Tukey al 5%, se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la producción de café, tanto acumulada como a través del tiempo y el factor de rendimiento en trilla (kg de c.p.s necesario para obtener un saco de 70 kg de café excelso en el proceso de trilla) registrado en el pico máximo de cosecha. En las tres localidades el tratamiento sin fertilización (T1) obtuvo los valores promedio más bajos en producción y el tratamiento con dos aplicaciones al año (T3) logró los valores más altos. Pese a lo anterior, el análisis de varianza sólo mostró efecto de los tratamientos en las localidades Paraguaicito y La Arcadía; en este sentido, los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente mayores que el tratamiento T1 e iguales entre sí. La variable factor de rendimiento en trilla, en la localidad Paraguaicito, obtuvo los valores promedio más altos en el tratamiento sin fertilización, presentando diferencias estadísticas con los demás tratamientos. El experimento permitió inferir que para las condiciones del estudio es necesaria la fertilización 10 m.a.z., con el fin de asegurar la calidad y rendimiento del grano en el último ciclo de producción anterior a la renovación.

**■ CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Entomología, 34. Cartagena (Colombia), Julio 25-27, 2007. Resúmenes. Cartagena (Colombia), SOCOLEN, 2007.**

**BENAVIDES M., P.; ACEVEDO B., F.E.; NAVARRO E., L.; CONSTANTINO C., L.M. Heredabilidad de marcadores moleculares dominantes en la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae).**

**RESUMEN:** Con el objetivo de conocer los mecanismos de herencia de caracteres genéticos en la broca del café, se diseñaron seis marcadores STS (Sequence Tagged Sites) a partir de poblaciones de broca provenientes de los departamentos de Cesar, Nariño, Valle, Norte de Santander, Caldas, Quindío y Risaralda. La técnica AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) fue utilizada para detectar polimorfismos en poblaciones de campo; posteriormente se revelaron las variaciones genéticas al interior de la secuencia de cada uno de los marcadores mediante la técnica SSCP (Single-Stranded Conformation Polymorphism) y se buscaron nuevos polimorfismos en los sitios de restricción EcoRI y MseI mediante Genome-Walking. Finalmente, se determinó la heredabilidad de estos marcadores en generaciones sucesivas de crías de broca en confinamiento. El análisis por SSCP permitió diseñar dos marcadores co-dominantes STS (HhaSTS2 y HhaSTS5) a partir de individuos de Cesar y Nariño. Mediante Genome-Walking se logró conocer una región más amplia de la secuencia para los marcadores HhaSTS2, HhaSTS4, HhaSTS5 y HhaSTS6. Se encontraron diferencias en la heredabilidad de estos marcadores dominantes fluctuando desde un 68-100% y 20-74% para poblaciones cuya madre originalmente contenía y no contenía, respectivamente, el marcador. En conclusión, se cuenta

con marcadores dominantes cuyo mecanismo de heredabilidad se mantiene por varias generaciones, y con un marcador co-dominante que puede emplearse en estudios de endogamia y heterocigosis. Estos nuevos marcadores son útiles para realizar estudios de genética básica de la broca y de dispersión en el campo. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**BENAVIDES M., P.; CONSTANTINO C., L.M.; NAVARRO E., L.; ACEVEDO B., F.E. Herencia de caracteres genéticos y determinación de endogamia en la broca del café (*Hypothenemus hampei*).**

**RESUMEN:** La broca del café presenta un comportamiento reproductivo que le asegura un alto grado de endogamia y baja diversidad genética debido a que las hembras se aparean con machos de su misma progenie dentro del fruto. Sin embargo, en el campo es posible encontrar frutos con varias perforaciones de diferentes hembras fundadoras lo cual sugiere que puede existir cruces entre diferentes líneas. Con el fin de conocer si en condiciones naturales en Colombia se presentan cruces exogámicos, se realizó un muestreo mensual durante un año en seis lotes en fincas del municipio de Pereira. El porcentaje de cerezas de café con perforaciones múltiples de broca fue mayor en las ramas bajas del árbol (2 a 16,5%), de estos frutos, entre 1,6 y 14,0% contenían al menos una almendra con varias perforaciones. La evaluación del total de estados de broca al interior de las almendras con orificios múltiples mostró en promedio 17,4 brocas por endospermo, en contraste con perforaciones de un solo orificio que contenían en promedio 6,9 brocas. Para corroborar si estas líneas maternas pudieron haberse cruzado al interior de las almendras, se infestaron granos de café con dos poblaciones homocigotas polimórficas para un marcador molecular y se evaluaron las progenies mediante la técnica PASA. Se encontró heterocigosis y por tanto evidencias de cruzamiento. Estos resultados permiten concluir que en las condiciones de la caficultura colombiana, diferentes poblaciones de broca se cruzan de manera natural en el campo. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**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 de *Beauveria bassiana* para control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*.**

**RESUMEN:** Se evaluó en el laboratorio y en el campo la mortalidad de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae) causada por siete cepas, una mezcla de cepas de alta virulencia y una mezcla de cepas de baja virulencia del hongo *Beauveria bassiana*. En el laboratorio, se estimó el porcentaje de mortalidad del insecto infectando brocas con suspensiones del hongo de  $1 \times 10^3$  (n=6) esporas/ml, asignadas aleatoriamente a los tratamientos. En el campo, se emplearon parcelas de 25 árboles con 10 repeticiones distribuidas bajo un diseño completamente aleatorio. En cada parcela se seleccionó un árbol y una rama con 50 frutos sobre los cuales se realizaron infestaciones artificiales del insecto. Después de 24 h, se asperjaron las ramas infestadas con la broca del café empleando una dosis de  $2 \times 10^3$  (n=7) esporas/rama de cada tratamiento. Treinta días después de la aplicación, se evaluó la mortalidad de los insectos mediante la disección de los frutos. El mayor porcentaje de mortalidad en el laboratorio se obtuvo con la mezcla de cepas de baja patogenicidad (100%) y el menor, con la cepa Bb9024 (53.3%). En el cafetal, igualmente, se registró el mayor porcentaje de mortalidad con la mezcla de cepas de baja patogenicidad (66.6%) y el menor con la cepa Bb9020 (53.1%), entre las cuales hubo diferencias estadísticas, pero no con el resto de los tratamientos. Se puede concluir que con la mezcla de cepas de baja virulencia, se obtienen mayores porcentajes de mortalidad. La mezcla de cepas de alta virulencia en el campo se comporta de una manera diferente al laboratorio, lo cual implica interacciones con el medio ambiente hasta ahora desconocidas.

**CARDONA P., G.E.; BUSTILLO P., A.E. Evaluación de trampas cebadas con alcoholes para la captura de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytinae).**

**RESUMEN:** Las trampas para capturar insectos pueden ser una ayuda importante para el manejo de sus poblaciones. Cenicafé viene investigando estas alternativas para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. Las trampas evaluadas son del tipo Brocatrap(R) con atrayentes Brocalure(R) que se dispensan en una bolsa de plástico que permite la liberación lenta de una mezcla de metanol:etanol en proporción 3:1. Este trabajo fue realizado en la Subestación Experimental la Catalina (Pereira, Risaralda), donde se evaluó el efecto de tres densidades de trampas sobre la captura de brocas. Los tratamientos instalados correspondieron a 20, 40 y 60 trampas por hectárea, los cuales se compararon con un testigo sin trampas, en lotes de 4.000 m<sup>2</sup>. Se evaluaron las brocas capturadas en las trampas, el nivel de infestación en frutos del árbol y del suelo y la influencia de la precipitación. Para las tres densidades de trampas y el testigo, los mayores niveles de infestación de frutos del árbol y del suelo se observaron en enero, febrero y marzo; durante estos mismos meses se obtuvieron las mayores capturas de broca en las parcelas con trampas. El lote correspondiente a 40 trampas/ha mostró la tasa semanal de captura más alta con  $1.192 \pm 158$  brocas y al mismo tiempo presentó los mayores niveles de infestación de broca, en frutos del árbol y del suelo. Al comienzo de las lluvias en marzo, después de un período seco durante febrero, se observó una alta emergencia de brocas; este mismo comportamiento se evidenció en enero de 2007.

**CASTAÑO M., A.M.; BENAVIDES M., P.; LÓPEZ N., J.C. Evaluación de mezclas de nematodos y hongos entomopatógenos para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae).**

**RESUMEN:** Se evaluó el efecto de las aplicaciones de hongos y nematodos entomopatógenos para controlar poblaciones de broca en frutos del suelo en condiciones de campo. Los tratamientos consistieron en la aplicación individual y en mezcla de dos nematodos entomopatógenos nativos (*Steinernema colombiense* sp. Nov-SNI0198 y *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar-HNI0100) y el hongo *Beauveria bassiana*. Se utilizó un diseño completamente aleatorio. Los nematodos entomopatógenos y el hongo se aplicaron en parcelas de 100 árboles de café de segunda cosecha en concentraciones de 60.000 juveniles infectivos y  $1 \times 10^3$  (n=9) esporas/plato del árbol donde reposaban frutos caídos naturalmente. Adicionalmente, se aplicaron los tratamientos sobre 30 frutos infestados artificialmente y cubiertos con una trampa para captura de adultos de broca (10 trampas/parcela). Se contó con un testigo absoluto. Las variables de respuesta fueron porcentaje de infestación por broca en árbol, tasa diaria de emergencia de broca y número de brocas muertas en las trampas. Los resultados iniciales mostraron que no hubo diferencias estadísticas en la infestación por broca en el árbol. En cuanto a emergencia y mortalidad de broca, sólo en el primer mes se presentó efecto significativo entre tratamientos, reflejándose en el número promedio de brocas capturadas en las trampas. Se destacaron las mezclas de *Steinernema* y hongo con  $8,3 \pm 0,28$ , seguido por *Heterorhabditis* y hongo con  $10,1 \pm 0,33$  cuando los valores del control fueron de  $34,7 \pm 0,72$ . Se discutirá la interacción de los biocontroladores en el campo y las épocas oportunas de aplicación.

**CONSTANTINO C., L.M.; BENAVIDES M., P.; NAVARRO E., L.; RUBIO G., J.D. Biología comparada entre falsa broca *Hypothenemus obscurus* y broca del café *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae).**

**RESUMEN:** La falsa broca es una plaga de importancia económica del cultivo de macadamia, ocasionando disminución del rendimiento y calidad de la nuez. En café se alimenta y se reproduce entre los endospermos, sin perforar las almendras. Con el fin de conocer la biología de *H. obscurus*, se montaron crías del insecto en dieta artificial para estudiar aspectos genéticos y biológicos. En dieta de café, *H. obscurus* ovipositó en 10% de los viales, en contraste con dieta de macadamia donde ovipositó en el 100%. El análisis de varianza para la variable total acumulado de estados de

*H. obscurus* mostró diferencias significativas en la capacidad reproductiva entre dieta macadamia y dieta café a los 28 días ( $X=36,4\pm5,8$  y  $13,1\pm4,3$ ) y a los 35 días ( $X=42,1\pm5,5$  y  $14,7\pm4,7$ ). En comparación con *H. hampei* que presentó un promedio acumulado de estados biológicos en dieta café de  $29,4\pm6,1$  y  $32,2\pm6,4$  a los 28 y 35 días. La dieta macadamia fue exitosa para criar *H. obscurus*, en comparación a la dieta café que mostró una disminución del 34,9% en la oviposición. Sin embargo, *H. obscurus* fue incapaz de ovipositar y sobrevivir sobre granos de café. Se presentan por primera vez datos del ciclo de vida y biología de *H. obscurus* y se comparan con los de *H. hampei*. Los análisis citogenéticos indican un patrón genético de haplo-diploidía funcional generado por pseudoarrenofoquia en *H. obscurus*, similar al reportado en *H. hampei*. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**DÍAS, L.G.; BACCA I., R.T.; NAVARRO E., L.; BENAVIDES M., P. Asociación de ninfas y adultos de Ephemeroptera a través de la técnica de AFLP.**

**RESUMEN:** Los insectos del orden Ephemeroptera son anfibióticos, es decir, los adultos son terrestres y los inmaduros acuáticos. Estos insectos tienen gran importancia en ecosistemas acuáticos y son uno de los principales bioindicadores de calidad de agua dulce. La corta duración del estado adulto unido a la dificultad de la cría de los inmaduros, son los principales inconvenientes para la asociación entre las ninfas e imagos. Por esta razón, muchas nuevas especies de Ephemeroptera son descritas basadas solamente en un estado de vida. El objetivo de este trabajo fue asociar los inmaduros y adultos de Ephemeroptera mediante la técnica AFLP y generar perfiles de ADN para identificar especies donde se conoce sólo un estado biológico. Este estudio fue realizado con cuatro especies *Leptohyphes albipennis*, *Leptohyphes coconuco*, *Baetodes levis* y *Prebaetodes sitesi*. En las dos primeras se conocían tanto las ninfas como los adultos y en las demás solamente las ninfas. La extracción del ADN fue realizada con el Kit Qiagen y la amplificación fue realizada a través de AFLP. Se analizaron cinco combinaciones de primers para la selección de las menos polimórficas (TG-CAA y TC-CTA). Se obtuvieron los mismos perfiles moleculares con los estados inmaduros y adultos de *L. albipennis* y *L. coconuco*. Para *B. levis* y *P. sitesi* se generaron los perfiles de bandeos de ADN para la posterior identificación de adultos. La asociación de estados inmaduros y adultos de Ephemeroptera mediante la técnica de AFLP, se constituyen en una herramienta útil para la determinación taxonómica del grupo.

**ESCOBAR L., L.M.; MANTILLA A., J.G.; GÓNGORA B., C.E. Clonación y sobreexpresión de un gen de proteasa de *Beauveria bassiana* para mejorar la virulencia del hongo contra la broca del café *Hypothenemus hampei*.**

**RESUMEN:** *Beauveria bassiana* es un hongo entomopatógeno ampliamente usado como agente de control biológico contra insectos, especialmente contra la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae). Con el propósito de aumentar la virulencia de cepas del hongo mediante la sobreexpresión de genes involucrados en el proceso de penetración, se han aislado genes candidatos de la cepa Bb9205 a partir de librerías de longitud completa. Uno de estos genes corresponde a una proteasa tipo subtilisina cuya expresión es importante en la degradación de proteínas de la cutícula del insecto. El gen aislado consta de 828 pb y codifica una proteína de 276 aminoácidos, con una identidad de 50-80% con otras proteasas de hongos reportadas y se encuentra formado por un dominio peptidasa y uno subtilisina. El gen fue clonado en el vector pBar.GPE1 y con él se realizó la transformación de la cepa Bb9205.L1, utilizando protoplastos y polietilenglicol (PEG). Los posibles transformantes se seleccionaron por su resistencia a glufosinato de amonio y se evaluó por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) la presencia del gen de selección Bar y el gen de la proteasa utilizando primers específicos. Se analizaron 34 colonias posibles transformantes, de las cuales se confirmaron positivas por PCR para ambos genes 6 colonias. Se continuarán realizando pruebas de actividad enzimática y de patogenicidad de las cepas transformadas para correlacionar los niveles de expresión de este gen con la virulencia y eficiencia en el control biológico de insectos plaga como la broca. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**GALINDO L., L.A.; GIL P., Z.N. Organización y optimización de la colección de insectos del Museo Entomológico de Cenicafé - Marcial Benavides.**

**RESUMEN:** Las colecciones de insectos son interpretadas como bancos de información que permiten determinar la identidad de las especies en ecología u otro trabajo científico. Cenicafé desde 1997 ha contado con una colección entomológica de referencia de crecimiento acelerado, parcialmente organizada por especies plagas y benéficas, perdiendo la oportunidad de aprovechar la información recopilada en el campo. Con el objetivo de recuperar y ampliar la información asociada a las especies determinadas y optimizar el funcionamiento de la Colección de Artrópodos de Cenicafé, se realizó una reorganización de la misma, teniendo en cuenta el arreglo filogenético actualizado por Triplehorn y Johnson (2005). Paralelamente se hizo un diagnóstico de la distribución de ejemplares, encontrando un total de 10.587 especímenes extendidos en seco, distribuidos en 16 órdenes de los 31 descritos para la ciencia, de los cuales cerca del 95% corresponden a la zona cafetera central. De estos individuos, 5.675 (53,3%) se encuentran clasificados hasta género y especie y con algunas excepciones sólo hasta orden. El orden mejor representado es Coleoptera con el 53,4%, seguido de los órdenes Lepidoptera e Hymenoptera con el 12,4% y 10,3% respectivamente. La representatividad de estos grupos en la colección puede ser explicada por el enfoque de los estudios que se han realizado, ya que la mayor parte de éstos han sido orientados hacia la identificación y manejo de plagas y al reconocimiento de algunos grupos bioindicadores como en el caso de mariposas y hormigas.

**GIL P., Z.N.; ACEVEDO B., F.E.; BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P., A.E. Radio de acción de la trampa atrayente Brocatrap(R) para la captura de adultos de broca en un cafetal.**

**RESUMEN:** Con el objetivo de determinar el radio de acción de la trampa Brocatrap(R) para la captura de adultos de broca, se evaluaron en un cafetal seis distancias de liberación (5, 15, 30, 60, 90 y 120 m). Cada distancia se evaluó individualmente liberando grupos de 1.000 brocas marcadas con el pigmento fluorescente Day-glo(R) en cada uno de los 4 puntos cardinales por distancia, alrededor de una trampa situada a 1,5 m del suelo. Durante cinco días se registró el número diario de adultos capturados por trampa. La variable endógena fue el porcentaje de brocas capturadas y la variable exógena las diferentes distancias. Se buscó la expresión que mejor describió el comportamiento del porcentaje de brocas capturadas en función de la distancia. Adicionalmente, se registró la temperatura, la humedad relativa, la precipitación y el brillo solar. De acuerdo con los resultados el mayor porcentaje de brocas capturadas fue del 12,4% a los 5 m. Al incrementar la distancia de liberación, la captura decreció hasta valores del 1,6% para los 30 m y no hubo capturas para las distancias de 60, 90 y 120 m. De las 24.000 brocas liberadas, volaron el 94,8% y se recuperaron el 3,3% en promedio. El modelo estadístico que mejor describió el comportamiento del porcentaje de brocas capturadas en función de la distancia fue:  $y = a + b \log(\text{distancia})$ . Estos resultados indican que la broca es un insecto que se dispersa por sí mismo volando para alimentarse y que esta dispersión se hace mas corta en la medida en que el alimento esté cerca.

**GIL P., Z.N.; BUSTILLO P., A.E.; GARCÍA R., P.A.; GÓMEZ S., N.; ZULUAGA F., Y.M. Diversidad y abundancia de la comunidad del orden Odonata en el Río Barbas y el humedal Maravélez del departamento del Quindío.**

**RESUMEN:** Con el propósito de conocer la diversidad y la abundancia de la comunidad del orden Odonata en el río Barbas y el humedal Maravélez del departamento del Quindío, se realizaron muestreos mensuales durante un año con una intensidad de captura de cuatro horas en la mañana (8-12 a.m.) y de tres horas en la tarde (2-5 p.m.), el registro se realizó mediante censo visual y red entomológica. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y una prueba de hipótesis de comparación de medias (t student) utilizando los valores del índice de Shannon- Wiener y el primer número de Hill's. Para determinar la relación de los factores climáticos con los valores del índice de diversidad (Shannon

**GALINDO L., L.A.; GIL P, Z.N. Organización y optimización de la colección de insectos del Museo Entomológico de Cenicafé - Marcial Benavides.**

**RESUMEN:** Las colecciones de insectos son interpretadas como bancos de información que permiten determinar la identidad de las especies en ecología u otro trabajo científico. Cenicafé desde 1997 ha contado con una colección entomológica de referencia de crecimiento acelerado, parcialmente organizada por especies plagas y benéficas, perdiendo la oportunidad de aprovechar la información recopilada en el campo. Con el objetivo de recuperar y ampliar la información asociada a las especies determinadas y optimizar el funcionamiento de la Colección de Artrópodos de Cenicafé, se realizó una reorganización de la misma, teniendo en cuenta el arreglo filogenético actualizado por Triplehorn y Jonhson (2005). Paralelamente se hizo un diagnóstico de la distribución de ejemplares, encontrando un total de 10.587 especímenes extendidos en seco, distribuidos en 16 órdenes de los 31 descritos para la ciencia, de los cuales cerca del 95% corresponden a la zona cafetera central. De estos individuos, 5.675 (53,3%) se encuentran clasificados hasta género y especie y con algunas excepciones sólo hasta orden. El orden mejor representado es Coleoptera con el 53,4%, seguido de los órdenes Lepidoptera e Hymenoptera con el 12,4% y 10,3% respectivamente. La representatividad de estos grupos en la colección puede ser explicada por el enfoque de los estudios que se han realizado, ya que la mayor parte de éstos han sido orientados hacia la identificación y manejo de plagas y al reconocimiento de algunos grupos bioindicadores como en el caso de mariposas y hormigas.

**GIL P, Z.N.; ACEVEDO B., F.E.; BENAVIDES M., P.; BUSTILLO P, A.E. Radio de acción de la trampa atrayente Brocatrap(R) para la captura de adultos de broca en un cafetal.**

**RESUMEN:** Con el objetivo de determinar el radio de acción de la trampa Brocatrap(R) para la captura de adultos de broca, se evaluaron en un cafetal seis distancias de liberación (5, 15, 30, 60, 90 y 120 m). Cada distancia se evaluó individualmente liberando grupos de 1.000 brocas marcadas con el pigmento fluorescente Day-glo(R) en cada uno de los 4 puntos cardinales por distancia, alrededor de una trampa situada a 1,5 m del suelo. Durante cinco días se registró el número diario de adultos capturados por trampa. La variable endógena fue el porcentaje de brocas capturadas y la variable exógena las diferentes distancias. Se buscó la expresión que mejor describió el comportamiento del porcentaje de brocas capturadas en función de la distancia. Adicionalmente, se registró la temperatura, la humedad relativa, la precipitación y el brillo solar. De acuerdo con los resultados el mayor porcentaje de brocas capturadas fue del 12,4% a los 5 m. Al incrementar la distancia de liberación, la captura decreció hasta valores del 1,6% para los 30 m y no hubo capturas para las distancias de 60, 90 y 120 m. De las 24.000 brocas liberadas, volaron el 94,8% y se recuperaron el 3,3% en promedio. El modelo estadístico que mejor describió el comportamiento del porcentaje de brocas capturadas en función de la distancia fue:  $y = a + b \log(\text{distancia})$ . Estos resultados indican que la broca es un insecto que se dispersa por sí mismo volando para alimentarse y que esta dispersión se hace mas corta en la medida en que el alimento esté cerca.

**GIL P, Z.N.; BUSTILLO P, A.E.; GARCÍA R., P.A.; GÓMEZ S., N.; ZULUAGA F., Y.M. Diversidad y abundancia de la comunidad del orden Odonata en el Río Barbas y el humedal Maravélez del departamento del Quindío.**

**RESUMEN:** Con el propósito de conocer la diversidad y la abundancia de la comunidad del orden Odonata en el río Barbas y el humedal Maravélez del departamento del Quindío, se realizaron muestreos mensuales durante un año con una intensidad de captura de cuatro horas en la mañana (8-12 a.m.) y de tres horas en la tarde (2-5 p.m.), el registro se realizó mediante censo visual y red entomológica. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y una prueba de hipótesis de comparación de medias (t student) utilizando los valores del índice de Shannon- Wiener y el primer número de Hill's. Para determinar la relación de los factores climáticos con los valores del índice de diversidad (Shannon

**NAVARRO E., L.; BENAVIDES M., P. Genotipificación de polimorfismos nucleotídicos en *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae), mediante amplificación PCR en tiempo real.**

**RESUMEN:** Con el propósito de desarrollar herramientas moleculares para estudios genéticos en la broca del café, se diseñó una estrategia basada en la amplificación específica de alelos mediante PCR en tiempo real para la genotipificación de dos marcadores moleculares co-dominantes en este insecto. Secuencias del gen de la subunidad-A del receptor GABA (GABAA) y un marcador STS (HhaSTS2) fueron usadas para diseñar cebadores con sus extremos 3' específicos para cada polimorfismo nucleotídico presentes en ellos. Colas poli-GC de diferentes longitudes fueron adicionadas a los extremos 5' de cada cebador específico con el fin de conferir identidad a los productos PCR cuando fueran amplificados en un equipo de RT-PCR. Una polimerasa modificada fue necesaria para aumentar la especificidad alélica en el gen GABAA. Los resultados muestran que este método permite la amplificación específica de polimorfismos nucleotídicos únicos (SNP's) en el gen GABAA y de un polimorfismo trinucleotídico en el marcador HhaSTS2. Los amplicones a partir de ADN genómico de los alelos 1 y 2 para GABAA presentaron temperaturas de "melting" ( $T_m$ ) de  $83,3 \pm 0,1^\circ\text{C}$  y  $86 \pm 0,2^\circ\text{C}$ , respectivamente, mientras que los alelos 1 y 2 del marcador HhaSTS2 mostraron  $T_m = 82,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$  y  $84,1 \pm 0,3^\circ\text{C}$ , respectivamente. De esta manera, este método permite la discriminación de los polimorfismos en una sola reacción de PCR analizando únicamente las curvas de "melting" y se convierte en la primera herramienta altamente confiable de genotipificación en la broca del café. Este trabajo ha sido co-financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

**QUINTERO V., J.C.; BENAVIDES M., P.; LÓPEZ N., J.C. Evaluación de nematodos entomopatógenos nativos para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae).**

**RESUMEN:** Con el fin de encontrar nuevos controladores de la broca en frutos caídos en el suelo, se evaluó la mortalidad de estados y el desplazamiento hacia frutos infestados, de siete nuevos nematodos entomopatógenos nativos (seis del género *Steinernema* y un *Heterorhabditis*), utilizando como testigo dos aislamientos seleccionados previamente en Cenicafé (*S. colombiense* sp. Nov-SNI0198 y *H. bacteriophora* Poinar-HNI0100). El experimento se realizó en el laboratorio bajo un diseño completamente aleatorio y en dos fases; en la primera se evaluó la mortalidad de huevos, larvas y adultos de la broca posterior a la aplicación de 10 juveniles infectivos por estado y en la segunda se evaluó la capacidad de desplazamiento y mortalidad de brocas al interior de cerezas infestadas, de 1.000 juveniles del nematodo, a 5 cm de distancia. Ambas fases contaron con un control absoluto. Las variables de respuesta fueron porcentaje de huevos no eclosionados, mortalidad de larvas y adultos y mortalidad de brocas dentro del fruto. Los resultados mostraron que no hubo efecto de los nematodos sobre huevos de la broca. La mayor mortalidad de larvas se presentó con *Steinernema* sp. (95%), mostrando diferencias estadísticas con el control (Duncan  $\hat{O} = 0,05$ ) y la mayor mortalidad de adultos se presentó con *Heterorhabditis* sp. (29,58%) con efecto significativo. El nematodo que menor desplazamiento y mortalidad causó dentro del fruto fue SNI0198 con 82,55%. Se concluye que los nematodos entomopatógenos evaluados pueden ser una alternativa para el control de broca al interior de frutos caídos en el suelo.

**ROSETO O., L.C.; GÓNGORA B., C.E. Caracterización y aislamiento de un gen de fotoliasa del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*.**

**RESUMEN:** La exposición a radiación ultravioleta en hongos resulta en la formación de dímeros ciclobutano de pirimidina (CPD) en la molécula de DNA, responsables de mutaciones, inhibición en la germinación de esporas y retardo en crecimiento. Con el propósito de mejorar la resistencia a la radiación UV en *Beauveria bassiana*, se aisló y caracterizó el gen PHR1 que codifica la CPD fotoliasa, enzima que cataliza la reparación de CPDs. Con este fin se analizaron regiones conservadas de proteínas homólogas de fotoliasas en hongos y se diseñaron iniciadores que alineaban con éstas. Utilizando como plantilla el

DNA genómica de Bb9205 y estos iniciadores, se logró la amplificación de un fragmento del gen PHR1. Posteriormente, mediante caminatas genómicas se obtuvo la secuencia completa del gen PHR1, la cual consta de 1.933 pb y presenta dos exones (1.343 y 538 pb) separado por un intrón de 52 pb. La secuencia codifica una proteína putativa de 626 aminoácidos, con una identidad de 59-70% con otras CPD fotoliasas clase I/tipo I de hongos reportadas. Empleando esta secuencia genómica se diseñaron iniciadores para aislar el cDNA de longitud completa a partir de mRNA extraído de micelio de la cepa Bb9205 expuesta a condiciones de luz UV-B/UV-A y luz visible. Este cDNA fue clonado en el vector de transformación de hongos pBAR.GPE1 para realizar transformaciones en la cepa *B. bassiana* Bb9205 encaminadas a determinar el efecto de la sobreexpresión de PHR1 en la resistencia a UV y mejorar el desempeño en el campo de controladores biológicos basados en este u otros entomopatógenos. Este trabajo ha sido cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

**RUBIO G., J.D.; GUARÍN Z., A.D.; ACUÑA Z., J.R. Evaluación de mortalidad de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) con extractos crudos vegetales incorporados en dieta meridica.**

**RESUMEN:** Las plantas a través de la evolución han desarrollado mecanismos de defensa asegurando su supervivencia en condiciones ambientales adversas y de enemigos naturales, presentando estructuras de protección o mecanismos químicos que las protegen contra insectos. En este trabajo fueron utilizadas semillas de macadamia, soya y un extracto comercial de frijol, determinando si estas especies presentan un control en estados inmaduros de la broca. Se evaluó una concentración con el extracto comercial de frijol y tres concentraciones para macadamia y soya, previamente pulverizados y liofilizados; homogenizando cada extracto en 150 ml de dieta Cenibroca, se utilizaron cajas multipozo estériles, adicionando a cada pozo 20 huevos de broca. Se efectuaron 3 lecturas determinando el porcentaje de eclosión y de mortalidad de estados de la broca del café, ocasionado por efecto de los tratamientos corregidos con el testigo, estableciendo diferencias estadísticas entre las diferentes dietas evaluadas. Los resultados muestran que los diferentes tratamientos presentaron una eclosión superior al 90%. Las evaluaciones de porcentaje de mortalidad en los tratamientos presentaron que el extracto del inhibidor comercial de frijol presenta una mortalidad del 44,8%, seguido de 1 g soya y 5 g de macadamia con una mortalidad del 32,9% y 25,9%, respectivamente, presentando niveles significativamente altos en mortalidad de estados fisiológicos de la broca del café.

**SÁNCHEZ S., H.W.; VILLEGAS G., C.; GIL P., Z.N. Metodología para la cría de *Antiteuchus* sp. (Hemiptera: Pentatomidae), huésped de los parasitoides *Phanuropsis semiflaviventris* y *Trissolcus bodkini*.**

**RESUMEN:** Dadas las dificultades para criar *Antiteuchus* sp. (Hemiptera: Pentatomidae), huésped de los parasitoides de huevos *Phanuropsis semiflaviventris* (Girault) y *Trissolcus bodkini* (Crawford), en condiciones de laboratorio, se siguió una metodología para su cría en casas de malla y jaulas. Para la obtención del pie de cría de *Antiteuchus* sp. se realizaron capturas en árboles de macadamia (*Macadamia* sp.); mango (*Mangifera indica*); San Joaquín (*Hibiscus* spp.) y almendro (*Terminalia* sp.). En un invernadero en predios de Cenicafe, fueron colocados los insectos capturados en jaulas de cría, con una capacidad de uso de 100 parejas de chinches. Como fuente de alimento para los insectos, en el interior de las jaulas se colocaron plantas de soya (*Glycine max*), crotos (*Crotos* sp.), macadamia, mango y almendro. En la Finca El Pital (Calarcá - Quindío) se construyó una casa malla en la cual se sembraron árboles adultos de macadamia, mango, San Joaquín y almendro. Durante ocho meses se realizaron evaluaciones de preferencia del insecto - planta, obtención de posturas y desarrollo de individuos hasta completar su ciclo. Los resultados permitieron concluir que tanto en las jaulas de cría como en la casa malla, la alimentación preferida por estos insectos fueron los árboles de mango y almendro. La metodología obtenida ha permitido obtener huevos, los cuales son utilizados para la renovación de la colonia de chinches y para los estudios de multiplicación de los parasitoides *P. semiflaviventris* y *T. bodkini*.

**SÁNCHEZ S., H.W.; VILLEGAS G., C.; MARÍN M., P. Evaluación en el laboratorio de hongos entomopatógenos para el control de *Antiteuchus* sp., plaga de la macadamia.**

**RESUMEN:** La macadamia es una especie que es atacada por diversas especies de artrópodos, destacándose como plaga de mayor importancia económica *Antiteuchus tripterus*. Con el objetivo de evaluar la incidencia y patogenicidad de hongos entomopatógenos como alternativa biológica para el manejo de hemípteros en el cultivo de macadamia, se evaluaron en condiciones de laboratorio nueve formulaciones de hongos entomopatógenos comerciales que contenían: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces lilacinus* y *P. fumosoroseus*, con la utilización de dos coadyuvantes comerciales, Kem-kol y Break Thru. Para la inoculación se utilizaron adultos de *Antiteuchus* spp., obtenidos de la cría de Cenicafé; ubicando tres individuos/caja petri con tres repeticiones/tratamiento. Los hongos y sus mezclas se aplicaron con un aspersor manual, con un volumen de 0,5ml de suspensión por caja petri, los bioensayos fueron evaluados en Cenicafé, bajo condiciones de laboratorio (T = 25±1°C; HR 75±5% y fotoperíodo 12:12), para la alimentación de los chinches se utilizaron vainas de habichuela hidratadas. Se realizaron evaluaciones cada tres días por espacio de 19 días, teniendo como variables de respuesta la muerte de los insectos y la esporulación del hongo. Se evidenciaron signos del hongo después de ocho días de la aplicación, observándose un mejor comportamiento de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae*, con una expresión del 25 al 30%, con diferencias entre el tiempo y la efectividad entre formulaciones para causar la muerte de los insectos. Igualmente se presentaron diferencias en la expresión de los hongos con la utilización de los coadyuvantes del 30 al 40%.

**SEPÚLVEDA C., P.A.; LÓPEZ N., J.C.; YEPES R., F.C.; CARDONA Z., E.A.; CHICA R., H.A. Mortalidad de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) infectadas con dos nematodos entomopatógenos.**

*Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) es un ectoparásito que ocasiona grandes pérdidas en las ganaderías bovinas de las regiones tropicales y subtropicales de los países que la registran. Esta garrapata está asociada con la transmisión de hemoparásitos, ingestión de sangre, daños a las pieles e inyección de toxinas. En búsqueda de alternativas de control biológico, se evaluó el efecto letal de *Steinernema* sp. y *Heterorhabditis bacteriophora* sobre los estados de desarrollo de *B. microplus*. Se evaluaron dos concentraciones sobre huevos, larvas y hembras teleóginas (500 y 50.000 Juveniles Infectivos (TI) para huevos y 50 y 500 TI para los demás estados), diseñando un sistema de bioensayo sobre arena. La aplicación de NEPs ocasionó la muerte de teleóginas y en menor grado de larvas, siendo *H. bacteriophora* el nematodo con mejor desempeño. Por el contrario, las masas de huevos no se vieron afectadas por ninguna de las especies de NEPs. En el presente trabajo se plantea la posibilidad del uso de NEPs en evaluaciones de campo por su potencial controlador de adultas de *B. microplus*.

Handwritten notes in blue ink on the left margin, including the name 'J. C. HERRERA - VILLEGAS' and other illegible scribbles.

**SEPÚLVEDA C., P.A.; YEPES R., F.C.; LÓPEZ N., J.C.; CARDONA Z., E.A.; CHICA R., H.A. Efecto del tiempo de exposición de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) a nematodos entomopatógenos.**

**RESUMEN:** En el control de garrapatas que atacan el ganado, se busca principalmente romper el ciclo de vida del parásito, para así disminuir las reinfestaciones por generaciones subsiguientes. Teniendo en cuenta la problemática que representa *B. microplus* en la ganadería colombiana, la resistencia que expresan a la mayoría de acaricidas comerciales y el potencial biocontrolador que los nematodos entomopatógenos (NEPs) han demostrado en insectos de importancia agrícola, se propuso evaluar el efecto de la exposición de teleóginas de dicha garrapata a dosis altas y bajas de los nematodos *Steinernema* sp. y *Heterorhabditis bacteriophora* durante 24, 48 y 72 h. Los ensayos se realizaron en cajas multipozo con arena estéril, en donde se determinó el porcentaje de mortalidad de adultas en cada período, además del TL50, el peso de las masas de huevos provenientes de hembras tratadas, su viabilidad en términos de eclosión, el índice de eficiencia reproductiva y los períodos de preoviposición y oviposición. Como resultado de las infecciones con NEPs, se obtuvo mortalidad de las garrapatas expuestas durante los 3 períodos evaluados. Adicionalmente, los parámetros biológicos del ciclo de vida no parasitario se disminuyeron notablemente como efecto subletal de la invasión de NEPs a las teleóginas. Después de exponer adultas de *B. microplus* durante 48 horas a *H. bacteriophora*, se registraron las mortalidades más altas y los mayores efectos subletales, lo que demuestra el potencial de uso que tiene dicho NEP dentro de programas de manejo integrado de este ectoparásito.

■ **CONGRESO Colombiano de Ornitología, 2. Bogotá (Colombia), Agosto 8 - 10, 2007. Memorias. Bogotá (Colombia), Universidad Nacional de Colombia, 2007.**

**ARBELÁEZ A., D.; LÓPEZ L., A.M.; FRANCO R., N.G.; CASTELLANOS S., O.; LENTIJO J., G.M.; BOTERO E., J.E. Elementos de una estrategia de educación ambiental para la conservación de las aves y la biodiversidad con comunidades cafeteras.**

**RESUMEN:** La conservación de aves y biodiversidad en paisajes rurales debe involucrar a las comunidades. Por esta razón, las investigaciones en biodiversidad de zonas cafeteras han tenido un enfoque participativo durante los últimos años en el Programa Biología de la Conservación de Cenicafe. A través de una estrategia de educación, hemos involucrado a las comunidades de caficultores en la investigación, con el propósito de fortalecer su conocimiento en temas ambientales y facilitar el desarrollo de acciones que promuevan la conservación de las aves y la biodiversidad. El objetivo de este trabajo es presentar los elementos de esa estrategia y, como evidencia del efecto de su aplicación, la experiencia en dos localidades. Hay seis elementos esenciales de la estrategia: promover la participación de la comunidad en todas las actividades, relacionar el objeto de estudio con la problemática ambiental de la localidad, comunicar los resultados a través de diferentes medios y con la mayor cobertura posible a toda la comunidad, escuchar las necesidades de la comunidad para tomar como punto de partida sus intereses, fortalezas y debilidades, apoyar iniciativas de conservación que provengan de la misma comunidad y respondan a un proceso de conocimiento y reflexión sobre su problemática ambiental y diseñar material lúdico y didáctico para el aprendizaje. Después de estudiar las aves con comunidades de caficultores durante tres años, los efectos positivos más evidentes, pero aún incipientes, se han presentado en dos localidades. En Guaduas, Cundinamarca, se inició la construcción del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) y en Acevedo, Huila, se inició la construcción del plan de manejo para los bosques de roble en los predios de los caficultores. Concluimos que la educación ambiental no solo fomenta la participación de la comunidad, sino que fortalece las iniciativas de conservación de las aves y la biodiversidad en paisajes rurales cafeteros.

**GÓMEZ E., J.P.; BOTERO E., J.E. Evaluación del papel de las certificaciones ambientales al café en la conservación de la biodiversidad: un enfoque en las comunidades de aves.**

**RESUMEN:** La conservación de la biodiversidad en paisajes rurales requiere del diseño de estrategias y herramientas que apunten a objetivos claros basados en información acerca del aporte que cada tipo de hábitat hace a nivel regional. Nuestro objetivo fue comparar el aporte que hacen los hábitats a la conservación de las aves según su grado de intervención y nivel de cobertura arbórea, y a partir de este análisis sugerir herramientas de manejo de paisaje en tres localidades de la zona cafetera colombiana (Antioquia, Santander y Valle). Con base en la caracterización de la comunidad de aves en elementos representativos del paisaje de cada localidad, construimos y comparamos cuatro indicadores que permitieron ordenar los hábitats según su importancia para la conservación de las aves. Dos de estos indicadores estuvieron basados en el número de especies y reflejaron la diversidad, los otros dos en la identidad de las especies y tuvieron en cuenta su vulnerabilidad y dependencia hacia el hábitat. Utilizar indicadores que valoren características de la historia de vida de las especies, dándole más peso a aquellas con prioridad de conservación y a los hábitats de que dependen, arrojan resultados diferentes que utilizar sólo la riqueza de especies. Las mejores estrategias para maximizar la diversidad son aquellas que apuntan al establecimiento y mantenimiento de sistemas de producción amigables con las aves. Para la persistencia de especies vulnerables es necesario proteger y enriquecer los remanentes de vegetación natural y semi-natural. El papel de los hábitats con coberturas semi-abiertas parece estar ligado a la conectividad del paisaje pero se requieren más estudios que lo evalúen directamente. Concluimos que al analizarse los inventarios de biodiversidad en paisajes rurales con el fin de proponer herramientas es importante tener en cuenta tanto la diversidad de aves en cada hábitat como la importancia relativa de conservación de las especies.

**SÁNCHEZ C., L.M.; BOTERO E., J.E.; DURÁN, S.M. Evaluación del aporte a la conservación de las aves de hábitats en tres paisajes cafeteros colombianos.**

**RESUMEN:** La conservación de la biodiversidad en paisajes rurales requiere del diseño de estrategias y herramientas que apunten a objetivos claros basados en información acerca del aporte que cada tipo de hábitat hace a nivel regional. Nuestro objetivo fue comparar el aporte que hacen los hábitats a la conservación de las aves según su grado de intervención y nivel de cobertura arbórea, y a partir de este análisis sugerir herramientas de manejo de paisaje en tres localidades de la zona cafetera colombiana (Antioquia, Santander y Valle). Con base en la caracterización de la comunidad de aves en elementos representativos del paisaje de cada localidad, construimos y comparamos cuatro indicadores que permitieron ordenar los hábitats según su importancia para la conservación de las aves. Dos de estos indicadores estuvieron basados en el número de especies y reflejaron la diversidad, los otros dos en la identidad de las especies y tuvieron en cuenta su vulnerabilidad y dependencia hacia el hábitat. Utilizar indicadores que valoren características de la historia de vida de las especies, dándole más peso a aquellas con prioridad de conservación y a los hábitats de que dependen, arrojan resultados diferentes que utilizar solo la riqueza de especies. Las mejores estrategias para maximizar la diversidad son aquellas que apuntan al establecimiento y mantenimiento de sistemas de producción amigables con las aves. Para la persistencia de especies vulnerables es necesario proteger y enriquecer los remanentes de vegetación natural y semi-natural. El papel de los hábitats con coberturas semi-abiertas parece estar ligado a la conectividad del paisaje pero se requieren más estudios que lo evalúen directamente. Concluimos que al analizarse los inventarios de biodiversidad en paisajes rurales con el fin de proponer herramientas es importante tener en cuenta tanto la diversidad de aves en cada hábitat como la importancia relativa de conservación de las especies.

- **CONGRESO del Sur Occidente Colombiano sobre Manejo de Residuos Sólidos. Popayán (Colombia), Agosto 16 - 18, 2007. Popayán (Colombia), Universidad del Cauca, 2007.**

---

**ZAMBRANO F., D.A. Manejo del agua y subproductos en el proceso convencional de beneficio húmedo del café.**

**RESUMEN:** En esta ponencia, se resalta la importancia del manejo adecuado del agua y de los subproductos resultantes del beneficio húmedo del café, con el fin de evitar que se puedan convertir en una fuente de contaminación del medio ambiente.

---

**ZAMBRANO G., A.J.; ZAMBRANO F., D.A. Sistemas de tratamiento anaerobio beneficio húmedo del café.**

En este documento se presenta el Sistema de Modular de Tratamiento Anaerobio - SMTA para el tratamiento de las aguas residuales del lavado - ARL, para tratar las aguas mieles y el Sistema Integral de Tratamiento Anaerobio de Lixiviados - SITAL, tecnologías generadas en Cenicafé, fruto de 20 años de investigación.

- 
- **CONGRESO de Ornitología Neotropical, 8. Maturín (Venezuela), Mayo 13-19, 2007. Programa y libro de resúmenes. Caracas (Venezuela), Unión Venezolana de Ornitología, 2007.**

---

**GÓMEZ E., J.P.; BOTERO E., J.E. Evaluación del papel de las certificaciones ambientales al café en la conservación de la biodiversidad: un enfoque en las comunidades de aves.**

**RESUMEN:** La conservación de la biodiversidad en paisajes rurales requiere del diseño de estrategias y herramientas que apunten a objetivos claros basados en información acerca del aporte que cada tipo de hábitat hace a nivel regional. Nuestro objetivo fue comparar el aporte que hacen los hábitats a la conservación de las aves según su grado de intervención y nivel de cobertura arbórea, y a partir de este análisis sugerir herramientas de manejo de paisaje en tres localidades de la zona cafetera colombiana (Antioquia, Santander y Valle). Con base en la caracterización de la comunidad de aves en elementos representativos del paisaje de cada localidad, construimos y comparamos cuatro indicadores que permitieron ordenar los hábitats según su importancia para la conservación de las aves. Dos de estos indicadores estuvieron basados en el número de especies y reflejaron la diversidad, los otros dos en la identidad de las especies y tuvieron en cuenta su vulnerabilidad y dependencia hacia el hábitat. Utilizar indicadores que valoren características de la historia de vida de las especies, dándole más peso a aquellas con prioridad de conservación y a los hábitats de que dependen, arrojan resultados diferentes que utilizar sólo la riqueza de especies. Las mejores estrategias para maximizar la diversidad son aquellas que apuntan al establecimiento y mantenimiento de sistemas de producción amigables con las aves. Para la persistencia de especies vulnerables es necesario proteger y enriquecer los remanentes de vegetación natural y semi-natural. El papel de los hábitats con coberturas semi-abiertas parece estar ligado a la conectividad del paisaje pero se requieren más estudios que lo evalúen directamente. Concluimos que al analizarse los inventarios de biodiversidad en paisajes rurales con el fin de proponer herramientas es importante tener en cuenta tanto la diversidad de aves en cada hábitat como la importancia relativa de conservación de las especies.

**LENTIJO J., G.M.; ARBELÁEZ A., D.; CASTELLANOS S., O.; FRANCO R., N.G.; LÓPEZ L., A.M.; BOTERO E., J.E. La investigación participativa como una herramienta de conservación de las aves en zonas cafeteras de colombiana.**

**RESUMEN:** La investigación participativa, definida como un trabajo conjunto entre investigadores y comunidades locales, es una metodología que ha mostrado utilidad en estudios de biodiversidad y como herramienta para promover su conservación. Desde el 2004, en Cenicafé estamos desarrollando un programa de censos periódicos con comunidades para estudiar las aves y promover su conservación en 20 localidades de la zona cafetera colombiana. Desarrollando este programa hemos identificado elementos importantes para lograr nuestros objetivos: 1. Trabajamos con grupos de productores organizados que manifiestan su interés desde el principio; 2. Implementamos un programa de educación sobre las aves, su conservación y los métodos para estudiarlas, que incluye actividades lúdicas y de investigación en el campo en las que participan grupos diversos con personas de distintas edades; 3. Creamos espacios de discusión y evaluación, buscando atender los intereses de la comunidad y apoyar sus iniciativas de conservación y comercialización de café sostenible; 4. Mantenemos una comunicación continua y directa que resulta esencial para el establecimiento de la confianza y el compromiso de los participantes; 5. Periódicamente enviamos los resultados y avances a cada grupo, a través de informes y publicaciones en las que resaltamos su significado y trascendencia, escritos en un lenguaje apropiado para la comunidad. Hemos comprobado los efectos positivos de la investigación participativa en la conservación, ya que permite enriquecer el conocimiento sobre las aves y la biodiversidad, afianzar el sentido de pertenencia hacia el entorno natural en la comunidad y promover la iniciativa y la participación comunitaria en la conservación y valoración de los servicios ambientales. Además se fortalecen los grupos de caficultores y los resultados apoyan los procesos de obtención de las certificaciones ambientales del sistema productivo del café.

**LÓPEZ L., A.M.; BOTERO E., J.E.; TORRES R., G. Evaluación de las cañadas arborizadas como corredores biológicos para las aves de bosque en la región cafetera colombiana.**

**RESUMEN:** Los corredores biológicos han sido propuestos como una herramienta que aumenta la conectividad del paisaje. Pero aún se carece de evidencias acerca de su verdadera utilidad en todos los paisajes. En el presente estudio evaluamos la funcionalidad de la cañada arborizada en la zona cafetera del Quindío, Colombia, como corredor biológico para las aves de interior de bosque. Empleando la técnica de marcaje y recaptura buscamos, durante siete meses, detectar los desplazamientos de individuos entre tres fragmentos de bosque inmersos en una matriz de café a libre exposición y praderas. Dos de estos fragmentos están conectados por una cañada arborizada de 1,3 km de largo y entre 10 y 50 m de ancho; el tercero está aislado por un potrero de 150 m. Instalamos cuatro estaciones de captura, en cada uno de los fragmentos y en la cañada arborizada. En un esfuerzo de muestreo de 4.752,5 horas red, marcamos 636 individuos de 84 especies de los cuales 113 fueron recapturados. Veintiocho individuos (4,4% del total marcado) de 14 especies, se desplazaron entre estaciones conectadas por la cañada; cuatro se desplazaron en más de una ocasión. La mayoría de estos desplazamientos se realizaron desde o hacia la estación ubicada en la cañada. No detectamos desplazamientos que involucraran el fragmento aislado. Entre las especies que se desplazaron encontramos 10 de interior de bosque, tres de bosque que ocasionalmente visitan zonas abiertas y una de zonas abiertas. Encontramos un 43,7% de similitud entre las estaciones conectadas y solo 27% entre éstas y el fragmento aislado. Estas observaciones documentan el valor de las cañadas como corredores para las aves.

**LENTIJO J., G.M.; ARBELÁEZ A., D.; CASTELLANOS S., O.; FRANCO R., N.G.; LÓPEZ L., A.M.; BOTERO E., J.E. La investigación participativa como una herramienta de conservación de las aves en zonas cafeteras de colombiana.**

**RESUMEN:** La investigación participativa, definida como un trabajo conjunto entre investigadores y comunidades locales, es una metodología que ha mostrado utilidad en estudios de biodiversidad y como herramienta para promover su conservación. Desde el 2004, en Cenicafé estamos desarrollando un programa de censos periódicos con comunidades para estudiar las aves y promover su conservación en 20 localidades de la zona cafetera colombiana. Desarrollando este programa hemos identificado elementos importantes para lograr nuestros objetivos: 1. Trabajamos con grupos de productores organizados que manifiestan su interés desde el principio; 2. Implementamos un programa de educación sobre las aves, su conservación y los métodos para estudiarlas, que incluye actividades lúdicas y de investigación en el campo en las que participan grupos diversos con personas de distintas edades; 3. Creamos espacios de discusión y evaluación, buscando atender los intereses de la comunidad y apoyar sus iniciativas de conservación y comercialización de café sostenible; 4. Mantenemos una comunicación continua y directa que resulta esencial para el establecimiento de la confianza y el compromiso de los participantes; 5. Periódicamente enviamos los resultados y avances a cada grupo, a través de informes y publicaciones en las que resaltamos su significado y trascendencia, escritos en un lenguaje apropiado para la comunidad. Hemos comprobado los efectos positivos de la investigación participativa en la conservación, ya que permite enriquecer el conocimiento sobre las aves y la biodiversidad, afianzar el sentido de pertenencia hacia el entorno natural en la comunidad y promover la iniciativa y la participación comunitaria en la conservación y valoración de los servicios ambientales. Además se fortalecen los grupos de caficultores y los resultados apoyan los procesos de obtención de las certificaciones ambientales del sistema productivo del café.

**LÓPEZ L., A.M.; BOTERO E., J.E.; TORRES R., G. Evaluación de las cañadas arborizadas como corredores biológicos para las aves de bosque en la región cafetera colombiana.**

**RESUMEN:** Los corredores biológicos han sido propuestos como una herramienta que aumenta la conectividad del paisaje. Pero aún se carece de evidencias acerca de su verdadera utilidad en todos los paisajes. En el presente estudio evaluamos la funcionalidad de la cañada arborizada en la zona cafetera del Quindío, Colombia, como corredor biológico para las aves de interior de bosque. Empleando la técnica de marcaje y recaptura buscamos, durante siete meses, detectar los desplazamientos de individuos entre tres fragmentos de bosque inmersos en una matriz de café a libre exposición y praderas. Dos de estos fragmentos están conectados por una cañada arborizada de 1,3 km de largo y entre 10 y 50 m de ancho; el tercero está aislado por un potrero de 150 m. Instalamos cuatro estaciones de captura, en cada uno de los fragmentos y en la cañada arborizada. En un esfuerzo de muestreo de 4.752,5 horas red, marcamos 636 individuos de 84 especies de los cuales 113 fueron recapturados. Veintiocho individuos (4,4% del total marcado) de 14 especies, se desplazaron entre estaciones conectadas por la cañada; cuatro se desplazaron en más de una ocasión. La mayoría de estos desplazamientos se realizaron desde o hacia la estación ubicada en la cañada. No detectamos desplazamientos que involucraran el fragmento aislado. Entre las especies que se desplazaron encontramos 10 de interior de bosque, tres de bosque que ocasionalmente visitan zonas abiertas y una de zonas abiertas. Encontramos un 43,7% de similitud entre las estaciones conectadas y solo 27% entre éstas y el fragmento aislado. Estas observaciones documentan el valor de las cañadas como corredores para las aves.

- **SEMINARIO Internacional de Cambio Climático, 1. Santa Rosa de Cabal (Colombia), Agosto 16-17, 2007. Santa Rosa de Cabal (Colombia), UNISARC, 2007.**

**JARAMILLO R., A. La historia del cambio climático.**

**RESUMEN:** El clima de la Tierra ha estado en permanente cambio. Un cambio climático es una variación en el clima observada durante largos períodos. La variabilidad climática, se refiere a las fluctuaciones en el clima observadas durante períodos relativamente cortos. El clima es complejo y caótico y su variación se debe a interacciones entre los sistemas atmósfera - tierra - océanos - hielos - continentes, cualquier modificación en alguno de estos sistemas origina los cambios. La paleoclimatología estudia los climas del pasado por diferentes métodos, entre ellos, datos históricos de clima, paisajes en las pinturas de algunos artistas, por el espesor de los anillos de los árboles, por el polen fósil depositado, por la variación isotópica en: los arrecifes de coral, en los casquetes polares, en glaciares y en los sedimentos terrestres y marinos. Se describe cómo influyen en el clima de la Tierra las variaciones orbitales descritas por Milankovitch (excentricidad, oblicuidad y precesión), las manchas solares, la formación de los continentes (epirogénesis), la formación de las montañas (orogénesis), la actividad volcánica, las circulaciones superficial y profunda de los océanos, la variación en la composición atmosférica. En Colombia según los registros paleoclimáticos realizados en depósitos de polen por T. van der Hammen, entre el período 35.000 a 14.000 años antes del presente, se tenía una temperatura del aire 8°C inferior a la actual y entre el período 14.000 a 6.500 años antes del presente, las temperaturas estaban entre 1 y 2°C superior a la actual.

**JARAMILLO R., A. Variabilidad climática en Colombia.**

**RESUMEN:** Se exponen los principales sistemas climáticos que influyen en la variabilidad climática en Colombia, como son: El Niño - La Niña - Oscilación del Sur (ENSO), la Zona de Confluencia Inter-Tropical (ZCIT), las Ondas del Este y los huracanes del Atlántico asociados a estas ondas, la Corriente en chorro del Chocó con su máxima actividad entre los 5° y 6° Norte que dan origen a mayores cantidades de lluvia en el segundo semestre del año, la Oscilación de Madden - Julian, la Oscilación Decadal del Pacífico y la Oscilación del Atlántico Norte. Se plantean a partir de las series históricas obtenidas en la red climática de Federacafé-Cenicafé algunos ejemplos de posible variabilidad en la temperatura del aire, la lluvia y el brillo solar para algunas localidades de la zona cafetera de Colombia.

- **SEMINARIO Internacional de Ingeniería Agrícola, 4. Portoviejo (Ecuador), Junio 20 - 22, 2007.**

**OLIVEROS T., C.E. Equipo para asistir la cosecha manual de café.**

**RESUMEN:** La cosecha es la actividad con mayor participación en la estructura de costos de producción de café en Colombia. Adicionalmente en los últimos años se ha presentado déficit de mano de obra en las épocas de mayor flujo de cosecha en algunas regiones. En esta investigación se busca desarrollar tecnologías viables para la cosecha selectiva de café en las condiciones colombianas, caracterizada principalmente por la desuniformidad de la maduración, cafetales de alta densidad localizados en terrenos de alta pendiente y presencia de lluvias en la época de la cosecha. Se desarrolló y evaluó

un dispositivo portátil, de bajo peso, accionado con baterías. El desprendimiento de los frutos se logra al golpearlos con dos impactadores, fabricados en teflón, que giran a 1.100 rpm. La energía proveniente del motor y la inercial del mecanismo permite el desprendimiento simultáneo de hasta 4 frutos. Con el nuevo dispositivo se logra desprender frutos individual o masivamente, en racimos con alta concentración de frutos maduros, evitando el *therblig* sostener, que según Vélez *et al.* (1999) en cosecha manual demanda el 40% del tiempo empleado en un ciclo de recolección. En ensayos con el equipo en árboles de café variedad Colombia roja, de segunda cosecha, sembrados a 1,5 m x 1,0 m, con carga y porcentaje promedio de frutos maduros al momento de la cosecha de 1,43 kg y 80,7%, respectivamente, se logró un rendimiento neto de 33,7 kg/h, superior al observado en cosecha manual tradicional en cafetales con similares características (12 kg/h a 15 kg/h), 4,3% de frutos inmaduros en la masa cosechada, desprendimiento de frutos maduros del 80% y reducción en el costo unitario de cosecha en relación con el método tradicional de hasta 60%. Los resultados anteriores indican que el nuevo dispositivo es una herramienta promisoría para asistir la recolección manual del café en los pases de mayor flujo, en regiones donde la cosecha se presente más concentrada. Con su empleo se puede obtener café de alta calidad con eficacias cercanas a las observadas en cosecha manual tradicional a menor costo.

---

**SANZ U., J.R. Nueva tecnología para el procesamiento ecológico de café por vía húmeda - BECOLSUB.**

**RESUMEN:** El proceso de beneficio húmedo es clave para la obtención de café de alta calidad física y en taza. En el proceso tradicional se remueven estructuras de los frutos de café como la pulpa y el mucílago utilizando grandes volúmenes de agua (más de 40 litros/kg de café seco), la cual se contamina por la materia orgánica liberada. Con el fin de disminuir el impacto en las fuentes de agua generado en el beneficio húmedo tradicional en Cenicafé se desarrolló una tecnología denominada BECOLSUB (Beneficio ECOLógico y manejo de los SUBproductos) que permite realizar el beneficio húmedo, utilizando menos de 1 litro/kg de café seco evitando hasta el 95% de la contaminación potencial de las aguas. En la nueva tecnología se integran tres conceptos: 1. Deslupado sin agua, aprovechando resultados obtenidos en Cenicafé que demostraron que es posible deslupar sin agua en los equipos utilizados sin afectar la calidad y el rendimiento de la máquina; 2. Desmucilaginado mecánico, utilizando un equipo de flujo vertical ascendente desarrollado en Cenicafé que retira más del 97% del mucílago, lava y limpia el café utilizando eficientemente el agua suministrada, denominado DESLIM (DESmucilaginado, lavador y LIMpiador); 3. Mezclado de pulpa y mucílago liberado en el DESLIM, utilizando un tornillo sinfín, que, adicionalmente, las descarga en el sitio o estructura prevista para su transformación a lombrinaza, con empleo de la lombriz roja californiana. Los resultados obtenidos en paneles en Colombia y el exterior han demostrado que con la nueva tecnología se obtiene café de alta calidad, superior o igual a la obtenida con proceso de beneficio realizado con buen control. La tecnología se ha entregado a los caficultores en cinco modelos para procesar 100, 300, 600, 1.000 y 2.500 kg de cerezas/hora. Después de más de once años de su lanzamiento, se estima que el 30% de la producción colombiana es procesada por ese método, y que hay cerca de 12.000 unidades de diferentes capacidades funcionando en el país. Adicionalmente, la tecnología también se ha exportado a otros países en América, Asia y África obteniendo también excelentes resultados en términos de bajo consumo específico de agua, reducción en la contaminación a la fuentes de agua, posibilidad de agregar valor a los subproductos del proceso (mucílago y pulpa), obteniendo café de alta calidad física y en taza.

- **SEMINARIO Internacional en Genómica, Proteómica, Bioinformática y Biología de Sistemas, 1. Popayán (Colombia), Octubre 25-27, 2006.**

**CRISTANCHO A., M.A.; RIVERA S., L.F.; OROZCO S., C.E.; CHALARCA L., A.F.; MUELLER, L.**  
**Desarrollo de una plataforma para el proyecto de genómica del café en Colombia.**

**RESUMEN:** Se ha implementado una plataforma de Bioinformática basada en servicios Web, que funciona como una fuente de información genómica de café y otros organismos estudiados en Cenicafé en Colombia. La plataforma de Bioinformática incluye un sitio de entrada LIMS (Laboratory Integrated Management System), la implementación de los servicios del wEMBOSS, desarrollos locales de herramientas en el lenguaje de programación perl para análisis de datos, InterproScan para anotación de dominios de secuencias y la implementación de wBLAST and wNetBLAST entre otras herramientas. Aunque el sistema SGN ha sido desarrollado principalmente como un recurso orientado a genómica de plantas, la plataforma de Cenicafé ha implementado nuevos desarrollos y bases de datos para el análisis y anotación de otros organismos tales como hongos e insectos. Las bases de datos de Cenicafé contienen más de 40.000 secuencias de ESTs de café, organizados en 9.257 unigenes de *C. arabica* y 1.239 unigenes de la especie *C. liberica*, 6.000 secuencias de ESTs de la especie *B. bassiana* y 4.000 secuencias de ESTs de la especie *H. hampei*, adicionales a las más de 100.000 secuencias de especies de Solanáceas anotadas en SGN. Las secuencias se anotan basados en comparación con secuencias de Solanáceas, Arabidopsis, Swissprot y GenBank y los dominios de proteínas se anotan usando InterproScan. El sistema implementará en el futuro muy cercano una base de datos de recursos genéticos de café desarrollada por Cenicafé, una plataforma de proteómica, una base de datos para la anotación de más de 80.000 secuencias de BAC-ends y sus respectivos "fingerprints" y una base de datos para la anotación de resultados de experimentos de Microarrays. Para estos desarrollos se ha establecido una estrecha colaboración con el grupo de Bioinformática de TIGR.

- **SEMINARIO Nacional de Producción Limpia de Cafés Especiales. Santa Rosa de Cabal (Colombia), Mayo 30-31, 2007.**

**PUERTA Q., G.I. Buenas prácticas agrícolas para el café.**

**RESUMEN:** La calidad del café de Colombia ha sido una de las ventajas competitivas de los caficultores en el mercado internacional. Colombia es reconocido como primer productor de café de calidad suave y ha ocupado en los últimos años entre el segundo y el tercer puesto por cantidad exportada después de Brasil y Vietnam. En esta ponencia se presentan los conceptos y componentes de la calidad del café, se describen los procesos realizados en Colombia para la producción de café y se analizan los peligros para la inocuidad del café, que pueden presentarse en la producción agrícola en la finca. Se presentan en detalle las Buenas Prácticas Agrícolas para el Café (BPA), incluyendo al personal, su seguridad social, salud, seguridad, capacitación e higiene; el diseño, y ubicación de las instalaciones y equipos; los Procedimientos Operacionales Estándar de Saneamiento, (POES) y los controles y prácticas que los caficultores deben efectuar durante el cultivo, el beneficio, el secado, el empaque, el almacenamiento y el transporte del café producido en la finca, para mantener la calidad del producto y el cuidado del medio ambiente. Se destaca la información y los análisis requeridos para el seguimiento de la trazabilidad del café. Se concluye que la aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura debe convertirse en la meta y en la forma de realizar todas las actividades en la finca y en la industria del café, con el fin de asegurar y garantizar la calidad y la inocuidad del café de Colombia exportado y consumido, mejorar la competitividad y mejorar la calidad de vida de los caficultores.

- **SIMPOSIO Latinoamericano de Citogenética y Evolución, 2. Palmira (Colombia), Agosto 15-18, 2007. Memorias. Palmira (Colombia), Universidad Nacional de Colombia, 2007.**

**HERRERA P., J.C.; CAMAYO V., G.C.; LASHERMES, P. Aplicación de métodos citogenéticos para el estudio del genoma del café.**

**RESUMEN:** El desarrollo y adaptación de las nuevas técnicas citogenéticas en las plantas, a abierto grandes posibilidades de aplicación para el mejoramiento genético de especies tropicales cultivadas hasta ahora recalcitrantes y poco conocidas. Gracias a su versatilidad y precisión, la citogenética molecular se ha convertido en una herramienta clave para el análisis de la estructura y función de los genomas vegetales, ofreciendo información complementaria de gran utilidad para los proyectos de mapeo genético y mapeo físico. A pesar de su utilización cada vez más generalizada, la citogenética molecular apenas comienza a ser familiar para los investigadores que trabajan en cultivos como la caña de azúcar, el banano o el café. En esta ponencia se presentan algunas aplicaciones específicas de las técnicas citogenéticas que están siendo utilizadas en Cenicafé para el estudio de la estructura y organización del genoma del café. Las principales aplicaciones incluyen: la determinación del nivel de ploidía en genotipos de interés, el estudio de la relación de homología en genomas híbridos de origen interespecífico y la utilización de FISH en el mapeo físico de regiones específicas.

- **SOLANACEAE Genome Workshop, 4. Jeju Island (Corea), Septiembre 9-13, 2007. Metabolomics and Nutrigenomics. Seoul (Corea), Seoul National University, 2007.**

**MONCADA B., M. DEL P.; CRISTANCHO A., M.A.; GAITÁN B., A.L.; ACUÑA Z., J.R.; GÓNGORA B., C.E.; HERRERA P., J.C.; POSADA S., H.E. Coffee genome project in Colombia, objectives and advances.**

**ABSTRACT:** The coffee genome project in Colombia, has as a main goal, to identify regions of the genome responsible for the expression of characters of economic importance such as yield, resistance to coffee leaf rust, resistance to CBD, resistance coffee berry borer, and the factors responsible for the quality of the beverage. The identification of those regions is done using different tools such as libraries (cDNA, genomic, BAC), that allow the characterization of genes and the development of molecular markers linked to these genes, that can be used for the identification of putative sequences responsible for those characters. Using other tools as genetic maps to locate these sequences and markers on the genome, and to study their genetics, to be able to manipulate their transference to new improved varieties. In summary, the project of the coffee genome, combine different strategies, techniques and methodologies with the purpose of establishing sources of interested genes exploring available germoplasm, to develop new varieties that give answer to different biotic and abiotic stresses that are present in coffee crop, maintaining and improving the quality of the Colombian coffee, as well as to accelerate the selection process decreasing the time and the cost required for the development of new varieties. In this work the results obtained so far during the development of the project are presented. The development of this project is in collaboration with Cornell, Maryland, and Arizona universities at USA and the IRD in France. Financial support from FEDERACAFE and the Ministry of Agriculture of Colombia.

■ **SIMPOSIO Internacional Broca del Café. La broca del café en América Tropical: hallazgos y enfoques. Acapulco (México), Junio 17-21, 2007.**

**BENAVIDES M., P. Aspectos genéticos de la broca del café.**

**RESUMEN:** La broca del café (*Hypothenemus hampei*) posee un comportamiento reproductivo que la hace altamente endogámica. Este mecanismo conlleva a que el insecto posea una muy baja variabilidad genética lo cual le proporciona habilidades y debilidades únicas de la especie. La proporción de machos y hembras es de 10 a 1, característica común en este tipo de especies. Tanto los machos como las hembras de una misma progenie se aparean en el interior de los granos de café infestados, por tanto la reproducción ocurre mediante cruces fraternos. Esta situación se acentúa aún más por ser un insecto que presenta haplo-diploidía funcional, es decir, los machos no expresan ni transmiten sus cromosomas paternos a pesar de ser diploides. Previos hallazgos han sugerido que la probacteria endosimbionte *Wolbachia*, que está presente en la broca, puede estar involucrada en este último mecanismo. Nuevas investigaciones han sido diseñadas para proveer un mejor entendimiento de la genética de la broca. La técnica AFLP (Polimorfismo de Longitud de Fragmentos Amplificados), usada para generar huellas moleculares, fue utilizada para detectar diferencias genéticas en ácido desoxirribonucleico (ADN) genómico proveniente de 100 muestras de brocas recolectadas en 17 países de África, Asia y América; este análisis permitió determinar la biogeografía de este insecto en el mundo y generar la relación genética existente entre las muestras. Posteriormente, se realizó un análisis similar para determinar la variación genética de la broca en Colombia sobre 66 muestras. Se estableció además la relación existente entre las brocas presentes en Latinoamérica y las islas del Caribe. Finalmente, se discuten diferentes estrategias de control genético en insectos y las posibilidades de utilizarlas dentro de un esquema de manejo integrado.

**DIV 0602 - Reuniones técnicas**

Se programaron 51 reuniones con investigadores de Cenicafé, los extensionistas y los caficultores de distintos departamentos.

**DIV 0603 - Días de campo**

Se coordinó la realización de 7 días de campo con caficultores de los diferentes Comités de Cafeteros del país.

## IV. PRODUCTOS

Producto	2007
Ponencias	73
Capítulo de libro	35
Seminarios	37
Artículos revista Cenicafé	24
Tesis pregrado	18
Artículos revistas nacionales	17
Avances técnicos	13
Artículos revista extranjera	7
Pósteres	3
Folleto	3
Conferencias	5
Libros	3
Tesis maestría	2
Biocarta	1
Boletín Técnico	1
Anuario	1
Patentes	5
Tesis doctorado	1
Cursos de capacitación	18
Días de campo	30
Visitas al portal	753.491
Distribución de publicaciones	103.267
Visitas a las instalaciones de Cenicafé	151
Visitantes a las instalaciones de Cenicafé	3.717
Visitantes a las Subestaciones	10.419
Distribución de semilla de variedades de porte bajo resistentes a la roya	39.874,5
Distribución de semilla variedad Tabi	1.750
Suscriptores nacionales	11.545
Suscriptores internacionales	546

## ■ Productos por Disciplinas

Disciplinas	Total	POC	CAP	SEM	ARC	TESIS	ARN	AVT	ARE	POST	FLL	LIBR	CONFE	TESM	BIC	TESD	BOT	PAT	ANU
Agroclimatología	9	2		1	2		1				2								1
Biología de la Conservación	10	6				1			1	1					1				
Biometría	3				2	1													
Economía	20		17	1	1														
Entomología	51	27	1	4	3	3	5	2	3	1		1		1					
ETIA	11		5	1	1		1	1			1						1		
Fisiología	5			1			2												
Fitotecnia	16		11	1		2	1					1							
Ingeniería Agrícola	26	7		4	5	2	2	4		1								2	
Mejoramiento Genético	33	18		7	2		3		2						1			1	
Fitopatología	14			5	2	3	2		1			1							
Calidad y Manejo Ambiental	8	3				2		2						1					
Suelos	30	10	1	3	6	4	1	3				1	1						
TOTAL	236	73	35	28	24	18	17	13	7	3	3	3	5	2	1	1	1	1	1

POC: Ponencias; CAP: Capítulos de libros; SEM: Seminarios; ARC: Artículos Revista Cenicafé; ARN: Artículos Revistas Nacionales; AVT: Avances Técnicos; ARE: Artículos Revistas Extranjeras; POST: Pósteres; FLL: Folletos; LIBR: Libros; CONFE: Conferencias; TESI: Tesis de Maestría; BIC: Biocarta; TESM: Tesis de Doctorado; BOT: Boletín Técnico; PAT: Patentes; ANU: Anuario.

## Productos por tipo

### ■ Anuario Meteorológico

Código	Título del Producto
32525	Anuario meteorológico cafetero 2005.

### ■ Artículos Revista Cenicafé

Código	Título del Producto
25795	Predación de <i>Hypothenemus hampei</i> por hormigas, durante el secado del café.
32722	Análisis de secuencias de genes de <i>Coffea arabica</i> var. Caturra.
32723	Aprovechamiento de la energía calórica de estufas campesinas para el secado del café en fincas.
32724	Características fenotípicas de componentes de Variedad Castillo en dos ambientes.
32725	Desgranador mecánico portátil para la cosecha del café – Descafé.
32726	Efecto de corto plazo de distintas fuentes de azufre sobre la acidez y la disponibilidad de este elemento en la zona radical del café ( <i>Coffea arabica</i> L.).
32727	Resistencia de <i>Eleusine indica</i> al glifosato en cafetales de la zona cafetera central de Colombia.
33239	Caracterización tecnológica de caficultores de economía campesina, de los principales municipios cafeteros de Colombia.
33240	Contribución de los componentes del método mejorado de cosecha en el desempeño operativo de los recolectores de café.
33242	Evaluación del equipo "Aroandes", un prototipo para la cosecha manual asistida de café.
33243	Evaluación de la resistencia al glifosato, de biotipos de <i>Erigeron bonariensis</i> provenientes de cafetales de la zona cafetera central colombiana.
33244	Incidencia y severidad de la mancha de hierro en plántulas de <i>Coffea arabica</i> en diferentes condiciones de nutrición.
33245	Composición elemental de frutos de café y extracción de nutrientes por la cosecha en la zona cafetera de Colombia.
33246	Evaluación de la concentración de los frutos maduros de café empleando técnicas no selectivas de recolección manual.
33247	Disminución del costo unitario de la cosecha de café con el empleo de un método de recolección manual asistido.
33248	Evapotranspiración de referencia en la región Andina de Colombia.
33249	Manejo de la llaga negra del cafeto.
33250	Recolección de frutos de café caídos al suelo.
33323	Cálculo de la humedad relativa del aire en diferentes horarios, en dos localidades cafeteras colombianas.
33324	Descomposición de la hojarasca y liberación de nutrientes de <i>Coffea arabica</i> , <i>Cordia alliodora</i> , <i>Pinus oocarpa</i> y <i>Eucalyptus grandis</i> , en sistemas agroforestales con café.
33325	Erosividad de las lluvias en la zona cafetera central y occidental del departamento de Caldas.
33326	Modelo experimental para el manejo de arvenses con electrocución.
33327	Morfología del sistema digestivo de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).
33328	Morfología del sistema reproductor femenino y masculino de <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).

■ **Artículos Revista Extranjera**

Código	Título del Producto
25380	Use of fluorescence in situ hybridization as a tool for introgression analysis and chromosome identification in coffee <i>Coffea arabica</i> L.
26327	Detection and identification of a group 16SrIII-related phytoplasma associated with coffee crispiness disease in Colombia.
32261	Phylogenetic origins of african and neotropical <i>Beauveria bassiana</i> s.l. pathogens of the coffee berry borer, <i>Hypothenemus hampei</i> .
32276	Inoculation and colonization of coffee seedlings <i>Coffea arabica</i> L. with the fungal entomopathogen <i>Beauveria bassiana</i> (Ascomycota: Hypocreales).
32748	Diversity and evolutionary relationships of entomopathogenic nematodes ( <i>Steinernematidae</i> and <i>Heterorhabditidae</i> ) from the Central Andean region of Colombia.
32811	Primer registro de <i>Centronycteris centralis</i> (Chiroptera: Emballonuridae) en los Andes colombianos.
33266	Through the genetic bottleneck: <i>O. rufipogon</i> as a source of trait-enhancing alleles for <i>O. sativa</i> .

■ **Artículos Revista Nacional**

Código	Título del Producto
25806	Aislamiento y caracterización morfológica de <i>Rosellinia pepo</i> Pat. en plantas de macadamia.
29184	Tablas de vida de <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) sobre tres introducciones de café.
29194	Inducción de resistencia con tres productos de origen biológico en plantas de café contra el ataque de la roya.
29906	Anatomía comparada del tracto digestivo en imagos del complejo picudo (Coleoptera: Curculionidae) asociados al cultivo del plátano.
29907	Inhibidores de $\alpha$ -amilasas de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> en diferentes especies vegetales.
29918	Diagnóstico sobre el manejo integrado de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae), con caficultores caldenses.
31714	La radiación solar; consideraciones para su estudio en las plantaciones de café <i>Coffea arabica</i> L.
32259	Características espectrales de la luz reflejada por frutos de café <i>Coffea arabica</i> .
32274	Comportamiento bioquímico y del intercambio gaseoso del lulo <i>Solanum quitoense</i> Lam. a plena exposición solar en el bosque húmedo montano bajo del oriente antioqueño colombiano.
32596	Relación entre dos sistemas de sombrio de café y algunas propiedades del suelo en la meseta de Popayán, Colombia.
32618	Una revisión sobre la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia.
32685	Redescubrimiento de <i>Heliconius weymeri submarginatus</i> , 98 años después de su aparente extinción y estudio de su complejo mimético con <i>Heliconius hecuba crispus</i> en el occidente de Colombia.
32689	Nuevos registros de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para Colombia.
32778	Selección de progenies de café resistentes a llaga macana <i>Ceratocystis fimbriata</i> Ellis & Halst.
32810	Pérdidas de presión en el transporte hidráulico de café por tubería PVC de 88mm.
33199	La citogenética molecular y su aplicación en el estudio de los genomas vegetales.
33262	Aplicación de una técnica de cromatografía de exclusión molecular para la purificación de AND en plantas de <i>Coffea</i> sp.

■ **Artículos Revista Extranjera**

Código	Título del Producto
25380	Use of fluorescence in situ hybridization as a tool for introgression analysis and chromosome identification in coffee <i>Coffea arabica</i> L.
26327	Detection and identification of a group 16SrIII-related phytoplasma associated with coffee crispiness disease in Colombia.
32261	Phylogenetic origins of african and neotropical <i>Beauveria bassiana</i> s.l. pathogens of the coffee berry borer, <i>Hypothenemus hampei</i> .
32276	Inoculation and colonization of coffee seedlings <i>Coffea arabica</i> L. with the fungal entomopathogen <i>Beauveria bassiana</i> (Ascomycota: Hypocreales).
32748	Diversity and evolutionary relationships of entomopathogenic nematodes ( <i>Steinernematidae</i> and <i>Heterorhabditidae</i> ) from the Central Andean region of Colombia.
32811	Primer registro de <i>Centronycteris centralis</i> (Chiroptera: Emballonuridae) en los Andes colombianos.
33266	Through the genetic bottleneck: <i>O. rufipogon</i> as a source of trait-enhancing alleles for <i>O. sativa</i> .

■ **Artículos Revista Nacional**

Código	Título del Producto
25806	Aislamiento y caracterización morfológica de <i>Rosellinia pepo</i> Pat. en plantas de macadamia.
29184	Tablas de vida de <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) sobre tres introducciones de café.
29194	Inducción de resistencia con tres productos de origen biológico en plantas de café contra el ataque de la roya.
29906	Anatomía comparada del tracto digestivo en imagos del complejo picudo (Coleoptera: Curculionidae) asociados al cultivo del plátano.
29907	Inhibidores de $\alpha$ -amilasas de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> en diferentes especies vegetales.
29918	Diagnóstico sobre el manejo integrado de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae), con caficultores caldenses.
31714	La radiación solar; consideraciones para su estudio en las plantaciones de café <i>Coffea arabica</i> L.
32259	Características espectrales de la luz reflejada por frutos de café <i>Coffea arabica</i> .
32274	Comportamiento bioquímico y del intercambio gaseoso del lulo <i>Solanum quitoense</i> Lam. a plena exposición solar en el bosque húmedo montano bajo del oriente antioqueño colombiano.
32596	Relación entre dos sistemas de sombrero de café y algunas propiedades del suelo en la meseta de Popayán, Colombia.
32618	Una revisión sobre la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), en Colombia.
32685	Redescubrimiento de <i>Heliconius weymeri submarginatus</i> , 98 años después de su aparente extinción y estudio de su complejo mimético con <i>Heliconius hecuba crispus</i> en el occidente de Colombia.
32689	Nuevos registros de especies de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) para Colombia.
32778	Selección de progenies de café resistentes a llaga macana <i>Ceratocystis fimbriata</i> Ellis & Halst.
32810	Pérdidas de presión en el transporte hidráulico de café por tubería PVC de 88mm.
33199	La citogenética molecular y su aplicación en el estudio de los genomas vegetales.
33262	Aplicación de una técnica de cromatografía de exclusión molecular para la purificación de AND en plantas de <i>Coffea</i> sp.

■ **Capítulos de Libro**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
32222	Crecimiento y desarrollo de la planta de café.
32223	Factores que determinan la productividad del cafetal.
32224	Establecimiento y administración del cafetal.
32225	Densidad de siembra y productividad de los cafetales.
32226	Renovación y administración de los lotes para estabilizar la producción de café en la finca.
32227	Las arvenses y su manejo en los cafetales.
32228	Producción de café en sistemas agroforestales.
32229	Cafés especiales.
32230	Producción de café en sistemas intercalados.
32231	Las buenas prácticas agrícolas en la caficultura.
32275	Coffee insects: ecology and control.
32780	Sostenibilidad y café sostenible: introducción.
32781	La biodiversidad: conceptos básicos y datos.
32782	El medio ambiente: datos básicos relevantes a la producción de café.
32783	El medio ambiente: iniciativas nacionales e internacionales.
32784	Desarrollo sostenible en las regiones cafeteras.
32785	Café y el medio ambiente.
32786	Introducción a los indicadores.
32787	Acerca de un sistema de indicadores para la evaluación del estado de la finca.
32788	Descripción del uso actual de la biodiversidad por parte de los caficultores.
32789	Percepción de los caficultores acerca de la biodiversidad.
32790	La finca como negocio: una visión fundamental de la caficultura sostenible.
32791	Trabajando con los caficultores.
32792	Trabajando con los agentes interesados: Stakeholders.
32793	Estándares voluntarios para el manejo de café sostenible.
32794	Seleccionando un esquema de caficultura sostenible.
32795	Esquemas sostenibles de café: algunos aspectos para tener en cuenta en su implementación.
32796	Más allá de la certificación: una mirada más amplia.
32803	Fundamentos sobre sistemas de producción.
32804	Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en los sistemas de producción de café.
33257	Sistema integrado de gestión en café. Módulo 2. Lección 1. Generalidades del sistema integrado de gestión.
33258	Sistema integrado de gestión en café. Módulo 2. Lección 2. Fases para la implementación del sistema integrado de gestión.
33259	Sostenibilidad social. Módulo 3. Lección 1. Responsabilidad social en el sistema integrado de gestión.
33260	Sostenibilidad ambiental. Módulo 4. Lección 1. Responsabilidad ambiental en el sistema integrado de gestión.
33261	Sostenibilidad técnica. Módulo 5. Lección 1. Responsabilidad técnica en el sistema integrado de gestión.

■ **Conferencias**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
32877	Aspectos genéticos de la broca del café.
33131	La acidez del suelo: Un factor determinante en el crecimiento y producción de los cultivos.
33279	Micorrizas en agroecosistemas colombianos.
33319	Análisis del crecimiento vegetal a través de funciones polinomiales.
33320	Intercambio gaseoso en hojas individuales de café <i>Coffea arabica</i> variedad Caturra de acuerdo con su edad y ubicación en el dosel.

■ **Folleto**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
32335	Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana; el eucalipto <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden.
33263	Caracterización del clima y de la disponibilidad hídrica. Ecotopo 105B. Departamento de Antioquia.
33265	Caracterización del clima y de la disponibilidad hídrica. Ecotopo 204A. Departamentos de Antioquia y Caldas.

■ **Libro**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
32777	Caracterización de la fertilidad de los suelos de la zona cafetera del Valle del Cauca.
32779	Guía para la caficultura sostenible en Colombia: un trabajo articulado con los caficultores, extensionistas y la comunidad.
32802	Sistemas de producción de café en Colombia.

■ **Patentes**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
33255	Equipo y proceso para el beneficio ecológico del café y de los subproductos. Número MX 244040
	Equipo y proceso para el beneficio ecológico del café y de los subproductos. Expediente: PI-1996 0089
	Alimentador de frutos de manera individual con acondicionamiento de materia prima (Solicitud)
	Sistema de clasificación y selección de frutos por color (Solicitud)
	$\beta$ -Mannanase from coffee berry borer ( <i>Hypothenemus hampei</i> ) and uses thereof. Application number: 60866705

■ Ponencias

Código	Título del Producto
23861	Infestation risk analysis for coffee berry borer <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae) in processed green coffee beans.
25031	La historia del cambio climático.
32376	Evaluación de una herramienta para la cosecha del café "Descafé III".
32377	Diseño, construcción y evaluación de una máquina portátil para la cosecha semi-mecanizada de café.
32378	Cosecha mecanizada de café de alta capacidad.
32379	Evaluación técnico económica de un sistema de cosecha manual asistida del café. ING 0154
32380	Alternativas para el secado solar del café en Colombia.
32634	Coffee endophytes and the coffee berry borer.
32750	Diseño de una estrategia integrada para el estudio y caracterización de la resistencia incompleta a la roya del café ( <i>Hemileia vastatrix</i> ).
32751	Variedad Castillo de <i>Coffea arabica</i> , cultivar compuesto con resistencia durable a <i>Hemileia vastatrix</i> .
32752	Herencia de la resistencia incompleta a <i>Hemileia vastatrix</i> .
32753	Construcción de librerías de cDna y su utilización en café.
32754	Desarrollo de ecuaciones de predicción para compuestos químicos asociados a la calidad del café usando la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS).
32755	Estudio de líneas avanzadas de café por análisis molecular y espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS).
32756	Determinación de perfiles químicos asociados a la calidad en el café colombiano mediante análisis NIRS.
32757	Mapas genéticos y su utilización en mejoramiento de <i>Coffea</i> spp.
32758	Búsqueda de polimorfismo de marcadores moleculares para mapeo en una población de <i>Coffea arabica</i> L.
32759	Marcadores microsatélites y su utilización en mapeo de <i>Coffea arabica</i> .
32760	Evaluación de genes de selección positiva en experimentos de transformación genética con <i>Nicotiana benthamiana</i> .
32761	Evaluación de germoplasma etiope de café por resistencia a <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).
32762	Calidad física y en taza de componentes de la variedad Castillo de <i>Coffea arabica</i> y sus derivadas regionales.
32763	Evaluación de germoplasma de café etiope por resistencia a <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en campo y laboratorio.
32764	Estudio de compuestos químicos aplicación de métodos analíticos de referencia HPLC y UV-VIS asociados a la calidad en café para la metodología NIRS.
32765	Análisis comparativo de transcriptos entre <i>Coffea liberica</i> y <i>Coffea arabica</i> var Caturra infestadas con la broca del café.
32767	Aves en la región cafetera colombiana: usando los patrones de diversidad para formular herramientas para la conservación.
32768	Evaluación de las cañadas arborizadas como corredores biológicos para las aves de bosque en la región cafetera colombiana.
32769	La investigación participativa como una herramienta de conservación de las aves en zonas cafeteras de colombiana.
32828	Respuesta a calcio soluble en café.
32829	Fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café.
32830	Efecto de la fertilización de cafetales antes de la renovación por zoca.
32831	Caracterización de fertilidad del suelo en la zona cafetera del Quindío.
32832	Efecto del enclamiento sobre el crecimiento de las plantas de café en la etapa de almacigo en algunos suelos de la zona cafetera colombiana.
32833	Crecimiento del café en almacigo con dos fuentes de silicio.
32834	Pérdidas de suelo y escorrentia en sistemas de producción de café con cultivos intercalados.
32835	Relación entre la resistencia al corte y propiedades físicas y químicas en suelos de la zona cafetera colombiana.
32836	Erosividad de la lluvia en la zona cafetera central y occidental del departamento de Caldas.
32838	Eficacia de mezclas de cepas de <i>Beauveria bassiana</i> para control de la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> .

Continúa...

32839	Evaluación de mezclas de nematodos y hongos entomopatógenos para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (Coleoptera: Curculionidae).
32840	Evaluación de nematodos entomopatógenos nativos para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (Coleoptera: Curculionidae).
32841	Metodología para la cría de <i>Antietuchus</i> sp. (Hemiptera: Pentatomidae), huésped de los parasitoides <i>Phanuopsis semiflaviventris</i> y <i>Trissolcus bodkini</i> .
32842	Evaluación en laboratorio de hongos entomopatógenos para el control de <i>Antiteuchus</i> sp., plaga de la macadamia.
32843	Evaluación de trampas cebadas con alcoholes para la captura de la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Scolytinae).
32844	Diversidad de nematodos entomopatógenos (Steinernematidae y Heterorhabditidae) de la región Central Andina en Colombia.
32845	Organización y optimización de la colección de insectos del Museo Entomológico de Cenicafé – Marcial Benavides.
32847	Evaluación de la preservación de hongos entomopatógenos utilizados en el control de insectos plaga.
32848	Evaluación de mortalidad de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) con extractos crudos vegetales incorporados en dieta meridica.
32849	Diversidad y abundancia de la comunidad del orden Odonata en el Rio Bárbas y el humedal Maravélez del departamento del Quindío.
32850	Radio de acción de la trampa atrayente Brocatrap® para la captura de adultos de broca en un cafetal.
32851	Caracterización y aislamiento de un gen de fotoliasa del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i> .
32852	Clonación y sobreexpresión de un gen de proteasa de <i>Beauveria bassiana</i> para mejorar la virulencia del hongo contra la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> .
32853	Genotipificación de polimorfismos nucleotídicos en <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae), mediante amplificación PCR en tiempo real.
32854	Herencia de caracteres genéticos y determinación de endogamia en la broca del café ( <i>Hypothenemus hampei</i> ).
32855	Heredabilidad de marcadores moleculares dominantes en la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae).
32856	Biología comparada entre falsa broca <i>Hypothenemus obscurus</i> y broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Coleoptera: Curculionidae).
32857	Asociación de ninfas y adultos de Ephemeroptera a través de la técnica de AFLP.
32862	Efecto del tiempo de exposición de <i>Boophilus microplus</i> (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) a nematodos entomopatógenos.
33130	Variabilidad climática en Colombia.
33132	Equipo para asistir la cosecha manual de café.
33133	Nueva tecnología para el procesamiento ecológico de café por vía húmeda – BECOLSUB.
33134	Aplicación de métodos citogenéticos para el estudio del genoma del café.
33214	Effect of esterase over-expression on the virulence of <i>Beauveria bassiana</i> infecting the coffee berry borer.
33215	Efficacy of mixtures of <i>Beauveria bassiana</i> strains in the control of coffee berry borer, under laboratory and field conditions.
33222	Coffee genome project in Colombia, objectives and advances.
33256	Buenas prácticas agrícolas para el café.
33267	Control biológico de la broca del café en Colombia.
33271	Varietades compuestas de café de uso regional.
33272	Manejo del agua y subproductos en el proceso convencional de beneficio húmedo del café.
33273	Sistemas de tratamiento anaerobio beneficio húmedo del café.
33274	Mortalidad de <i>Boophilus microplus</i> (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) infectadas con dos nematodos entomopatógenos.
33275	Elementos de una estrategia de educación ambiental para la conservación de las aves y la biodiversidad con comunidades cafeteras.
33276	Evaluación del aporte a la conservación de las aves de hábitats en tres paisajes cafeteros colombianos.
33277	Evaluación del papel de las certificaciones ambientales al café en la conservación de la biodiversidad: un enfoque en las comunidades de aves.
33318	Volatilización del nitrógeno en dos suelos de la zona cafetera.

■ **Pósteres**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
32375	Método para la determinación rápida del porcentaje de café inmaduro durante la cosecha.
32846	Inventario preliminar de lepidópteros diurnos en San Vicente de Chucurí.
33278	Influencia del mercado de los cafés especiales sostenibles en la conservación de las aves de Colombia.

■ **Seminarios Científicos**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
32255	La citogenética molecular: una nueva herramienta para el estudio del genoma del café.
32258	Metodologías para la búsqueda de polimorfismo de marcadores moleculares para la construcción de mapas genéticos.
32385	Plan de investigación y nuevos avances en el manejo integrado de la broca del café.
32476	Enemigos naturales de la broca del café.
32477	Biocomercio sostenible de insectos.
32717	Patrones de consumo e ingreso en fincas de economía campesina de la zona rural cafetera de Colombia.
32718	Efecto en la calidad e impacto ambiental por modificaciones en el proceso de beneficio ecológico del café con la tecnología BECOLSUB.
32719	Aplicación de la biología molecular para la identificación humana en criminalística.
32720	Diagnóstico del problema chamusquina en cafetales de altura en el departamento del Huila.
32721	Análisis de riesgos incurridos en el uso de plaguicidas.
33031	Genómica de la floración.
33032	Desempeño técnico de un desmucilagador de café con rotor de varillas.
33033	¿Se parece tanto el genoma humano al de una mosca? Qué hemos aprendido de los estudios de genómica comparativa.
33035	Experiencias a nivel país, del intercalamiento de especies forestales nativas con café.
33036	Nuevas tecnologías para la cosecha manual de café.
33037	Uso de tablas de vida para evaluar resistencia a broca.
33038	Avances sobre la nutrición del café en la etapa de almácigo.
33039	Mecanismos moleculares involucrados en la interacción planta-patógeno: estudios en café.
33040	Estimación de la producción de café con base en los registros de floración.
33041	Avances sobre la dinámica del nitrógeno en suelos de la zona cafetera.
33042	Inhibidores de proteasas de plantas y su papel en la defensa de las mismas.
33050	Desempeño técnico y económico en cosecha de café con la herramienta de asistencia manual DESCAFE.
33059	1875 - 2007: Perspectiva histórica de la investigación en enfermedades del café en Colombia.
33150	Las montañas y el clima de Colombia.
33151	La poliploidia y su incidencia en la evolución de los genomas vegetales.
33162	Movimiento del agua y nutrientes en el suelo.
33181	Avances en el mejoramiento genético contra broca del café mediante el uso de técnicas biotecnológicas.
33225	Estado actual y perspectivas de la biorregulación de patógenos en el cultivo del café .

■ **Tesis de Pregrado**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
25968	Ecología del lorito cadillero <i>Bolborhynchus ferrugineifrons</i> en el Parque Nacional Natural Los Nevados y zonas aledañas.
32281	Propuesta de un método de muestreo para la evaluación de indicadores asociados a la recolección de café.
32284	Evaluación del riesgo por erosión potencial de la zona cafetera central del departamento de Caldas.
32320	Viabilidad técnica de la cosecha selectiva de café <i>Coffea arabica</i> L. utilizando espesación de los frutos.
32493	Determinación de la relación entre resistencia al corte y propiedades físicas y químicas en algunos suelos de la zona cafetera colombiana.
32494	Caracterización estructural y funcional de genes candidatos de defensa en la interacción <i>Coffea arabica</i> - roya del cafeto.
32632	Efecto de diferentes fuentes de materia orgánica y Fósforo en almacigos de café variedad Colombia <i>Coffea arabica</i> en el municipio de Floridablanca-Santander.
32650	Identificación de enemigos naturales de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae).
32714	Estudio del sistema de producción frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> L. relevo maíz <i>Zea mays</i> L. intercalado en zocas de café <i>Coffea arabica</i> L.
32797	Fenología de floración y reconocimiento de insectos y enfermedades asociadas a este proceso de una plantación de <i>Macadamia integrifolia</i> en la vereda Urubamba, municipio de Timbío, Cauca.
32798	Búsqueda de alcaloides en hongos de interés biológico.
32799	Diseño de una máquina portátil para la cosecha asistida de café.
32800	Trampas con atrayentes para la reducción de niveles de infestación de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari).
32801	Estimación de la producción de café con base en los registros de floración.
33052	Volatilización del nitrógeno en dos suelos de la zona cafetera colombiana.
33174	Caracterización molecular de poblaciones de <i>Colletotrichum</i> ssp. asociadas a <i>Coffea arabica</i> en Colombia y su aplicación en el diagnóstico del CBD.
33268	Diseño de un sistema integral para manejo y tratamiento de los residuos generados en la tecnología Becolsub en una finca.
33270	Evaluación del proceso de cultivo del hongo maitake ( <i>Grifola frondosa</i> ) en subproductos agrícolas de la zona cafetera.

■ **Tesis de Doctorado**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
33198	Construcción de un mapa de ligamento genético interespecífico de <i>Coffea liberica</i> x <i>Coffea eugenioides</i> .

■ **Tesis de Maestría**

<b>Código</b>	<b>Título del Producto</b>
33213	Variabilidad genética y evaluación biológica del parasitoide <i>Prorops nasuta</i> Waterston en Colombia.
33269	Biosistema integral de tratamiento de aguas residuales domésticas. Diseño, construcción y evaluación.

## V. CUADRO DE MANDO INTEGRAL

### ■ Investigaciones adelantadas entre Octubre de 2006 a septiembre de 2007

Código	Unidad Operativa	Iniciaron	Continuaron	Finalizaron	Por Aprobar	Total
005	Subestación Experimental El Rosario		1			1
012	Estación Central Naranjal		2			2
ACL	Agroclimatología	1	4	2	2	9
BDC	Biología de la Conservación	1	6	4		11
BIO	Biometría	1	5	1	1	8
DIV	Divulgación		19		2	21
DOC	Documentación		25			25
ECO	Economía		7	5	6	18
ENT	Entomología	9	11	9	6	35
ETI	ETIA	8	6	3	3	20
EXP	Experimentación			1		1
FIS	Fisiología Vegetal	3	4	7	6	20
FIT	Fitotecnia	1	17	4	9	31
GEN	Genómica	20	8	15		43
ING	Ingeniería Agrícola	7	18	8	8	41
MEG	Mejoramiento Genético	10	51	8	15	84
PAT	Fitopatología	6	7	5	8	26
QIN	Calidad y Manjeo Ambiental	1	8	1	5	15
SUE	Suelos	3	15	11	5	34
	<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>214</b>	<b>84</b>	<b>87</b>	<b>456</b>

# Investigaciones por Áreas Clave

## Productividad Agronómica

### ■ Investigaciones que continuaron

Código	Título de la Investigación
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
FISO707	Dinámica de la relación hormonal durante el desarrollo del cafeto
FIT1012	Comparación de la producción entre tres densidades de siembra del café y tres de sombrío de <i>Inga</i> sp.
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
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
FIT1703	Uso del sombrío y el mulch para el manejo del déficit hídrico en café, en las zonas norte y sur de Colombia.
FIT1707	Efecto de la intensidad del sombrío sobre la respuesta del café al fertilizante.
FIT1712	Comparación de la producción de café bajo sombra de cinco especies leguminosas y con diferentes densidades de siembra de cada sombrío en el departamento 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.
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.
MEG0508	Prop. Catuay.
MEG0527	Conservación de germoplasma seleccionado en diferentes experimentos (banco de germoplasma 2).
MEG0654	Caracterización citogénica y molecular de híbridos interespecíficos.
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.
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
MEG1301	Evaluación regional de progenies de C x H de T altamente productivas
MEG1313	Evaluación de poblaciones F2 de caturra x introducciones de Etiopia
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
PAT0720	Observación en campo del manejo de llaga macana del cafeto con materiales resistentes e injertos
PAT0721	Manejo de llaga macana del cafeto con materiales resistentes e injertos
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.
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.
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
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 de la Investigación
ENT1615	Evaluación de formulaciones biorracionales de insecticidas para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
EXP5301	Efecto de cuatro fertilizantes foliares sobre la producción del café
FIT1517	Comparación de sistemas de manejo con base en la poda calavera.
FIT1529	Estimación de la producción de café con base en los registros de floración
FIT1710	Caracterización agronómica de las especies <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Pinus patula</i> , <i>Pinus tecunumani</i> e <i>Inga</i> sp como sombríos de café en el departamento del Cauca.
GEN0104	Identificación y caracterización de diferentes familias de genes de resistencia en café con énfasis en la resistencia a la roya
GEN0105	Implementación de una plataforma de citogenética molecular para el estudio del genoma del café
MEG0151	Estudio de la variabilidad en materiales de Híbrido de Timor de generaciones avanzadas (S3 y S4).
MEG0189	Evaluación de mezclas de progenies F4 de (Cat x H de T). Socas del antiguo expto. 77-9 o FM8A.
PAT0172	Evaluación de la resistencia parcial a la roya del cafeto ( <i>Hemileia vastatrix</i> Berk Br.) en tres localidades con diferente oferta ambiental
SUE0517	Disponibilidad del azufre en algunos suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con la fertilización
SUE0523	Efecto del calcio en la producción de café.
SUE0525	Comparación de varias fuentes de fertilizantes en la producción y calidad del café
SUE0539	Respuesta del café a la fertilización con Silicio en la etapa de almácigo
SUE0541	Efecto de fuentes y dosis de potasio en la producción y calidad del café
SUE0544	Respuesta del café en etapa de almácigo a tres fuentes de materia orgánica en interacción con fósforo en el departamento de Santander.

■ Investigaciones que iniciaron

Código	Título de la Investigación
BIO0607	Modelación y simulación 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	Determinación de la contaminación de los operarios con diferentes equipos de aspersión para el control de la broca del café
ENT1618	Evaluación de nuevas moléculas de insecticidas 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
FIT1505	Efecto de la población dinámica de tallos sobre la producción de café ( <i>Coffea arabica</i> L.)
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
MEG2204	Evaluación de la mezcla de introducciones de café con efecto de antibiosis a la broca sobre su capacidad reproductiva
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 (Azoxystrobin + Cyproconazol) en el control de la roya del cafeto, mancha de hierro y mal rosado.
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
SUE0537	Evaluación de fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción de café
SUE0546	Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café después de la renovación por zoca

# Investigaciones por Áreas Clave

## Viabilidad Económica

### ● Investigaciones que continuaron

Código	Título de la Investigación
ECO0202	Análisis económico de tres métodos de control de malezas y su efecto en la producción de café
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
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
ENT1302	Uso de mezclas de entomonematodos y hongos entomopatógenos en el manejo integrado de la broca, <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
ING0111	Dispositivo portátil para la cosecha de café con aplicación de momentos flectores a los frutos DESCAFÉ
ING0142	Cosecha de precisión de café con vibradores del tallo
ING0143	Evaluación de una herramienta de asistencia para la cosecha manual de café
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)
ING0152	Tecnología para el desplazamiento de un equipo para la cosecha mecanizada del café en terrenos de alta pendiente
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
ING1402	Efecto de la distribución espacial y del número de plantas por sitio en la cosecha mecanizada del café.
ING1404	Tecnología para el transporte del café cereza en terrenos de alta pendiente – Transcafé
MEG0232	Cruzamientos para estudios de herencia de la resistencia.
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. Naranja
MEG0287	Evaluación de progenies F2 de (Cat x Híbrido de Timor x Etiopé), por resistencia durable a roya
MEG0310	Evaluación agronómica de materiales con resistencia a CBD probados en Portugal
MEG0511	Mantenimiento de progenies de Borbón resistente a la llaga 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
MEG0658	Evaluación de progenies F4RC1 del experimento MEG0638.
MEG0659	Evaluación de progenies F3RC1 del experimento MEG0639.
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>
MEG1809	Transformación genética de café con vectores que tienen genes de quitinasas y un inhibidor de tripsina
PAT0726	Evaluación de progenies F3 y F4 con resistencia a roya ( <i>Hemileia vastatrix</i> ) y a llaga macana ( <i>Ceratocystis fimbriata</i> )
PAT1109	Efecto de fertilizantes químicos y biológicos en el cultivo de café
SUE0520	Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo

■ **Investigaciones que finalizaron**

<b>Código</b>	<b>Título de la Investigación</b>
ECO0101	Estimación de la función de pérdida del daño causado por la broca ( <i>Hypothenemus hampei</i> ) en el cultivo del café.
ECO0104	Estimación de la función de pérdida causada por la mancha de hierro <i>Cercospora coffeicola</i> Berk y Cooke, en frutos de café
ECO0201	Análisis económico de densidades de siembra de café al sol
ECO0604	Análisis económico del efecto de la roya en tres genotipos de café: variedad Colombia, variedad Caturra y materiales con resistencia incompleta
ECO0613	Identificación de patrones de consumo y de ingreso en fincas de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia
ENT1408	Trampas con atrayentes para la reducción de niveles de infestación de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
ENT1410	Disminución de las poblaciones de la broca del café durante el zoqueo de cafetales infestados, mediante cosecha sanitaria
ENT1603	Determinación de la eficacia de diferentes surfactantes en mezcla con insecticidas, para el control de la broca del café, en parcelas semicomerciales
ENT1608	Evaluación de la eficacia de cepas del hongo <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin para el control de la broca del café
ENT1617	Pest risk analysis for coffee berry borer in exported green coffee
FIS1010	Eficiencia en el aprovechamiento del nitrógeno en diferentes genotipos de <i>Coffea</i> sp.
GEN0205	Evaluación de inhibidores de amilasas para el control de broca
ING0144	Cosecha de frutos maduros por vibro-impactos controlados en ramas de café
ING0156	Efecto de las frecuencias de recolección en el rendimiento operativo de la cosecha manual del café
ING0160	Cosecha mecanizada en cafetales de alta densidad aplicando impacto al follaje
ING0166	Viabilidad técnica del uso de punzones para el desprendimiento selectivo del café
MEG0272	Evaluación agronómica y determinación de fuentes de resistencia incompleta a roya, en progenies de Caturra por Híbrido de Timor, procedentes del BGBII. Exp. 1
MEG0289	Herencia de la resistencia incompleta a la roya del cafeto
MEG0307	Evaluación agronómica de material probado en Kenia por resistencia a CBD.
MEG0308	Evaluación agronómica de material con resistencia al CBD. Ensayo I
MEG0309	Evaluación agronómica de material con resistencia al CBD. Ensayo II

■ **Investigaciones que iniciaron**

<b>Código</b>	<b>Título de la Investigación</b>
ENT1409	Impacto de los frutos caídos al suelo sobre la infestación por broca
ENT1419	Evaluación de trampas artesanales para la captura de adultos de broca en finca cafetera
ENT1809	Optimización de las formulaciones de hongos en relación con sus coadyuvantes.
ING0835	Control del caudal de aire en el secado del café
ING0836	Metodología para la construcción de ventiladores para el secado de café en talleres rurales
MEG1409	Evaluación agronómica de la F3 de la población de mapeo para hacer análisis de QTL
SUE0317	Actualización del programa de interpretación de análisis de suelos y la recomendación de fertilizantes y enmiendas para el cultivo del café.

# Calidad y Cafés Especiales

## ■ Investigaciones que continuaron

Código	Título de la Investigación
0125302	Producción de semilla de café orgánica en la Estación Central Naranjal
0145302	Producción de semilla de café orgánica en la Subestación Santander
0125304	Producción de semilla de café variedad Tabi orgánica
BDC0120	Conservación de las aves migratorias boreales en zonas cafeteras de los andes colombianos – TNC
BDC0303	Evaluación del papel de los cafés con certificaciones ambientales a la conservación de la biodiversidad
FIS1603	Perfiles cromatográficos del aroma del café tostado y molido según el sitio de siembra del cultivo
FIT1601	Evaluación de la producción de café en sistemas sostenibles con sombrío estratificado
FIT1603	Determinación de la respuesta en producción del café al sol a la fertilización con lombricompost.
FIT1606	Establecimiento de café orgánico a libre exposición y bajo sombrío en el departamento de Santander.
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.
ING1123	Evaluación de métodos para identificar el punto de lavado del café en fermentación.
MEG1502	Evaluación de la Colección Colombiana de Café (Etiopes) por taza y compuestos químicos no volátiles
PAT2501	Efecto de los extractos de plantas en el manejo de <i>Meloidogyne</i> spp en raíces de café
QIN0302	Entrenamiento de personas para el panel de catación de café.
QIN3010	Evaluación del contenido de elementos químicos en café colombiano según los suelos y la altitud del cultivo.
QIN3011	Evaluación de la calidad y composición química de café de varios países de origen
SUE0612	Servicio de análisis de residuos de plaguicidas.

## ■ Investigaciones que finalizaron

Código	Título de la Investigación
FIT1602	Producción de café, vía orgánica.
ING0169	Método para la determinación rápida del porcentaje de café inmaduro durante la cosecha
QIN3501	Mejoramiento de la calidad del café por medio de prevención de formación de hongos

## ■ Investigaciones que iniciaron

Código	Título de la Investigación
ETI2301	Desarrollo e implement. del sist. de gestión de calidad en el proceso de produc. de café (semilla y convencional comercial.) en la Estación Central Naranjal y en la Granja de Cenicafé.
ING0829	Evaluación de un método para la medición del contenido de humedad del grano en el secado solar del café.
PAT2502	Diagnóstico del manejo fitosanitario en cafés especiales en los departamentos de Huila, Santander y Caldas.

# Sostenibilidad Ambiental

## ■ Investigaciones que continuaron

Código	Título de la Investigación
ACL0101	Funcionamiento estaciones climatológicas en la zona cafetera norte.
ACL0102	Procesamiento información básica.
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.
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
ECO0621	Diagnóstico de la sostenibilidad ambiental de la producción de café en Colombia.
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 ( <i>Passifloras</i> y <i>Caricaceas</i> )
ING1119	Desempeño de un separador hidráulico de tornillo sinfin para frutos 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 Evaluación de un sistema prototipo utilizable a nivel de finca cafetera para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café por biodigestión anaerobia
QIN0112	Diseño y evaluación de un sistema de depuración con base en plantas acuát. para el postratamiento de las aguas residuales del beneficio del café tratamiento por digestión 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 mucilago.
QIN0806	Producción de alcohol carburante a partir del mucilago de café.
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 de la Investigación
ACL0704	Lluvia máxima diaria en la zona cafetera de Colombia.
BDC0405	Relaciones entre flora y fauna en remanentes de vegetación nativa en zonas cafeteras.
BDC0406	Consecuencias tróficas de la pérdida de diversidad en las comunidades de suelo en los cafetales de sombra de Colombia.
BDC0501	Desarrollo del plan de manejo ambiental de la reserva de Planalto.
ENT1815	Identificación de enemigos naturales de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)
ENT1821	Variabilidad genética y evaluación biológica del parasitoide <i>Prorops nasuta</i> Waterston en Colombia
ETI0118	Evaluación de la diversidad genética de forestales de la zona cafetera.
FIS1506	Determinación de la extracción de nutrimentos minerales por <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.
ING1120	Efecto de las prácticas posteriores al desmucilaginado mecánico y antes del secado en la calidad del café.
ING1121	Desmucilaginado del café con rotor de varillas.
SUE0909	Determinación de la relación entre la resistencia al corte y propiedades físicas y químicas en algunos suelos de la zona cafetera colombiana.
SUE0912	Efecto del sistema de producción de café con cultivos intercalados y manejo integrado de arvenses sobre las propiedades del suelo.
SUE0914	Evaluación del riesgo a la erosión potencial de la zona cafetera central y occidental del departamento de Caldas.

■ **Investigaciones que iniciaron**

Código	Título de la Investigación
BDC0407	El papel de los organismos del suelo en la regeneración de especies vegetales de bosque montano tropical, pastizales y cafetales.
ETI2302	Desarrollo e implementación del sistema de gestión ambiental en el proceso de producción de café (semilla y conv. comer.) en la Estación Central Naranjal y en la Granja de Cenicafe.
ETI2303	Desarrollo e implem. del sistema de gestión. en responsabilidad social en el proceso de producción de café (semilla y conv. comer.) en la Estación Central Naranjal y en la Granja de Cenicafe.
ING1122	Separación de frutos de café verdes por medios mecánicos.
ING1125	Elaboración de las normas técnicas colombianas para la construcción y aplicación de la tecnología Becolsub.
ING1126	Regulación automática del flujo de agua en desmucilaginosos mecánicos de café.
QIN0114	Disposición de los lixiviados producidos en la tecnología Becolsub, mediante la utilización de la energía solar.

## Conocimiento Estratégico

■ **Investigaciones que continuaron**

Código	Título de la Investigación
BDC0123	Caracterización de las comunidades de anfibios en diferentes elementos del paisaje cafetero.
BDC0304	Evaluación del potencial de los robledales cafeteros del Huila para las certificaciones ambientales: Etapa 1. Caracterización de la avifauna y la vegetación.
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.
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.
ENT1501	Colección e identificación de artrópodos plagas y benéficos de la zona cafetera.
ENT1502	Mantenimiento del Museo Entomológico "Marcial Benavides Gómez" y sistematización de la información.
ENT1503	Reconocimiento de la biodiversidad de la arthropofauna de la zona cafetera.
ENT1803	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.
ENT1807	Desarrollo de un prototipo para secado y separación de esporas de hongos entomopatógenos.
ENT1810	Evaluación de preformulados del hongo <i>Beauveria bassiana</i> para el control de la broca del café
FIS0534	Caracterización de la distribución de la floración y de la cosecha en introducciones de la Colección Colombiana de Café.
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
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.

■ Investigaciones que continuaron

Código	Título de la Investigación
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> (CENICAFÉ).
MEG0526	Renovación de materiales introducidos del África y América.
MEG1004	Utilización de diferentes metodologías para la duplicación artificial de cromosomas de café.
MEG1319	Estudio de la diversidad genética de las poblaciones del Híbrido de Timor presentes en la banco de germoplasma de CENICAFÉ – COLOMBIA.
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.
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.
PAT2401	Identificación del organismo asociado a un nuevo disturbio en café denominado chamusquina.
SUE0309	Disponibilidad de nutrientes 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 finalizaron

Código	Título de la Investigación
ACL0408	Hidrología y nutrientes en hojarasca de sistemas agroforestales de café y a libre exposición.
BIO0512	Estimación estadística de valores faltantes en series históricas de lluvia
ENT1706	Selección de nuevos entomonematodos para el control de la broca del café.
FIS0833	Caracterización de la fotorrespiración en introducciones de <i>Coffea</i> sp.
FIS0837	Efecto de la humedad del suelo y la disponibilidad de nitrógeno sobre la actividad fotosintética de la hoja del cafeto <i>Coffea</i> sp.
GEN0101	Desarrollo de mapa genético.
GEN0102	Caracterización fenotípica de parentales y poblaciones para el análisis de QTLs.
GEN0103	Desarrollo de marcadores moleculares en café.
GEN0201	Introgresión vs Calidad.
GEN0202	Interacción molecular entre la planta de café y la broca.
GEN0203	Interacción molecular entre la planta de café y fitopatógenos.
GEN0204	Interacción molecular entre la planta de café e inductores de resistencia.
GEN0206	Evaluación de genes de selección positiva.
GEN0207	Evaluación de proteasas y quitinasas para el control de la broca del café.
GEN0208	Evaluación de sistemas de producción <i>in-vitro</i> de proteínas.
GEN0209	Aislamiento, purificación y caracterización de una lectina y un inhibidor de proteínasa de leguminosa en la búsqueda de proteínas insecticidas.
GEN0210	Genómica de la floración del cafeto. Regulación de la floración del café.
ING0167	Caracterización de la rugosidad de frutos del café en dos estados de madurez.
MEG1407	Mapa materno de ligamiento genético de <i>Coffea liberica</i> x <i>Coffea eugenioides</i>
PAT2003	Evaluación de genes heterólogos con actividad antifúngica en plantas de café ( <i>Coffea arabica</i> ) y tabaco ( <i>Nicotiana benthamiana</i> ).
PAT2402	Diagnóstico del problema denominado chamusquina en cafetales de altura del departamento del Huila.
PAT2404	Estudio de las poblaciones de <i>Corticium salmonicolor</i> Berk y Br., agente causal del mal rosado en café <i>Coffea arabica</i> L.
SUE0332	Mineralización y volatilización del nitrógeno en dos suelos de la zona cafetera colombiana.

## ■ Investigaciones que iniciaron

Código	Título de la Investigación
ACL0409	Redistribución de la lluvia y el flujo de nutrimentos en distintas coberturas vegetales de la zona cafetera central.
ENT1817	Aspectos de la biología del parasitoide de la broca <i>Prorops nasuta</i> (Hymenoptera: Bethyilidae) en condiciones de campo y su tolerancia a insecticidas.
ENT1913	Estudio de los insectos asociados a un nuevo disturbio en café denominado 'Chamusquina'.
FIS0210	Estudio de la relación gen. entre algunas variables morfológicas y fotosintéticas con la producción de café en una población F2 de <i>C. arabica</i> L. (Caturra autof. #36xEti. 42#1252).
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 <i>in vitro</i> de proteínas inhibitoras 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.
ING0153	Mejoramiento de la transmisión de vibración en árboles de café en cosecha semi-mecanizada.
MEG1601	Caracterización de 50 introducciones provenientes de Kaffa.
MEG1602	Caracterización de 50 introducciones sembradas en el Etiopía I, originarias de Kaffa.
MEG1813	Aislamiento, purificación y caracterización de un inhibidor aspártico proteasa de leguminosa específico contra la broca.

## Divulgación y Transferencia

### ■ Investigaciones que continuaron

Código	Título de la Investigación
DIV0101	Revista Cenicafé.
DIV0102	Avances técnicos.
DIV0103	Boletines técnicos.
DIV0104	Anuario meteorológico.
DIV0105	Manuales y libros.
DIV0106	Resúmenes analíticos.
DIV0107	Otros Impresos (plegables, afiches y volantes).
DIV0108	Otras publicaciones (Asesoría a otras dependencias de Federación).
DIV0202	Vídeo.
DIV0203	Sonovisos.
DIV0401	Atención a visitantes.
DIV0404	Organización y participación en eventos (exposiciones, congresos etc).
DIV0501	Fotografía.
DIV0502	Distribución de publicaciones.
DIV0503	Apoyo de comunicaciones.
DIV0601	Congresos y seminarios.
DIV0602	Reuniones técnicas.
DIV0603	Días de campo.
DIV0701	Información a medios.
DOC0101	Registro y procesamiento de CENIC.
DOC0102	Mantenimiento y actualización de CENIC.
DOC0201	Registro y procesamiento de AGROS.
DOC0202	Mantenimiento y actualización de AGROS.
DOC0301	Registro y procesamiento de REVIS.
DOC0302	Mantenimiento y actualización de REVIS.
DOC0401	Registro y procesamiento de CANJE.
DOC0402	Mantenimiento y actualización de CANJE.
DOC0501	Registro y procesamiento de ADQUI.
DOC0502	Mantenimiento y actualización de ADQUI.
DOC2001	Adquisición de libros, folletos y artículos seleccionados.
DOC2002	Adquisición de revistas.
DOC2003	Adquisición de materiales especiales.
DOC3001	Análisis de documentos de café.
DOC3002	Traducción de resúmenes de documentos de café.
DOC3003	Realización y corrección de resúmenes.
DOC3004	Catalogación de libros y folletos.
DOC3005	Análisis de documentos agrícolas.
DOC3006	Análisis y selección de artículos de revistas.
DOC6001	Exposición de nuevos documentos adquiridos.
DOC6003	Últimas adquisiciones, Boletín Bibliográfico e Informativo.
DOC6004	Bases de datos en Internet
DOC6005	Libro de la quincena.
DOC8001	Servicios de referencia e información.
DOC8002	Servicio de préstamo.

### ■ Investigaciones que finalizaron

Código	Título de la Investigación
BDC0801	Educación para la conservación.

## Sistemas de Producción Complementarios

### ■ Investigaciones que continuaron

Código	Título de la Investigación
ETI0111	Ensayo de procedencias y progenies para dos espec. forestales tropicales 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.
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
FIS1804	Caracterización de los cacaos de Colombia (Fase I)
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 finalizaron

Código	Título de la Investigación
ETI0108	Reconocimiento de los insectos plagas del orden Hemiptera en el cultivo de la macadamia ( <i>Macadamia</i> sp.) y sus enemigos naturales
ETI0201	Introducción y evaluación de híbridos de cítricos.
FIS1801	Est. de crecim., fenol. y pronóst. de cosecha en Naranja Valencia sobre los mat. portainjertos, Sunky x English y CPB4475 en la zona centro occ. de Colombia
FIS1805	Efecto de la calidad del plástico sobre la fisiología fotosintética, el crecimiento y la productividad de especies hortícolas, bajo condiciones controladas.
FIS1806	Com. los resul. obt. en la F. I, que buscan est. los dif. cacaos de acuerdo con su zona de prod. act. y pot., idenf. Las carac. fis., qui., senso, y fun. dif. Cac
PAT1213	Identificación del agente causal de la pudrición radical en el cultivo de espárrago ( <i>Asparagus officinalis</i> L.)
SUE1101	Respuesta del cultivo de espárrago ( <i>Asparagus officinalis</i> L.) a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en suelos de la zona cafetera

### ■ Investigaciones que iniciaron

Código	Título de la Investigación
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 n. sp</i> en plantaciones de Aliso ( <i>Alnus acuminata</i> spp. <i>acuminata</i> ) en la cuenca del río blanco, Manizales
ETI0128	Prop. de manejo integrado del chinche de encaje ( <i>D. monotropidia</i> ) en plantaciones de nogal cafetero ( <i>C. alliodora</i> ) ubicadas en la zona centro sur del departamento de Caldas
ETI0209	Evaluación comercial de la variedad de plátano AFRICA 1
FIS1807	Caracterización de los cacaos de Colombia (Fase II)

# Recursos Humanos y Financieros

## ■ Investigadores Asociados a Cenicafé

Nombre	Profesión	Nivel Académico
FLOREZ RAMOS CLAUDIA PATRICIA	Ingeniera Agrónoma	Doctorado en Mejoramiento Genético
VILLARREAL PEÑA DIANA	Licenciada en Biología y Química	Doctorado en Parasitología
VILLALBA GUOTT DIÓGENES ALBERTO	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Fitopatología
ESCOBAR LÓPEZ LUZ MARÍA	Bióloga	Maestría en Biología
MALDONADO LONDOÑO CARLOS ERNESTO	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Biología Molecular y Biotecnología
RANGEL LEMA MARÍA PAOLA	Bióloga	Maestría en Biotecnología de plantas
OSORIO LOTERO OSCAR IVAN	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Ciencias Agrarias
ROMERO GUERRERO GLADYS	Bióloga	Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Genética y Fitomejoramiento
RINCÓN ELIANA ANDREA	Ingeniera Agrónoma	Maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Mejoramiento Genético
DE LA TORRE CEPEDA GLORIA ESTHER	Licenciada en Biología	Maestría en Ciencias Biomoleculares
MORENO CÁRDENAS EDILSON LEON	Ingeniero Agrícola	Maestría en Ingeniería Agrícola con Mención en Mecanización y Energía
PADILLA HURTADO BEATRIZ ELENA	Bacterióloga y Laboratorista Clínico	Especialización en Biología Molecular y Biotecnología
CLAROS VELASCO JOSÉ LUIS	Biólogo	Especialización en Biotecnología
MARÍN MARÍN PATRICIA	Bacteriologa y Laboratorista Clínico	Especialización en Gerencia de Servicios Sociales
ARANA RENGIFO VICTORIA ANDREA	Química	Especialización en Ingeniería Sanitaria y Ambiental
MUÑOZ GÓMEZ CLARITZA	Bióloga Genética	Especialización en Microbiología
CAMAYO VÉLEZ GLORIA CECILIA	Licenciada en Biología y Química	Especialización en Microscopía óptica y electrónica
ACEVEDO BEDOYA FLOR EDITH	Ingeniera Agrónoma	Pregrado
ALFONSO CARVAJAL OSCAR ALBERTO	Ingeniero Agrícola	Pregrado
ÁLVAREZ VALENCIA JUAN ALEJANDRO	Diseñador Industrial	Pregrado
ALZATE HENAO DIEGO FERNANDO	Profesional en Mercadeo	Pregrado
ARBELÁEZ ALVARADO DANIEL	Biólogo	Pregrado
BERRÍO ESCOBAR ALEJANDRO	Biólogo	Pregrado
BOLÍVAR FORERO CLAUDIA PATRICIA	Tecnóloga en Química	Pregrado
BUSTAMANTE GIRALDO LILIANA JIMENA	Ingeniera Agrónoma	Pregrado
CÁRDENAS DÍAZ FABIAN LEONARDO	Biólogo	Pregrado
CÁRDENAS RAMÍREZ ANGELA BIVIANA	Ingeniera Agrónoma	Pregrado
CASTRO TRIANA ANA MARÍA	Microbióloga	Pregrado
CHALARCA LÓPEZ ANDRÉS FERNANDO	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
CHICA MORALES MARÍA JOSÉ	Ingeniero de Alimentos	Pregrado
DAZA SANCHEZ OLGA LUCÍA	Ingeniera de Sistemas	Pregrado
DIAZ GAITÁN DIEGO	Ingeniero Agrícola	Pregrado
DUARTE CANO ANDRÉS FELIPE	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
EICHEVERRI GIRALDO LUZ FANNY	Química Industrial	Pregrado

ESCOBAR OCHOA CAROLINA	Microbiólogo	Pregrado
ESPINOSA ALDANA ROCÍO	Médico Veterinario Zootecnista	Pregrado
FLOREZ VARÓN JUAN CARLOS	Biólogo	Pregrado
GALEANO VANEGAS NARMER FERNANDO	Microbiólogo	Pregrado
GALINDO LEVA LUZ ANGELA	Bióloga	Pregrado
GALLEGO AGUDELO CLAUDIA PATRICIA	Bacterióloga	Pregrado
GARCÍA BASTIDAS FERNANDO ALEXANDER	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
GARCÍA CORTES PAULA MARCELA	Salud Ocupacional	Pregrado
GÓMEZ GIRALDO VIVIANA	Ecóloga	Pregrado
GÓMEZ GUTIÉRREZ DIANA CONSTANZA	Bióloga	Pregrado
GONZÁLEZ RODRÍGUEZ ALEXANDRA MILENA	Bióloga	Pregrado
HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ ERIC MARCELO	Zootecnista	Pregrado
IDÁRRAGA ORTIZ SANDRA MILENA	Bióloga	Pregrado
LENTIJO JIMÉNEZ GLORIA MARÍA	Biología con énfasis en zoología	Pregrado
LÓPEZ FISCO HUGO ANDRÉS	Ingeniero Agrícola	Pregrado
LÓPEZ LÓPEZ ANDRÉS MAURICIO	Médico Veterinario Zootecnista	Pregrado
MANTILLA AFANADOR JAVIER GUILLERMO	Biólogo	Pregrado
MARTÍNEZ DIAZ CLAUDIA PATRICIA	Bacterióloga	Pregrado
MIRANDA ARANGO PAULA TATIANA	Ingeniera de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
MONTOYA CARTAGENA JUAN CARLOS	Biólogo	Pregrado
NAVARRO ESCALANTE LUCIO	Biólogo	Pregrado
OBANDO BONILLA DIEGO	Ingeniero Forestal	Pregrado
OROZCO JARAMILLO DANIEL	Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
OROZCO SERNA CARLOS EDUARDO	Ingeniero Electricista	Pregrado
OSPINA PEREZ ERIKA MARÍA	Tecnóloga en Química	Pregrado
PABÓN USAQUEN JENNY PAOLA	Ingeniera Agrícola	Pregrado
PEREZ HENAO CAROLINA	Ingeniero de Alimentos	Pregrado
PINEDA SANDOVAL ROCÍO DEL PILAR	Ingeniera de Alimentos	Pregrado
RAMOS GIRALDO PAULA JIMENA	Ingeniero Electrónico	Pregrado
RIVERA SERNA LUIS FERNANDO	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
RODRÍGUEZ GONZÁLEZ ANDRÉS FERNANDO	Microbiólogo Industrial	Pregrado
RODRÍGUEZ LARA MARÍA DEL ROSARIO	Diseñadora Visual	Pregrado
ROMERO JUAN VICENTE	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
RUBIO GÓMEZ JOSÉ DAVID	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
SANABRIA GALINDO CLAUDIA PATRICIA	Licenciada en Biología	Pregrado
SÁNCHEZ CLAVIJO LINA MARÍA	Ecóloga	Pregrado
SÁNCHEZ OCAMPO FREDDY ALBERTO	Técnico Profesional en Técnicas Forestales	Pregrado
SANDOVAL MEDINA TITO ALEJANDRO	Químico	Pregrado
TABARES ARBOLEDA CLAUDIA	Ingeniera Química	Pregrado
TABORDA QUINTERO OLGA CECILIA	Químico Industrial	Pregrado
VALENCIA LUNA ELKIN MARCELO	Tecnólogo en Sistemas Informáticos	Pregrado
VALENCIA SALAZAR ARLEY	Tecnólogo en Electrónica	Pregrado

VÁSQUEZ OSPINA JUAN JOSÉ	Biólogo	Pregrado
VILLEGAS HINCAPIÉ ANDRÉS MAURICIO	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
YANDAR ERAZO SILVANA EDITH	Ingeniera Agroforestal	Pregrado
ZABALA ECHAVARRÍA GUSTAVO ADOLFO	Biólogo	Pregrado
ZARATE NEIRA LUZ ÁNGELA	Bióloga	Pregrado
RAMÍREZ GONZÁLEZ JORGE ANDRÉS	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
ARISTIZABAL VALENCIA FABIO ALONSO	Técnico Profesional Forestal	Técnico

■ **Estudiantes vinculados a Cenicafé Año 2007**

Nombre	Código Investigación	Título Investigación	Universidad
ARANGO RAMÍREZ JUAN GABRIEL	SUE1016	Interferencia de las coberturas vegetales en la zona de raíces y entre calles en el cultivo del café	De Caldas
ARIAS SUÁREZ ESNEIDER	SUE0331	Efecto de la textura del suelo sobre las pérdidas por lixiviación de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados en la fertilización	De Caldas
BARRIOS VALENCIA RAMIRO ANDRÉS	GEN1401	Construcción de bases de datos curadas del proyecto de estudio del genoma	Tecnológica de Pereira
BASTIDAS ORTIZ ALEJANDRA	ENT1810	Evaluación de preformulados del hongo Beauveria bassiana para el control de la broca del café	De Caldas
CARDONA BETANCUR JENY PAOLA	ING0142	Cosecha de precisión de café con vibradores del tallo	Nacional Sede Manizales
CASTAÑO MARÍN ÁNGELA MARÍA	ENT1302	Uso de mezclas de entomonematodos y hongos entomopatógenos en el manejo integrado de la broca, Hypothenemus hampei (Ferrari)	De Caldas
CERQUERA BARRERA LUISA MARCELA	ING0151	Cosecha manual asistida de café cereza mediante el uso de aro manga y dispositivo de espalda (AM&DE)	Surcolombiana de Neiva
DÍAZ MIRANDA MARÍA ALEJANDRA	MEG0151	Estudio de la variabilidad en materiales de Híbrido de Timor de generaciones avanzadas (S3 y S4).	Del Valle
GONZÁLEZ SALAZAR CHRISTIAN ANDRÉS	ING0835	Control del caudal de aire en el secado de café	Del Valle
GUTIÉRREZ FLÓREZ JHONY MAURICIO	ING0836	Metodología para la construcción de ventiladores para el secado de café en talleres rurales	Tecnológica de Pereira
IDÁRRAGA SUÁREZ LINA CONSTANZA	MEG0194	Evaluación regional con fines de selección de nuevos componentes de variedad Colombia	De Caldas
JURADO CHANA JULIETH MILENA	ING0829	Evaluación de un método para la medición del contenido de humedad del café en secado solar	De Nariño
LOAIZA CAMPIÑO IVÁN DARÍO	MEG1316	Evaluación de plantas F2 de (C x H de T) H.T procedentes del experimento MEG0177	De Caldas
RAMÍREZ CORTÉS JILARY YOHANNA	ENT1913	Estudiar los insectos que se encuentren asociados a la enfermedad de la chamusquina del cafeto	De Nariño
RIVERA ESPAÑA PAULO ARMANDO	ENT1817	Aspectos de la tabla de vida del parasitoide prorops nasuta para el control de la broca del café	De Nariño
SOSA MESA OMAR ALÍ	SUE0538	Fertilización foliar en el cultivo de café en etapa de producción	Pedagógica y Tecnológica de Colombia
VELÁSQUEZ FRANCO SUSANA	ACL0409	Efecto de la cobertura vegetal en la redistribución de la lluvia y el flujo de nutrimentos en cafetales	De Caldas
VALDÉS GUTIÉRREZ SANDRA PATRICIA	PAT2401	Identificación del organismo asociado a un nuevo disturbio en café denominado chamusquina	De Caldas

■ Recursos externos Cenicafé - 2007

■ Convenios de Investigación con Entidades Nacionales

Entidad	Convenios	Experimentos	Miles \$	%
Durespo S.A.	1	1	1.622	0,39
Asohofrucol	1	1	18.721	4,47
Corporación Autónoma Regional del Quindío	1	1	6.003	1,43
Casa Luker S.A.	1	2	157.290	37,57
Colciencias	1	1	132.000	31,53
Erupción	1	1	5.104	1,22
Syngenta	1	4	76.619	18,30
Fundación Natura	1	1	1.208	0,29
Orius Biotecnología	1	1	11.421	2,73
Instituto Alexander Von Humboldt	1	1	8.712	2,08
Totales	10	14	418.701	100

■ Convenios de Investigación con Entidades Internacionales

Entidad	Convenios	Experimentos	Miles \$	%
IICA (Convenio IICA-MADR)	1	2	289.120	50,29
Defra Darwin ECO	1	1	73.320	12,75
FAO Procuena	1	1	15.091	2,63
ICGEB	1	1	31.287	5,44
Kali Und Salz Monomeros	1	1	13.615	2,37
Sopib	1	1	48.408	8,42
The Nature Conservancy - TNC	1	1	104.058	18,10
Totales	7	8	574.898	100

## INDICE DE EXPERIMENTOS REGIONALES

Municipios	Páginas
Acevedo (Huila)	21, 153, 154, 155
Aguadas (Caldas)	153, 155
Anserma (Caldas)	153, 155
Apía (Risaralda)	153, 155
Belén de Umbria (Risaralda)	99, 100
Buenvista (Quindío)	38
Calima (Valle del Cauca)	129
Chinchiná (Caldas)	38, 39, 53, 79, 108, 129, 136, 139, 161, 164, 172
Ciénaga (Magdalena)	153
Darién (Valle del Cauca)	129
El Cairo (Valle del Cauca)	21, 155, 156
El Pital (Huila)	14, 91, 93, 94
El Tambo (Cauca)	38, 46, 50, 53, 103, 104, 172
Floridablanca (Santander)	45, 69, 90
Fredonia (Antioquia)	38, 129
Fresno (Tolima)	45, 146
Guaduas (Cundinamarca)	21, 153, 154, 155
Jardín (Antioquia)	153, 155
La Argentina (Huila)	14, 91, 93
La Plata (Huila)	14, 32, 91, 93
La Sierra (Cauca)	153, 155
Libano (Tolima)	39, 40, 55, 69, 75, 76, 77, 129, 151, 155, 172
Manizales (Caldas)	32, 108, 153, 157
Marsella (Quindío)	129
Mesa de los Santos (Santander)	47
Mesitas del Colegio (Cundinamarca)	129
Montenegro (Quindío)	34, 39, 40, 42, 53, 75, 76, 94, 113, 114, 129, 172
Paicol (Huila)	91, 93, 94
Palestina (Caldas)	32, 196, 198
Páramo (Santander)	21, 153, 155, 156
Pereira (Risaralda)	40, 50, 53, 75, 77, 103, 141, 153, 164
Pijao (Quindío)	100, 102
Pinchote (Santander)	21, 155, 156
Pitalito (Huila)	32, 153
Pueblo Bello (Cesar)	33, 54, 55, 113, 129
Puli (Cundinamarca)	153, 155
Quimbaya (Quindío)	146
Quipile (Cundinamarca)	129
Restrepo (Valle del Cauca)	129
Rionegro (Quindío)	164
San Francisco de Sales (Cundinamarca)	103
San Gil (Santander)	21, 155, 156
San Vicente de Chucurí (Santander)	153, 155, 156, 157
Santa Marta (Magdalena)	153
Sasaima (Cundinamarca)	103
Socorro (Santander)	155, 156
Sotará (Cauca)	153
Támesis (Antioquia)	155, 156
Toledo (Norte de Santander)	153, 155
Valle de San José (Santander)	153, 155
Venecia (Antioquia)	104

\*Localización de fincas cafeteras y lotes, incluyendo las Subestaciones de Experimentación Regional de Cenicafé, en las cuales se están llevando a cabo experimentos.

Otros sitios de muestreo exploratorio no aparecen registrado en este informe.

**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**

**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

Gloria Liliana Gómez R., Contador Público

**Divulgación**

Sandra Milena Marín López, Ing. Agrónomo

**Documentación**

Nancy Cecilia Delgado R., Bibliotecóloga

**Sistemas**

Luis Ignacio Estrada H., Ing. Químico

Carlos Hernán Gallego Z., Ing. de Sistemas.

Carlos Ricardo Calle A., Ingeniero de Sistemas

**Biología de la Conservación**

Jorge Eduardo Botero E., Biólogo Ph.D.

**Economía**

César Alberto Serna G., Contador, Espec. Gerencia Finanzas

## ▪ **PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo Ph.D.

---

### **Entomología**

Pablo Benavides M., Ing. Agrónomo Ph.D.  
Carmenza Esther Góngora B., Microbióloga Ph.D.  
Juan Carlos López N., Microbiólogo  
Francisco Javier Posada F., Ing. Agrónomo Ph.D  
Elena Trinidad Velásquez S., Bioquímica M.Sc  
Zulma Nancy Gil P., Ing. Agrónomo  
Mónica Pava R., Bacterióloga y Laboratorista Clínico\*  
Luis Miguel Constantino Chuaire, Biólogo M.Sc  
Clemencia Villegas G., Ing. Agrónomo M.Sc.

### **Fisiología Vegetal**

Néstor Miguel Riaño H., Ing. Agrónomo Ph. D.  
Jerson Ramón Domínguez T., Biólogo Ph.D.  
Luis Fernando Gómez G. Ing. Agrónomo \*  
Juan Carlos López R. Ing. Agrónomo\*  
Aristófeles Ortiz, Químico

### **Fitopatología**

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo Ph.D.  
Carlos Ariel Ángel C., Ing. Agrónomo\*  
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**

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\*

## ▪ **PROGRAMA DE AGRONOMÍA Y EXPERIMENTACIÓN**

Jaime Arcila P., Ing. Agrónomo Ph.D.

---

### **Fitotecnia**

Jaime Arcila P., Ing. Agrónomo Ph.D.  
Argemiro Miguel Moreno B., Ing. Agrónomo M.Sc.  
Fernando Farfán V., Ing Agrónomo

## **Suelos**

Siavosh Sadeghian Kh., Ing. Agrónomo M.Sc \*  
Hernán González Osorio., Ing. Agrónomo  
Luis Fernando Salazar G., Ing. Agrónomo  
Édgar Hincapié G., Ing. Agrónomo  
Alveiro Salamanca J., Ing. Agrónomo

## **SUBESTACIONES DE EXPERIMENTACIÓN**

### **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., Ing. Agrícola Ph.D.

### **Ingeniería Agrícola**

Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph.D.  
César Augusto Ramírez G., Arquitecto  
Juan Rodrigo Sanz U., Ing. Mecánico Ph.D.  
Aida Esther Peñuela Martínez, Ingeniera de Alimentos

### **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

## **Suelos**

Siavosh Sadeghian Kh., Ing. Agrónomo M.Sc. \*  
Hernán González Osorio., Ing. Agrónomo  
Luis Fernando Salazar G., Ing. Agrónomo  
Édgar Hincapié G., Ing. Agrónomo  
Alveiro Salamanca J., Ing. Agrónomo

## **SUBESTACIONES DE EXPERIMENTACIÓN**

### **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., Ing. Agrícola Ph.D.

### **Ingeniería Agrícola**

Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph.D.  
César Augusto Ramírez G., Arquitecto  
Juan Rodrigo Sanz U., Ing. Mecánico Ph.D.  
Aida Esther Peñuela Martínez, Ingeniera de Alimentos

### **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