

Resumen del Informe Anual de Actividades

Cenicafé
2006



Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia





FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL

Periodo 1° enero/03-diciembre 31/06

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
César Augusto Echeverry Castaño
Jaime García Parra
Floresmiro Azuero Ramírez
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, Cenicafé, 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 2006 ©.

PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ

Editores:

Hector Fabio Ospina Ospina - Ing. Agr. M. Sc
Sandra Milena Marín López Ing. - Agr.

Diagramación y Diseño:

María del Rosario Rodríguez

Fotografías:

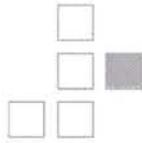
Gonzalo Hoyos Salazar - Archivo Cenicafé y Disciplinas
de Investigación

Impresión:

Editorial Feriva S.A.

ISBN: 978-958-97726-8-3

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	11
Productividad Agronómica	29
I. Agroclimatología	29
II. Suelos y Nutrición	30
III. Manejo de Cafetales	42
IV. Investigación Regional	49
V. Controladores biológicos y biodiversidad	72
VI. Mejoramiento Genético	73
VII. Desarrollo y estudios de métodos de muestreo para la caficultura	77
Viabilidad Económica del Café	80
I. Economías de escala	80
II. Avances en cosecha	81
III. Avances en beneficio	88
IV. Costos de Producción	89
Calidad y Cafés Especiales	91
I. Calidad del Café	91
II. Cafés Especiales	99
Sistemas de Producción Complementarios	101
I. Especies Forestales	101
II. Especies de interés económico	103

Sostenibilidad Ambiental		110
I.	Captura de Carbono y el Protocolo de Tokio	110
II.	Conservación de suelos	111
III.	Manejo integrado de arvenses	115
IV.	Controladores biológicos	116
V.	Entomofauna de la zona cafetera	118
VI.	Manejo integrado de la broca	119
VII.	Biología de la conservación	125
VIII.	Tratamientos de residuos líquidos y sólidos de los procesos del café	129
Conocimiento Estratégico		132
I.	Genómica del café	132
II	Busqueda de Resistencia a la broca	134
III	Genética de las enfermedades del cafeto	134
IV.	Fisiología del cafeto	136
V.	Tecnologías complementarias para la cosecha y el beneficio del café	140
VI	Transformación genética	141
Divulgación y Transferencia		143
I.	Documentación	143
II.	Sistemas	144
III.	Divulgación y Transferencia	148
IV.	Productos	151
Recursos Humanos y Financieros		152
	Investigadores Asociados a Cenicafé	152
	Estudiantes vinculados a Cenicafé	154
	Recursos externos Cenicafé - 2005	
	Aportantes Internacionales	156
	Recursos externos Cenicafé - 2005	
	Aportantes Nacionales	156

Informe Anual 2006

Presentación oral

OBJETIVOS

Particulares

- Conocer qué actividades de investigación realizaron cada uno de los participantes durante el año 2006.
- 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 7 DE NOVIEMBRE AM		MODERADOR: Carlos E. Oliveros T.
INSTALACIÓN	Gabriel Cadena G. Director-Cenicafé	8:00 AM
■ PRODUCTIVIDAD AGRONÓMICA		
I. AGROCLIMATOLOGÍA		
Ecotopos cafeteros y red climática de la FNC	Orlando Guzmán M. Agroclimatología	8:15 AM
Disponibilidad hídrica y cafcultura en ecotopos de Caldas	José Vicente Baldión R. Agroclimatología	8:30 AM
Balance hídrico: La evaporación en la zona cafetera	Álvaro Jaramillo R. Agroclimatología	8:45 AM
II. SUELOS Y NUTRICIÓN DEL CAFETO		
Avances sobre la respuesta de café a la fertilización con magnesio y azufre	Siavosh Sadeghian K. Suelos	9:00 AM
Fertilización con silicio en almácigos de café	Alveiro Salamanca J. Suelos	9:15 AM
Evaluación de la fertilidad del suelo en la zona cafetera del depto. del Quindío	María Alejandra Patiño G. Suelos. Comité Cafeteros del Quindío	9:30 AM
Pérdidas de nitrógeno por volatilización en plantaciones de café	Luis Alfredo Leal V. Suelos. U del Tolima.	9:45 AM
RECESO		10:00 AM
Efecto del enclamiento sobre el crecimiento de las plantas de café en la etapa de almácigo	Carolina Díaz M. Suelos. U. de Caldas	10:30 AM
Respuesta del café en almácigo a tres fuentes de materia orgánica en interacción con fósforo	Wilson E. Ávila R. Suelos. U. Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja	10:45 AM
Pérdidas de suelo y escorrentía en sistemas de producción de café con cultivos intercalados	Tatiana Quiroz M. Suelos. U. del Tolima	11:00 AM
Evaluación del riesgo por erosión potencial de la zona cafetera central del depto. de Caldas	Fernando A. Ramírez O. Suelos. U. del Tolima	11:15 AM
Estudio sobre la resistencia al corte de algunos suelos de la zona cafetera colombiana	Sandra B. Medina L. Suelos. U. de Caldas	11:30 AM
III. INVESTIGACIONES EN MAÍZ		
Resultados de investigación sobre maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la zona cafetera	Luis Narro Líder CIMMYT Latinoamérica	11:45 AM
MARTES 7 DE NOVIEMBRE PM		MODERADOR: Esther Cecilia Montoya R.
IV. MANEJO AGRONÓMICO DE CAFETALES		
Estudio sobre la fertilización de cafetales antes del zoqueo	Luis F. Salazar G. Suelos	1:30 PM
Estudio del sistema de producción frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) relevo maíz (<i>Zea mays</i> L.) intercalado en zocas de café	Argemiro Miguel Moreno B. Fitotecnia	1:45 PM
Dinámica de nutrientes en sistemas agroforestales con café	Fernando Farfán V. Fitotecnia	2:00 PM
Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café	Jimena Montilla P. Fitotecnia-U. de Caldas	2:15 PM
Resultados del proyecto producción de semillas de café	Jaime Arcila P. Fitotecnia	2:30 PM
V. MEJORAMIENTO GENÉTICO		
Hibridación Interespecífica. Evaluación de germoplasma para resistencia a broca	Hernando Alfonso Cortina G. Mej. Genético	2:45 PM
Avances en los proyectos: Búsqueda de resistencia a CBD y mapa genético del café	Pilar Moncada B. Mej. Genético	3:00 PM
RECESO		3:15 PM

Avances en la selección por resistencia incompleta a roya del cafeto	Gabriel Alvarado A. Mej. Genético	3:45 PM
Búsqueda de genes de resistencia a la broca del café	José Ricardo Acuña Z. Genético	Mej. 4:00 PM
Comparación agronómica de variedades con resistencia a la roya del cafeto	Huver Elías Posada S. Mej. Genético	4:15 PM
VI. FISIOLÓGÍA DEL CAFETO		
Caracterización de la superficie del fruto del café	Yenny Paola Cardona O. Ing. Agrícola- U. Nal. Manizales	4:30 PM
Perfiles cromatográficos del aroma del café tostado y molido según el sitio de siembra del cultivo	Aristóteles Ortíz Fisiología Vegetal	4:45 PM
Arquitectura, interceptación de la radiación e intercambio gaseoso en introducciones de café	Jhon Wilson Mejía Experimentación. Subestación El Rosario	5:00 PM
Distribución de la floración y de la cosecha en introducciones de la Colección Colombiana de Café.	Jerson Ramón Domínguez T. Fisiología Vegetal	5:15 PM
MIÉRCOLES 8 DE NOVIEMBRE AM		
MODERADOR: Argemiro Moreno B.		
VII. ENTOMOFAUNA DE LA ZONA CAFETERA		
Estado actual del Museo Entomológico Marcial Benavides de Cenicafé.	Luz Angela Galindo L. Entomología. Serv. Profesionales.	8:00 AM
Reconocimiento de enemigos naturales de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i>	Leyre Yicell Vera M. Entomología U. de Caldas	8:15 AM
Clasificación y preservación de los microorganismos existentes en las colecciones de Cenicafé	Patricia Marín. Entomología. U. Católica, Manizales	8:30 AM
VIII. BROCA DEL CAFÉ		
Análisis de riesgos de presencia de la broca del en café verde para exportación.	Alex Enrique Bustillo P. Entomología	8:45 AM
Radio de acción de la trampa atrayente de embudos múltiples para la captura de adultos de broca.	Zulma Nancy Gil P. Entomología	9:00 AM
Captura de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) usando trampas en tres densidades diferentes	Gonzalo Enrique Cardona P. Entomología. U. de Caldas	9:15 AM
Trampas artesanales para la captura de broca y diseño de un marcador molecular para estudios de dispersión en campo	Pablo Benavides M. Entomología	9:30 AM
Métodos de muestreo para estimar los parámetros relacionados con la infestación por broca	Esther Cecilia Montoya R. Biometría	9:45 AM
RECESO		
10:00 AM		
IX. CONTROLADORES BIOLÓGICOS		
Variabilidad genética y evaluación biológica del parasitoide <i>Prorops nasuta</i> Waterston en Colombia.	Carlos Ernesto Maldonado Entomología U. de Pamplona.	10:30 AM
Búsqueda de huéspedes alternos para la producción in vivo de entomonematodos virulentos a la broca del café	Catalina Quintero V. Entomología. U. de Caldas	10:45 AM
Desarrollo y multiplicación de nematodos parásitos de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) en <i>Galleria mellonella</i> L	Angela María Castaño M. Entomología. U. de Caldas	11:00 AM
Evaluación de la eficacia de mezclas de cepas del hongo <i>Beauveria bassiana</i> (Bálsamo) Vuillemin para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i>	Angela Biviana Cárdenas R. Entomología. UNISARC	11:15 AM
X. EQUIPOS DE ASPERSIÓN Y CONTROL DE LA BROCA		
Evaluación del efecto de diferentes equipos de aspersión sobre la viabilidad de entomonematodos	Liliana Arango Entomología. U. de Caldas	11:30 AM
Evaluación de la eficacia usando diferentes equipos de aspersión para el control de la broca del café	Diógenes Villalba G. Entomología.	11:45 AM
Evaluación física de las aplicaciones con diferentes equipos de aspersión para el control de la broca del café	Diego Fabián Montoya Experimentación-Subestación Paraguaicito	12:00 AM

MIÉRCOLES 8 DE NOVIEMBRE PM		MODERADOR: Gloria Inés Puerta Q.	
XI.	BIOCONTROLADORES		
	Avances en los estudios de diversidad de las razas de roya del cafeto presentes en Colombia	Marco Aurelio Cristancho A. Fitopatología.	1:30 PM
	Evaluación de la resistencia parcial a la roya del cafeto (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk y Br.) en tres localidades	Óscar Adrián Guzmán P. Fitopatología. Est. MSc. U de Caldas	1:45 PM
	Fertilización química y biológica en el cultivo de café. Biorregulación de patógenos en café con <i>Trichoderma harzianum</i>	Angela María Castro T. Fitopatología-ORIOUS	2:00 PM
XII.	MANEJO DE ENFERMEDADES		
	Insumos biológicos y fungicidas en germinadores y almacigos de café	Carlos Alberto Rivillas O. Fitopatología.	2:15 PM
	Resistencia simultánea a llaga macana y roya del cafeto. Avances en la etiología del disturbio "Chamusquina"	Bertha Lucía Castro C. Fitopatología.	2:30 PM
	Avances del diagnóstico de campo del disturbio "Chamusquina" en cafetales de altura del depto. del Huila	Gabriel Campos A. Fitopatología. U del Cauca	2:45 PM
	Pérdidas económicas atribuibles a mal rosado <i>Corticium salmonicolor</i>	Carlos Alberto Galvis G. Fitopatología.	3:00 PM
		RECESO	3:15 PM
	Caracterización de poblaciones de <i>Colletotrichum</i> asociados a café en Colombia	Andrés Fernando Rodríguez G. Fitopatología. U. Javeriana	3:45 PM
	Caracterización molecular de la cepa CENICAFÉ 9501, y de genes involucrados en la interacción con huevos de <i>Meloidogyne</i> spp. Provenientes de zona cafetera	Nadya Lorena Cardona Fitopatología. Est. PhD U. Nal. Medellín	4:00 PM
	Efecto de extractos vegetales en el manejo de <i>Meloidogyne</i> spp en raíces de café	Luisa Mayens Vásquez R. Fitopatología. U. de Caldas	4:15 PM
	Identificación del agente causal de la pudrición radical en el cultivo de espárrago	Jhon Andrés Henao Z. Fitopatología. U. de Caldas	4:30 PM
	Efecto de las micorrizas arbusculares en guayacán rosado (<i>Tabebuia rosea</i>) y su relación con el manejo de nematodos del género <i>Meloidogyne</i> spp.	Silvana E. Yandar E. Fitopatología. U. de Nariño	4:45 PM
■ VIABILIDAD ECONÓMICA			
XIII.	ECONOMÍA		
	Identificación de los patrones de consumo y de ingreso en fincas de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia.	Carolina Aristizábal A. Economía-Serv. Profesionales	5:00 PM
JUEVES 9 DE NOVIEMBRE AM		MODERADOR: Álvaro Jaramillo R.	
XIV.	AVANCES EN COSECHA ASISTIDA		
	Estudio del principio de espitación para la cosecha del café	Víctor Manuel Martínez C. Ing. Agrícola- U.Surcolombiana, Neiva	8:00 AM
	Avances en cosecha manual con la herramienta RASELCA y en recolección de frutos con la máquina Cifarelli	Hugo Andrés López F. Ing. Agrícola. Serv. Profesionales	8:15 AM
	Avances en el estudio del efecto de las frecuencias de recolección en el rendimiento operativo de la cosecha manual del café	Luis Eduardo Isaza G. Biometría- Serv. Profesionales	8:30 AM
	Método para la medición de la calidad de recolección en línea	Edilson León Moreno C. Ing. Agrícola. Serv. Profesionales	8:45 AM
	Mejoramiento tecnológico de la herramienta para cosecha del café IMFRA	Juan Rodrigo Sanz U. Ing. Agrícola.	9:00 AM
	Avances en cosecha del café con la herramienta IMFRA	Juan Alejandro Álvarez V. Ing. Agrícola. Serv. Profesionales.	9:15 AM
	Cosecha de café con la herramienta IMFRA con impactadores oscilatorios	Julián Andrés Cardona D. Ing. Agrícola - U.Tecnológica de Pereira	9:30 AM

Avances en cosecha de café con la herramienta DESCAFE	César A. Ramírez Ing. Agrícola.	9:45 AM
RECESO		10:00 AM
Cosecha del café con el Stihl-81	Diego Díaz G. Ing. Agrícola, U. Nacional, Bogotá	10:30 AM
Avances en cosecha de café con vibradores portátiles VPT	Óscar Alberto Alfonso C. Ing. Agrícola. Serv. Profesionales	10:45 AM
Transporte de café cereza en terrenos de alta pendiente	María Teresa Londoño G. Ing. Agrícola - U. Nal. Bogotá	11:00 AM
XV. AVANCES EN BENEFICO		
Avances en investigaciones en fermentación del café	Aída Esther Peñuela M. Ing. Agrícola.	11:15 AM
Efecto de la demora en el inicio del secado en la calidad del café desmucilaginado mecánicamente	Jenny Pabón U. Ing. Agrícola. U. Valle	11:30 AM
Desmucilaginado mecánico del café con rotor de varillas	Claudia Alexandra Mejía G. Ing. Agrícola. U. valle	11:45 AM
Avances en secado solar del café y en separación de frutos inmaduros por medios mecánicos	Carlos Eugenio Oliveros T. Ing. Agrícola.	12:00 M

JUEVES 9 DE NOVIEMBRE PM

MODERADOR: Alex E. Bustillo

■ CALIDAD Y CAFES ESPECIALES

XVI. CALIDAD Y MANEJO AMBIENTAL

Avances en el estudio de la calidad y la composición química del café cultivado en Colombia	Gloria Inés Puerta Q. Calidad y Manejo Ambiental	1:30 PM
Determinación de elementos químicos pesados.	Claudia Patricia Bolívar F. Calidad y Manejo Ambiental – Serv. Profesionales	1:45 PM
Calidad del agua usada para el beneficio del café en fincas	Claudia Patricia Gallego A. Calidad y Manejo Ambiental – Serv. profesionales	2:00 PM
Desarrollo e implementación de sistemas de gestión para la competitividad de la cadena productiva del café	Juan Mauricio Rojas A. Programa ETIA	2:15 PM

■ SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

XVII. TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES

Postratamiento de las aguas residuales del beneficio del café	Nelson Rodríguez V. Calidad y Manejo Ambiental	2:30 PM
Índices de impacto de los SMTA	Diego Antonio Zambrano F. Calidad y Manejo Ambiental	2:45 PM
Sistema integral de tratamiento anaerobio de lixiviados	Andrés Julián Zambrano G. Calidad y Manejo Ambiental	3:00 PM

RECESO

3:15 PM

XVIII. BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

De los patrones de diversidad a las herramientas de conservación	Lina María Sánchez Biol. De la Cons. Serv. Profesionales	3:45 PM
Promoviendo herramientas de conservación para las aves con comunidades cafeteras	Daniel Arbeláez A. Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	4:00 PM
Evaluación del papel de las certificaciones ambientales al café en la conservación de la biodiversidad	Juan Pablo Gómez Biol. de la Cons. U. de Caldas	4:15 PM
Las cañadas arborizadas: una herramienta para la conectividad en el paisaje cafetero	Andrés Mauricio López Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	4:30 PM
Avances en la formulación y ejecución del plan de manejo de Planalto	Cristian Rivas Biol. de la Cons. Serv. Profesionales	4:45 PM
Armando el rompecabezas de la biodiversidad en zonas cafeteras	Jorge Eduardo Botero E. Biol. de la Cons.	5:00 PM

VIERNES 10 DE NOVIEMBRE AM

MODERADOR: Pablo Benavides M.

■ SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPLEMENTARIOS

XIX. ESPECIES FORESTALES NATIVAS			
Mejores progenies de <i>Cordia alliodora</i> y <i>Tabebuia rosea</i> y otras especies nativas en los bancos de germoplasma	Carlos Mario Ospina P. Programa ETIA		8:00 AM
Avances en la propagación vegetativa de nogal cafetero (<i>Cordia alliodora</i>) y guayacán rosado (<i>Tabebuia rosea</i>)	Alexánder Godoy B. Programa ETIA. Convenio FAO – Procuena		8:15 AM
Chinche de encaje (<i>Dictyla monotropidia</i> Stal) del nogal cafetero y bioensayos de control biológico.	Angélica María Giraldo B. Programa ETIA. Convenio FAO – Procuena		8:30 AM
XX. CÍTRICOS Y MACADAMIA			
Resultados de la evaluación de especies y variedades de cítricos. Conservación de la semilla de especies forestales nativas, bajo condiciones de almacenamiento.	José Arthemo López R. Programa ETIA		8:45 AM
Avances de la investigación en el manejo de hemipteros plaga en el cultivo de la macadamia	Clemencia Villegas Entomología		9:00 AM

■ DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

XXI. INVESTIGACIÓN REGIONAL			
Informe del Programa de Experimentación 2005-2006	Pedro María Sánchez A. Subestación Santander		9:15 AM
XXII. DOCUMENTACIÓN			
Informe del Centro de Documentación 2005-2006	Yudy Andrea Montes B. Documentación		9:30 AM
XXIII. SISTEMAS			
Informe Anual 2006 Disciplina de Sistemas.	Luis Ignacio Estrada H. Sistemas		9:45 AM
XXIV. DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA			
Actividades de Divulgación y Transferencia.	Héctor Fabio Ospina O. Divulgación y Transferencia		10:00 AM
			10:15 AM

RECESO

■ GESTIÓN ADMINISTRATIVA

XXV. DIRECCIÓN DE GESTIÓN ORGANIZACIONAL			
Gestión Administrativa y Financiera	Luz Myriam Corredor R. Dirección de Gestión Organizacional		10:45 AM
XXVI. DIRECCIÓN			
Informe de la Dirección 2005-2006.	Gabriel Cadena G. Director		11:15 AM



Resumen ejecutivo

Las investigaciones de Cenicafé se derivan del Plan Quinquenal de Investigaciones y permiten generar nuevos conocimientos que brindan productividad, competitividad y sostenibilidad a la caficultura colombiana.

Se condujeron durante el año 331 investigaciones y se destacan los siguientes resultados:

Productividad Agronómica

La evaluación de plantas F_3 y F_4RC_1 de híbridos interespecíficos permitió la selección de progenitores de interés con características propias de *Coffea arabica* y resistencia a la roya. Se continuó la evaluación de numeroso germoplasma de cruces simples y complejos entre derivados de Caturra X H. de Timor de las diferentes introducciones del H. de T. para aprovechar la resistencia genética aún vigente en ese recurso genético. Los estudios de la herencia de la resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* en derivados de Caturra X H. de Timor, mostraron claras evidencias de su condición cuantitativa, resultado que refuerza el esquema de mejoramiento para resistencia durable a la roya del cafeto. Se seleccionaron nuevos genotipos sobresalientes por atributos agronómicos y probable tolerancia a la enfermedad de las cerezas del café. Se sembraron ensayos para evaluar los descendientes de cruzamientos entre genotipos con probable resistencia a 4 aislamientos de *Colletotrichum kahawae*. La evaluación para resistencia a broca de 26 introducciones permitió identificar 6 en las cuales la broca se reproduce 30% menos cuando se cría sobre ellos respecto de la variedad Caturra.

La evaluación en taza de los componentes de Variedad Castillo® hecha por el panel de la Oficina de Calidades mostró que su taza es similar a la de Caturra, Típica, Borbón y Tabi, característica del café de Colombia.

Se produjeron y entregaron a los comités departamentales de cafeteros más de 40.700 kilogramos de semillas de las distintas variedades de café con resistencia a la roya del cafeto.

En evaluaciones sobre plántulas de almácigo se avanzó a la cuarta generación (F4) de materiales con resistencia simultánea a llaga macana y a roya, con excelentes calidades de grano. Semilla de plantas de la quinta generación

(F5) estarán en condición de ser distribuidas a los caficultores como una variedad.

Se caracterizaron algunas propiedades físicas y factores de conversión del café desde fruto maduro hasta grano almendra, en la Variedad Castillo® en fincas de los municipios de Chinchiná, Manizales, Villamaría y Palestina (Caldas) en tres etapas de la cosecha del II semestre del año 2005. El peso y diámetros (ancho y grosor) de los frutos y granos tienden a ser mayores en la época intermedia, para la densidad aparente y la humedad no se presentan cambios a través de la cosecha, las relaciones de conversión, el porcentaje de merma y el rendimiento en trilla fueron mejores en la época inicial y para esta misma época se presentó la menor cantidad de defectos en cereza, pergamino y almendra (excepto porcentaje de frutos verdes en el café cereza) y tanto las relaciones como los defectos tienden a aumentar conforme avanza la cosecha.

Se demostró que en la etapa de almácigo solo se justifica realizar labores de enclamiento cuando los suelos presentan problemas de acidez y no se utiliza materia orgánica; adicionalmente, se demostró que en esta fase el café no responde a la fertilización con silicio, pero sí al fósforo y a las diferentes fuentes de materia orgánica como la gallinaza y pollinaza. Se caracterizó la fertilidad del suelo en la zona cafetera del departamento del Quindío, utilizando como insumo los registros históricos de los análisis de suelos. Se demostró que las últimas dos fertilizaciones antes del zoqueo se pueden obviar en algunas localidades como Naranjal, mientras que en otras, como Paraguaquito y Líbano, debido a condiciones agroecológicas particulares, es perentoria la realización de esta labor. Así mismo, se encontró que el zoqueo reduce cerca de 50% la biomasa de las raíces, 6 meses después del mismo. Se cuantificó la mineralización del nitrógeno en el suelo, así como las pérdidas de este nutrimento por volatilización cuando se emplea urea. Se ratificó que la disponibilidad

de los nutrientes para el cultivo de café está directamente relacionados con la cantidad de nutriente aplicado vía fertilización, y que las pérdidas por escorrentía son muy bajas al igual que la lixiviación; el potasio y los nitratos fueron los elementos que se lixiviaron en mayor cantidad. Se encontró respuesta a la fertilización con magnesio y azufre, aplicados en bajas dosis.

Viabilidad Económica

Se terminó el análisis económico del efecto de la roya en genotipos de café susceptibles y materiales con resistencia incompleta en el cual se seleccionaron, a partir de 101 genotipos con resistencia incompleta, aquellos más productivos que los testigos Caturra sin control, Caturra con control y Variedad Castillo®. Las pérdidas en producción asociadas a la enfermedad se estimaron en el 21%.

Se identificaron los patrones de consumo y de ingreso en fincas de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia y se determinó cómo es la composición de la canasta familiar, la canasta de alimentos, el costo de los insumos comprados para producción y la composición del ingreso.

Se evaluó la mortalidad de la broca por el hongo *B. bassiana* utilizando seis cepas individuales, dos mezclas de cepas de alta y baja patogenicidad. El mayor porcentaje de mortalidad lo presentó la Mezcla B de las cepas (66,63%) y el menor la cepa Bb 9020 (53,14%).

Para retirar las cerezas de menor densidad (inferior calidad) y los objetos duros durante el proceso del beneficio húmedo del café, se desarrolló un dispositivo mecánico de bajo costo basado en un tornillo sinfín y un volumen de agua de tan solo 50 litros con recirculación.

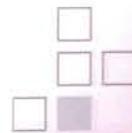
Se evaluó el efecto en la calidad en taza de prácticas posteriores al desmucilaginado mecánico y antes del secado, como dejar el café en el tanque con y sin agua. Los mejores resultados de calidad en taza se obtuvieron al dejar el café sin agua en el tanque durante la noche y los cafés que fueron secados inmediatamente después de desmucilaginado.

Se diseñó, construyó y evaluó un sistema modular prefabricado para el secado del café al sol en paseras solares con capacidades de 1,5 @cps, 3 @cps, 9 @cps, donde finalmente su construcción queda a un costo de \$33.817, \$ 27.567, \$ 30.150 por metro cuadrado, respectivamente.

Se evaluó el impacto económico del proyecto café especial La Vereda, en Riosucio, Caldas. Se identificó que pese a que son caficultores de carácter minifundista, familias numerosas y bajo nivel de escolaridad, poseen sistemas de producción acordes con las condiciones en las cuales se encuentran los cafetales, lo que lleva a que el 47,4% tenga productividades por encima del promedio nacional. El impacto social, enfocado hacia la evaluación del indicador de educación, obtuvo resultados positivos.

Calidad y Cafés Especiales

Se inició el estudio de la calidad y del contenido de elementos químicos en el café de Colombia según los suelos y la altitud del cultivo con la participación de Antioquia, Quindío, Caldas Santander y con la cosecha 2006 en los departamentos del Huila y Tolima. Las fincas fueron seleccionadas de acuerdo con los factores de estudio (variedad, rango altitudinal, unidad de suelo), se escribió y divulgó el protocolo de beneficio BPM, se recolectó la información sobre los procesos del café realizados en las finca, se tomaron muestras de suelo, agua y café de la finca,



se benefició el café aplicando protocolo de las buenas prácticas BPM, se realizaron análisis sensoriales, físicos y químicos (contenido de elementos químicos) tanto en café verde, café tostado, suelo y agua, se elaboraron las bases de datos y se inició el análisis estadístico de la información.

Se presentaron diferencias significativas en la proporción de tazas con defectos entre los orígenes del café por departamentos y por unidades de suelos. Sin embargo se observó que los defectos encontrados en taza se originaron por contaminaciones del grano con químicos en el cultivo y en el almacenamiento, además, por inadecuadas prácticas en el beneficio, por retrasos en el proceso y por inadecuado secado y por tanto, no son atribuibles al origen geográfico de la muestra como tal, sino a las condiciones y prácticas agronómicas y de beneficio efectuadas en esos sitios. Por consiguiente, el seguimiento de la trazabilidad de las muestras hasta su origen por unidad de suelo, altitud y lote permite determinar en cuáles zonas de estudio se están presentando con mayor frecuencia estos defectos que afectan la calidad del café de Colombia.

También se encontraron diferencias en proporción de tazas de muy buena calidad entre los orígenes por departamentos, unidades de suelo y prácticas de beneficio. La variedad Tabi se destacó significativamente.

Sostenibilidad Ambiental

Se validaron en germinadores establecidos en fincas cafeteras las recomendaciones acerca del uso de Tricho-D, producto comercial basado en *Trichoderma harzianum*, en el manejo de volcamiento (*Rhizoctonia solani*). La interacción entre *Rosellinia bunodes* (Llaga Negra) y *T. harzianum* (formulado en Tricho-D) resultó en un 50% de reducción del ataque del patógeno en ensayos de almácigo. Pruebas preliminares

in vitro abren la posibilidad del uso de este biorregulador en el manejo de patógenos foliares. Igualmente, el uso de los extractos de plantas sobre huevos y larvas de *Meloidogyne* spp. muestra resultados promisorios para el manejo integrado de nematodos.

Mediante el uso de los Sistemas de Información Geográficos, se mapificó el riesgo de erosión potencial en la zona cafetera central del departamento de Caldas; en este sentido, se encontró que el 78% del área de estudio presenta alto riesgo a la erosión hídrica y solamente un 4,3% del área riesgo bajo. Se detectó que algunas arvenses frecuentes en cultivos de café, han adquirido resistencia al herbicida glifosato, debido a aplicaciones reiteradas del mismo; para lo anterior se plantearon alternativas de manejo. Los contenidos de materia orgánica y resistencia a la penetración fueron identificadas como los indicadores que en mayor grado explican la resistencia de los suelos a los movimientos masales. Se halló que las pérdidas de suelo por erosión en cafetales intercalados con maíz y manejo integrado de arvenses son menores que en café intercalado con frijol y suelo desnudo.

Debido a la dificultad para controlar ciertas arvenses con glifosato, se determinó la resistencia de *Eleusine indica* (pategallina), *Erigeron bonariensis* (venadillo) y *Emilia sonchifolia* (hierba socialista) a dicho herbicida, utilizando dos metodologías, semillas en cajas de Petri y plantas en casa de mallas.

La caracterización agronómica de las especies *Eucaliptus grandis*, *Pinus chiapensis*, *Pinus tecunumanii* e *Inga* sp, para ser empleadas como sombrío de cafetales en el departamento del Cauca determinó el potencial económico y biológico que como sombrío de cafetales tienen estas especies forestales y su efecto sobre la producción -en cantidad y calidad- del café

Con el fin de mejorar la competitividad y la productividad de la Asociación de fungicultores de Colombia, ASOFUNGICOL, se evaluaron 5 cepas de hongos comestibles (3 del género *Pleurotus* spp y 2 variedades de *Lentinula edodes*, conocido como Shiitake) sobre diversos sustratos elaborados con los subproductos agrícolas más abundantes del departamento del Huila.

Se avanzó en el análisis de los resultados del efecto de la fragmentación de los bosques sobre la biodiversidad en zonas, se realizó el estudio del hábitat del mono nocturno en fragmentos de bosque. Se continuó con los censos participativos de aves en zonas cafeteras, como parte del convenio de Cenicafe-Federación con The Nature Conservancy y el Servicio Forestal de Estados Unidos y se formuló el plan de manejo de la reserva de Planalto. Se inició también un estudio sobre las comunidades de ranas en diferentes regiones y elementos del paisaje cafetero, una investigación sobre el valor de los robledales en la zona cafetera del Huila, un análisis de desarrollo de herramientas de conservación con base en caracterizaciones regionales de la biodiversidad y un estudio de las consecuencias tróficas de la pérdida de diversidad en las comunidades del suelo.

En un reconocimiento de enemigos naturales de la broca en 21 fincas de Caldas, Quindío y Risaralda se registró el establecimiento de *Prorops nasuta*, parasitoide de la broca, encontrado en el 57,1 % de los sitios muestreados. Entre los predadores están las hormigas de los géneros *Crematogaster* sp., *Solenopsis* sp., *Wasmannia* sp. y *Brachymyrmex* sp. Dentro de los entomopatógenos están *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin e *Hirsutella* sp. sobre broca.

Conocimiento Estratégico

En desarrollo del Convenio especial de cooperación técnica y científica celebrado

entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, se realizaron las investigaciones aprobadas en el Plan Operativo del Proyecto titulado "Iniciativa para el Estudio del Genoma del café, de la Broca y de su Agente Controlador *Beauveria bassiana*".

Este proyecto está organizado en 24 experimentos bajo la dirección del Director de Cenicafe y la responsabilidad de 8 investigadores del Centro y 30 investigadores asociados. Participan investigadores de Cornell University, the University of Maryland, el IRD de Francia, el Cinvestav de Méjico, TIGR (The Institute for Genomic Research) y se cuenta con el acompañamiento científico del CIAT y la supervisión técnica del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

El Plan Operativo aprobado para el presente período se cumplió a cabalidad. El informe correspondiente se presentó oportunamente (538 p.) tanto a la Federación, como al Ministerio y al CIAT. En Octubre se realizó el informe oral del proyecto con participación de los investigadores del CIAT.

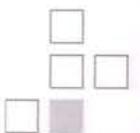
A continuación se resumen algunos de los resultados.

I. GENÓMICA DEL CAFÉ

Obtención de un mapa genético en la población tetraploide.

Se han mapeado hasta el momento 100 marcadores en la población F2 de Caturra x Etiopía 42. De estos marcadores 96 son microsatélites y 4 corresponden a EST de café.

Para continuar con el mapeo se han evaluado diferentes marcadores de diversos orígenes con los padres de la población Caturra y Etiopía 42, así:



1. 213 microsatélites CMA de la Universidad de Trieste con los padres de la población CAT36 x ET910 encontrando que 29 de ellos que equivalen al 14% fueron polimórficos aptos para el mapeo.
2. Se evaluaron 26 secuencias de microsatélites de secuencias BAC en *C. canephora* del IRD, que comprendían di, tri y mononucleótidos de los cuales solo el SSR AJ871912 fue polimórfico para los padres.
3. Se buscaron microsatélites utilizando el software MISA en las secuencias de librerías de cDNA de *C. canephora*. Se diseñaron primers y se sintetizaron y evaluaron 642 EST-SSR de los cuales 49 que equivalen al 7,6% presentaron polimorfismo para los padres y 21 presentaron segregación apta para el mapeo.
4. Se sintetizaron y evaluaron 50 SSR de Tomate y Papa siendo la totalidad monomórficos.
5. Se evaluaron 111 COS de café diseñados en la U. De Cornell para determinar su grado de polimorfismo con ambos padres siendo monomórficas en su totalidad.
6. Se mandaron a sintetizar 186 SSR utilizados en el mapa de *C. canephora*, los cuales se encuentran en evaluación
7. Están listos para ser sintetizados 107 EST-SSR de nuevas librerías de *C. arabica* desarrolladas en el laboratorio.
8. Se dispone de 8 marcadores mapeados por el IRD y localizados en diferentes cromosomas del mapa de *C. canephora*, los cuales ya se encuentran mapeados CFCA489, CFGA260, CMA105, CMA118, CMA127, CMA199, CMA241, CMA263, CMA276.

Se inició la evaluación agronómica de la población por resistencia a roya, rendimiento, variables de crecimiento, características de grano con el fin de realizar análisis de QTL posteriormente.

Saturación del mapa de ligamiento genético de *Coffea liberica* x *C. eugenioides* con marcadores microsatélites.

Con el fin de saturar el mapa genético de la población derivada del cruzamiento entre dos especies diploides, *C. liberica* X *C. eugenioides*, se evaluaron nuevos marcadores microsatélites en toda la población. Así mismo, se aumentó el número de individuos evaluados en 10, de 91 se pasó a 101.

En total se evaluaron 107 nuevos marcadores microsatélites en los dos padres (*C. liberica* y *C. eugenioides*), 90 de Trieste-CMA, 7 COS, 6 FR Cros y 24 SAT (microsatélites mapeados en *C. canephora* en el IRD).

Como resultado de la evaluación 71 pares de cebadores CMA se eligieron para ser evaluados con toda la población debido a que su amplificado fue promisorio. 42 (60%) de estos presentaron muy buen patrón de lectura, 7 (1%) son de difícil lectura y 18 (25%) definitivamente no tienen amplificado o el amplificado es un barrido o tienen muchas bandas sin ningún patrón.

Así mismo, se evaluaron los 24 cebadores SAT. 20 (83%) fueron polimórficos, aunque 3 (12,5%) de ellos fueron de difícil lectura y 18 (75 %) presentaron buen amplificado. 3 no fueron aptos para ser evaluados.

De los 6 cebadores FR Cros, 4 (FR Cros4, FR Cros8, FR Cros9 y FR Cros10) dieron bandas bastante definidas y polimórficas mientras que 2 (FR Cros3 y FR Cros5) fueron totalmente monomórficos.

Además de la valoración de estos nuevos cebadores en la población completa, también se realizó la evaluación completa de todos los 116 marcadores microsatélites, ya mapeados, en los 10 nuevos individuos de la población diploide. De estos 10 individuos, hubo dos individuos que no siempre amplificaron.

Poblaciones para análisis de QTL.

Resistencia a la Broca:

En octubre se sembraron en el campo las plantas F1 para la obtención de semillas F2 para las tres poblaciones:

Caturra autofecundado x Etiopía 554

Caturra autofecundado x Etiopía 344

Caturra autofecundado x Etiopía 348

Resistencia a CBD, Roya, y Producción:

Se sembró en campo la población F2 de Caturra x Híbrido de Timor (328 plantas), en el mes de octubre 2005.

Búsqueda de fuentes de resistencia por antibiosis a la broca.

A partir de los resultados de los experimentos de evaluación de germoplasma por resistencia a broca MEG 0811 y MEG 0813, se seleccionaron diez introducciones etíopes con menor infestación en campo, para determinar el efecto antibiótico de sus granos sobre la broca en condiciones controladas ($26\pm 1^\circ\text{C}$, $75\pm 5\%$ HR). Se evaluaron periódicamente granos (40% de humedad) infestados con brocas, durante dos generaciones. Se registró el número de individuos y el estado biológico en el que se encontraban.

En las diez introducciones, el número promedio de individuos por grano a través del tiempo, se ajustó a modelos de crecimiento cúbico. Todas las curvas que describieron el crecimiento de las poblaciones de broca sobre las introducciones estuvieron por debajo de la de Caturra. Las introducciones que mostraron un menor aumento en las poblaciones en las dos generaciones fueron: E.085, E.374, E.480 y E.389, con una diferencia con relación a Caturra de 47%, 36%, 35% y 34%, respectivamente, en la última evaluación a los 42 días después de la infestación (DDI).

Actualmente, se busca confirmar estos resultados en un experimento con más repeticiones y

con un mayor seguimiento del crecimiento y desarrollo de la broca, y se calculan los parámetros poblacionales de la broca criada sobre las introducciones E.085 y E.374, además de confirmarlos en la E.334, destacada en evaluaciones anteriores.

Paralelo a estos experimentos, se realizaron otros preliminares para adecuar el método de evaluación con dietas merídicas, con el fin de utilizarlo principalmente en especies e introducciones de granos pequeños. En el momento se evalúan las especies diploides: *Coffea kapakata*, *C. eugenioides*, *C. liberica* Excelsa y *C. stenophylla*. En la primera generación, aun no concluida, los resultados no muestran ningún efecto de estas especies sobre la broca.

Construcción de la genoteca de café (*C. canephora*) para la búsqueda de microsatélites y Desarrollo de microsatélites basado en la técnica M-AFLP (microsatélite - AFLP)

Para la búsqueda de microsatélites en el genoma de café se llevaron a cabo dos metodologías, la primera fue mediante la construcción de una librería genómica de café (*C. canephora*) y la otra mediante la construcción de las librerías amplificadas de microsatélites con las técnica de AFLP.

Librerías

Construcción de librería BAC

El análisis de la librería mostró un tamaño promedio de los insertos de 120 kb.

El porcentaje de clones de cloroplastos fue del 1%.

Se secuenciaron 113 platos de 384 para un total de 43.392 secuencias con un tamaño promedio de 605 pb. Se hizo el fingerprinting de los mismos platos. Se dispone de los filtros para iniciar los trabajos de hibridización.



Construcción de librerías de cDNA

Se realizó la construcción de librerías de cDNA de longitud completa de frutos Caturra 36 de diferentes semanas de desarrollo (26 y 31), de frutos de 7 meses de desarrollo de Etiopía 554, *C. liberica arawinensis* y de *C. kapakata*, de pericarpio de Híbrido de Timor y de raíces de Etiopía 40 y el análisis de las librerías de primordios de flores, meristemas y fruto de 28 semanas de *C. arabica* variedad Caturra y de fruto maduro de *C. kapakata*.

Se hizo secuenciación al azar de clones presentes en las librerías (aproximadamente 5.000 clones, para primordios de flores, meristemas y fruto de 28 semanas de *C. arabica* variedad Caturra y una de fruto maduro de *C. kapakata*). Se determinó el número de secuencias de longitud completa y parcial, mediante el programa TargetIdentifier, del número de contigs y singletons por tejido y estimación la redundancia de la información y del número de secuencias únicas de las secuencias obtenidas.

Se determinó la naturaleza de las secuencias (función putativa de los transcritos) mediante estudios comparativos (homología o similitud, BLASTX) de dichos clones con secuencias reportadas en bases de datos públicas. Se hizo correlación de las secuencias obtenidas con respecto a la expresión tejido específica.

Microarreglos

Para el análisis de microarreglos se han cosechado frutos maduros sanos y frutos a los 2 y 5 días después de infestarlos con broca.

En el mes de octubre 2005 Se recolectaron frutos de los siguientes genotipos:

- 1.Etiopía 348 árbol # 1546
- 2.Etiopía 554 árbol # 1422
- 3.Etiopía 344 árbol # 2214

Para la segunda repetición se recolectaron frutos de las mismas introducciones. Sin embargo,

los árboles recolectados variaron debido a que las plantas seleccionadas inicialmente no tenían frutos.

4.Etiopía 348 árbol # 1541

5.Etiopía 554 árbol # 1421. De la introducción Etiopía 344 se está a la espera de que haya frutos maduros.

Gracias al Convenio general de acogida de investigadores de Cenicafé en las instalaciones del IRD:

- Se realizó la caracterización física y molecular de diferentes familias de genes de resistencia candidatos (RGC) del café, y se estudio su posible implicación con la presencia de genes de resistencia específica contra la roya y los nematodos.
- Se encontraron 7 marcadores moleculares (5 AFLP y 2 SSR) potencialmente ligados al carácter de resistencia incompleta a la roya. La asociación entre estos marcadores candidatos y la resistencia incompleta fue evaluada durante diferentes años, mostrando una consistencia significativa con las épocas de mayor incidencia de roya en el campo.
- Se adaptó y validó un protocolo para la localización de secuencias de ADN sobre cromosomas de café mediante la técnica de FISH, el cual servirá de punto de partida para los trabajos de mapeo físico del genoma del café, que van a comenzar próximamente.
- Se mapearon 25 nuevos marcadores microsatélites (SSR) en *C. canephora*, los cuales servirán de referencia para enriquecer el mapa genético de *C. arabica*, actualmente en construcción en Cenicafé.

Diferentes compuestos están implicados en la calidad final de la bebida de café. Entre ellos, los lípidos parecen que juegan un papel importante. Las técnicas de análisis bioquímicos han sido refinadas para caracterizar los componentes lipídicos específicos presentes en los granos de café que podrían estar relacionados con el aroma y el sabor.

El objetivo de este proyecto fue el de estudiar el efecto del genotipo y de los factores medio ambientales en el contenido total de lípidos y en la composición de los ácidos grasos totales en los granos entre los diferentes genotipos y localidades en Colombia. Para esto, dos grupos de muestras de granos de café verde de diferentes genotipos recolectados i) en tres diferentes localidades (Naranjal, Paraguaicito y El Rosario) en el 2003 y ii) en cinco diferentes localidades (Naranjal, Paraguaicito, El Rosario, El Tambo y Pueblo Bello) en el 2005, todas representando diferentes ambientes, fueron analizados. Para cada muestra, tres repeticiones (de diferentes extracciones) fueron realizadas de acuerdo con los protocolos desarrollados en el IRD. Para este proyecto colaborativo y gracias a la experiencia del IRD en el análisis de lípidos, se propuso estudiar en prioridad el contenido total en lípidos (%) y la composición en ácidos grasos totales (% de ácidos grasos totales).

Los resultados en el contenido total en lípidos (% ms) mostraron diferencias significativas entre los diferentes genotipos y localidades ($P < 0,000$), pero la interacción genotipo*localidad no fue significativa. La variación total para el contenido en lípidos fue grande, ya que los valores oscilaron entre el 12,5% para CX.2848 en la localidad de Pueblo Bello hasta el 17% para Caturra en la localidad de El Rosario. La variación entre las localidades fue también importante, ya que los valores oscilaron entre el 13,9% en Pueblo Bello hasta el 15,8% en Paraguaicito. Una importante variación también fue encontrada entre los genotipos, los valores medios oscilaron entre el 14,0% para el genotipo CX.2848 hasta el 15,8% para Caturra y el genotipo CU.1997.

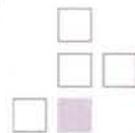
Los principales ácidos grasos encontrados en el aceite de café fueron: el ácido palmítico (16:0), el ácido esteárico (18:0), el ácido oleico (18:1), el ácido linoleico (18:2), el ácido linolénico (18:3), el ácido araquídico (20:0) y

el ácido behénico (22:0). Otros ácidos grasos minoritarios fueron también encontrados y cuantificados por la primera vez en granos de café verde. Es importante resaltar que la interacción genotipo*localidad fue muy baja para la mayoría de las variables estudiadas.

El efecto año fue también estudiado. Para todas las variables estudiadas y casi todas las localidades analizadas en los dos años, la clasificación de los genotipos fue la misma, mostrando que la interacción año*genotipo fue muy baja. Adicionalmente, la relación entre los factores ambientales (calculados para tres diferentes períodos) y las variables lipídicas mostraron un efecto muy claro de algunos de los factores climatológicos sobre el contenido lipídico y la composición. Para el contenido de lípidos (% ms) de los granos, las más significativas regresiones correspondieron a las obtenidas con la temperatura media promedio ($^{\circ}\text{C}$) y con la humedad relativa promedio (%). Sin embargo, el coeficiente de determinación permaneció bastante bajo. Los contenidos en ácidos grasos mostraron una correlación significativa sólo con las variables de temperatura (temperaturas mínima, media y máxima).

Genómica Funcional del Café

En el estudio de introgresión se evaluaron 22 combinaciones de cebadores AFLPs en una muestra de genotipos de *C. arabica* y *C. canephora*, que permitieron detectar 39 marcadores asociados al fenómeno de introgresión, los cuáles se están evaluando en 95 líneas avanzadas del programa de mejoramiento genético de Cenicafe (Variedad Castillo®, líneas de resistencia incompleta e híbridos interespecíficos). La distribución y segregación de estos marcadores asociados a la introgresión en el genoma de *C. arabica* se adelantan en una población F_2 procedente del cruce de *C. arabica* x Híbrido de Timor. Este año se incorporaron al estudio 60 marcadores microsatélites (SSRs) optimizados en Cenicafe,



los cuales por su carácter de codominancia e información de mapeo, permitirán completar el análisis.

Para el estudio de compuestos por la técnica NIRs se colectaron 2.800 espectros de muestras de café verde, provenientes de las localidades Naranjal, Paraguaicito, El Rosario, El Tambo y Pueblo Bello y progenies componentes de la Variedad Castillo®. De la base de espectros se seleccionaron 127 muestras para adelantar análisis de referencia en laboratorio, de los compuestos químicos: Cafeína, Trigonelina y 87 muestras para Ácidos Clorogénicos (5-CQA), mediante la utilización de una técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Se construyeron dos réplicas de las siguientes librerías sustractivas:

C. arabica var. Caturra obtenidas de 24h inducción por infestación con broca

C. arabica var. Caturra obtenida de 7 días inducción por infestación con broca

C. liberica obtenida de 24 horas inducción por infestación con broca

C. liberica CCC1025 obtenida de 7 horas inducción por infestación con broca

Todas las secuencias fueron anotadas y las secuencias de *C. liberica*, en total 68 unigenes, se anotaron por comparación con las librerías de *C. arabica* inducidas, esto con el fin de obtener secuencias únicas inducidas por broca en *C. liberica* que no se compartieran con secuencias expresadas en *C. arabica* var. Caturra.

El trabajo con las librerías sustractivas de *C. liberica*, comparado con las librerías de café disponibles en el coffee bank, incluyendo las librerías de *C. arabica* Var. Caturra inducidas con broca, permitieron la identificación de 9 secuencias únicas inducidas en *C. liberica* que no se comparten con *C. arabica* Caturra, 3 de ellas tienen función desconocida y otras 3 están involucradas en mecanismos de defensa.

El rastreo y análisis de las librerías en los tiempos de inducción 24 horas y 7 días permitió determinar que a los 7 días se expresa un menor número de genes que a las 24 horas, esto será corroborado próximamente por PCR en tiempo real. Por tanto, las librerías a los 7 días no son adecuadas para buscar genes candidatos de defensa de la planta y se escogerá otro tiempo de inducción, como es el caso de 72 h de inducción.

Se construyeron dos librerías de longitud completa *Coffea arabica* var. Caturra y *Coffea liberica* obtenidos de las infestaciones con broca a las 24h. De la librería de *Coffea liberica* se recibieron 3.072 clones y secuencias las cuales pasaron por el proceso de limpieza, después de dicho proceso, resultaron 1.940 secuencias de buena calidad, de las cuales se generaron 1.239 unigenes. De la librería de *C. arabica* var Caturra se recibieron 3.072 secuencias, de estas, 1.800 secuencias fueron de buena calidad.

El análisis de las dos librerías de longitud completa *Coffea arabica* var. Caturra y *Coffea liberica*, mostraron que alrededor de 10 secuencias se expresan altamente en las dos especies. Sin embargo, además de éstas, se encontraron 4 secuencias que se expresan altamente en *C. liberica* y no en *C. arabica*, 3 de estas secuencias no presentan homología o una función conocida y la otra corresponde a una enzima identificada en la defensa de las plantas contra insectos herbívoros. La identificación de esta enzima es un hallazgo importante que da luces acerca de las diferencias en los mecanismos de defensa entre las dos especies.

Se identificaron genes únicos que aparecen en *C. liberica* y que no están presentes ni en *C. arabica* o *C. canephora*, de estos se pudo obtener una lista de 200 secuencias, de estas, el 48% corresponden a proteínas ortólogas con función conocida, 18% corresponden a regiones que codifican proteínas hipotéticas o putativas,

y 33% no presentan similitudes significativas. Por lo menos 20 secuencias tienen ontologías correspondientes a respuesta a estrés.

Caracterización de genes de resistencia en *Coffea* spp

- 479 clones de *Coffea* spp. con presencia del dominio NB-ARC, encontrado en genes de resistencia.
- 24 motivos de aminoácidos presentes en 62 arreglos o arquitecturas que resumen la diversidad de los genes de resistencia non-TIR-NBS en café.
- 10 pares de primers para amplificación específica de familias de genes R en Café.
- 1 alineamiento de 1.087 secuencias de la region NBS de café (316 secuencias) y de otras plantas (771 secuencias) que muestra la analogía en el origen de estos genes en plantas.
- 123 polimorfismos identificados mediante Genome Walking para genes R entre el Híbrido de Timor y la variedad Caturra.
- 71 fragmentos polimórficos presentes únicamente en Híbrido de Timor (Candidatos a genes de resistencia de interés).
- 3 programas (MkDom, MeMe y PAUP) y numerosos scripts en PERL se integraron a la plataforma de Bioinformática para el análisis de familias de genes.

Identificar vías metabólicas activadas en las respuestas de *Coffea arabica* ante el ataque del patógeno modelo *Hemileia vastatrix*

- 10 fragmentos de librerías diferenciales de las variedades Caturra e Híbrido de Timor inducidas con roya a las 48 horas fueron extendidos hacia los extremos 3' y 5' mediante Genome Walking.
- 8 genes extendidos mediante Genome Walking que siguen sin presentar homología significativa con las bases de datos. 2 genes son similares a una proteína de función desconocida expresada en *Arabidopsis* y Arroz,

y a una integrasa asociada a transposones.

- 1 gen (Ubiquitina) fue seleccionado entre 3 candidatos para la normalización de las pruebas de Real Time PCR, por su expresión constitutiva, evaluada con prueba de Tukey al 0,01% en Híbrido de Timor, Caturra, con y sin roya, y en 6 tiempos pos-inoculación.
- 42 genes candidatos ontológicamente relacionados con defensa a patógenos se evaluaron en hojas desprendidas y en rama de variedad Caturra y del Híbrido de Timor 1.343 mediante RealTime PCR.
- 5 genes presentaron una inducción diferencial significativa ante la presencia de roya en el Híbrido de Timor, incluidos dos de las librerías diferenciales.

Durante el último año se lograron avances importantes en los trabajos de conservación de urediniosporas de roya y en la caracterización molecular de aislamientos del patógeno. Los resultados muestran que la conservación de urediniosporas de *H. vastatrix* es eficiente a -4°C pero aparentemente por espacios menores a 6 meses. La conservación a largo plazo parece ser factible a -80°C y en nitrógeno líquido.

El uso de secuencias de regiones ITSs de *H. vastatrix* permitió diferenciar aislamientos colombianos de un aislamiento del hongo publicado en GenBank por Syngenta de origen desconocido. Análisis filogenético de esta misma región del ADN ribosomal parece indicar que los aislamientos de roya presentes en la región central cafetera tienen un mismo origen filogenético y una diversidad genética limitada.

Según estos resultados preliminares se podría sugerir en primera instancia que los aislamientos colombianos genéticamente difieren de la roya reportada por Grasso *et al.* (2006) cuya secuencia se encuentra en Genbank con código de identificación DQ022191. En este análisis de secuencias realizado con el programa ClustalW



logramos identificar 13 SNPs (Single Nucleotide Polymorphisms) únicos a DQ022191 y no identificados en los aislamientos colombianos. Once SNPs adicionales y 2 deleciones se identificaron únicamente en los aislamientos colombianos; estas secuencias de SNPs pueden utilizarse para diseñar primers específicos para la técnica de Real-Time PCR la cual puede también llevar a un mayor entendimiento de la variabilidad genética de este patógeno en Colombia.

Para la identificación de inhibidores de aspártico proteasas en el Cinvestav se realizaron zimogramas mostrando la presencia de bandas que corresponden a inhibidores de aspártico proteasas en las semillas de *Centrosema pubescens*, *Acacia decurrens*, *Albizia saman*, *Phaseolus lunatus*, *Adenantha pavonica*, *Lupinus bogotensis*, *Phaseolus vulgaris*, *Albizia carbonaria*, *Albizia glomerosa*, *Cassia moshata*, *Bauhinia purpurea*, *Trifolium repens* y *Gliricidia sepium*. También, se evaluaron 2 semillas de gramíneas: *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria dictioneura*, encontrando inhibidores de aspártico proteasas en las semillas de *B. humidicola*. Se realizaron zimogramas de inhibición en gel encontrando que todos los inhibidores identificados previamente en los zimogramas inhiben las proteasas de broca a excepción de *P. lunatus*. Además, se evaluaron cuatro semillas procedentes de México (*Hyptis suaveolens*, *Amaranthus hypochondriacus*, *Phaseolus coccineus* y *P. acutifolius*).

Cuando se comparó la actividad inhibidora de los extractos con mayor inhibición de las aspártico proteasas de broca (*L. bogotensis*, *B. humidicola*, *A. hypochondriacus* e *H. suaveolens*), se confirmó que el extracto proteico de *L. bogotensis* produce la mayor inhibición de las aspártico proteasas de broca, seleccionando esta semilla para la extracción y purificación del inhibidor de aspártico proteasa. Se avanzó en la purificación del inhibidor de aspártico proteasa de *L. bogotensis* mediante el calentamiento del extracto crudo durante 60 min a 95°C

y la separación de las proteínas mediante electroforesis preparativa seguido por HPLC.

Se realizaron alineamientos entre los correspondientes transcriptos proteicos de genes ortólogos de floración reportados en arabisopsis, tabaco, tomate, arveja, arroz y maíz para identificar dominios conservados. Se logró diseñar cebadores para los dominios, de los siguientes genes: *FT* (*FLOWERING LOCUS T*), *FLC* (*FLOWERING LOCUS C*), *CO* (*CONSTANS*), *SOC1* (*SUPPRESSOR OF CONSTANS*), *CA* (*CAULIFLOWER*), *FCA* (*GENE CONTROLLING FLOWERING TIME*), *FPF1* (*FLOWERING PROMOTING FACTOR 1*), *AP1* (*APETALA 1*), *AP2* (*APETALA 2*), *LFY* (*LEAFY*) y *CRY1* (*CRYPTOCHROME*). Los resultados de PCR sugieren que es posible amplificar secuencias en el genoma del cafeto utilizando algunos de los primers diseñados, especialmente para el gene *FLC*, un regulador importante de la floración reportado en *Arabidopsis thaliana*.

II. GENÓMICA DE LA BROCA DEL CAFÉ *Hypothenemus hampei*

Se identificaron 160 proteínas en el intestino medio de la broca en estado de larvas de instar 2 mediante técnicas de proteómica y genómica. Entre las principales proteínas identificadas, se encontraron: 1 xilanasas, 1 polygalacturonasa, 2 cisteína proteasas y 1 proteína de unión a quitina que son enzimas responsables de la digestión del grano de café. Existen inhibidores de estas proteínas presentes en las semillas de los cereales *Triticum aestivum*, *Avena sativa* y *Secale cereale*, el frijol (*Phaseolus vulgaris*), la soya (*Glycine max*) y la macadamia (*Macadamia integrifolia*) que podrían bloquear la función digestiva de estas enzimas y producir efectos antinutricionales en la broca del café. Se obtuvo el ADN de estas especies y se clonaron los genes que codifican dichos inhibidores.

Se realizó un entrenamiento durante 4 meses en técnicas de proteómica y genómica de la broca

en el Laboratorio del Profesor Jocelyn Rose de la Universidad de Cornell. Allí se logró obtener la secuencia completa de un gen aislado de *H. hampei*, que codifica para una proteína de la familia 5 de las glicohidrolasas. Se encontró la presencia de bacterias endosimbiontes asociadas al tracto digestivo de la broca y se determinó que la mananasa utilizada por la broca para digerir el grano de café no proviene de éstas bacterias.

Se evaluaron en dietas artificiales tres introducciones de café *C. arabica* de origen Etíope y *C. liberica* que previamente mostraron antibiosis hacia la broca y fueron comparados con el control var. Caturra. Se encontraron diferencias estadísticas en la variable oviposición acumulada entre el control Caturra y las introducciones Etíopes y *C. liberica* a partir del día 12, donde el número de huevos ovipositados por hembra fue mayor en un 50% en las dietas que contenían café variedad Caturra. No se observaron diferencias entre las introducciones Etíopes y *C. liberica*. Estos resultados sugieren que deben existir compuestos de antibiosis en estas introducciones etíopes y en *C. liberica* que están ocasionando una disminución en la oviposición de la broca. Estos compuestos deben ser de origen químico y no físico.

Se realizaron cuatro librerías sustractivas así:

- Broca criada sobre la introducción etíope CCC363 hibridizada sobre broca criada sobre variedad Caturra
- Broca criada sobre la introducción etíope CCC534 hibridizada sobre broca criada sobre variedad Caturra
- Broca criada sobre la introducción etíope CCC359 hibridizada sobre broca criada sobre variedad Caturra
- Broca criada sobre café *C. liberica* hibridizada sobre broca criada sobre variedad Caturra

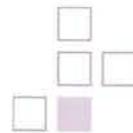
Se obtuvieron 361 clones diferenciales de estas librerías, las cuales fueron anotadas y comparadas

con secuencias obtenidas a partir de genes constitutivos de broca y con secuencias de insectos descritas y depositadas en GenBank. Estas secuencias correspondieron a 224 EST's y a 152 unigenes, de los cuales 65 tuvieron identidad a genes constitutivos de broca, 7 a fragmentos diferenciales y 80 a genes únicos de broca. De estas últimas secuencias, 23 fueron proteínas hipotéticas y 3 no presentaron ninguna identidad a secuencias conocidas. La función de estas proteínas en el insecto y su relación con mecanismos de defensa a compuestos insecticidas y de antibiosis son actualmente objeto de análisis.

Se obtuvieron 28 secuencias mediante la técnica cDNA-AFLP los 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. En esta introducción de café además se encontró la primera mutación fenotípica observada en la broca la cual está caracterizada por una malformación de los élitros y las alas membranosas de la broca. Estas hembras están siendo observadas actualmente con el fin de evaluar sus progenies.

Se estandarizó con éxito un protocolo para la extracción de ADN genómico de adultos individuales de broca con buffer de extracción STE pH 8,0 (10 mM Tris-HCl; 0,1 M NaCl; 1 mM EDTA) a un precio de un poco más de dos centésimas con respecto al valor de los métodos de extracción que involucra purificación de ácidos nucleicos. Estas muestras permanecen estables por más de un año de almacenamiento.

Se han recuperado poblaciones polimórficas de broca de fincas cafeteras en 74 localidades y 9 departamentos. Estas poblaciones se vienen criando de manera individual en café pergamino seco var. Colombia del 47% de humedad bajo condiciones controladas de temperatura y humedad ($26 \pm 1^\circ\text{C}$ y 70-80% de H.R.).



Se desarrollaron 6 marcadores moleculares dominantes del tipo STS en poblaciones colombianas a partir de polimorfismos AFLP. Se estableció la distribución de estas poblaciones polimórficas y se corroboraron los resultados encontrados previamente acerca de las distancias genéticas de la broca en Colombia. Se determinó la naturaleza de dos marcadores STS mediante la técnica SSCP (Single-Stranded Conformation Polymorphism); *HhaSTS2* muestra la existencia de tres variantes alélicas presentes en individuos de Cesar y Nariño y *HhaSTS5* revela la presencia de dos posibles alelos en Cesar. Estos polimorfismos están siendo confirmados mediante secuenciación. Estos nuevos marcadores STS muestran ser herramientas promisorias para el desarrollo de marcadores moleculares co-dominantes en *H. hampei* que permitan finalizar los estudios de endogamia, cruce de poblaciones del insecto en el laboratorio y dispersión en campo. Los resultados suministrados por SSCP en *HhaSTS2* son la primera aproximación fiable de marcadores co-dominantes en esta especie después del gen *Rdl*.

Se está evaluando el cruce de poblaciones de la broca en condiciones naturales con el fin de conocer el comportamiento reproductivo del insecto en Colombia. Los resultados obtenidos hasta la fecha han permitido establecer que más de una broca fundadora perfora frutos de café en el campo siendo su incidencia mayor en los meses de febrero y marzo en el área de influencia del municipio de Pereira. Los porcentajes de frutos infestados por múltiples brocas fundadoras fue máximo de 16,5% para un nivel de infestación promedio por árbol en las ramas bajas de 72%. Entre 3 y 19% de estos frutos presentaban almendras con varias hembras fundadoras de broca con un máximo de 10 perforaciones. Las almendras con perforaciones múltiples presentaron además, más del doble de población de broca con respecto a aquellas que presentaron solo una perforación, indicativo de que cada hembra fundadora pudo establecer su propia progenie.

Estos resultados nos permiten considerar que el cruce de diferentes poblaciones de broca puede darse en condiciones naturales de no encontrarse comportamiento de territorialidad entre las hembras fundadoras al interior del grano.

III. GENÓMICA DEL AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO *Beauveria bassiana*

En total se cuenta con alrededor de 200 unigenes de *B. bassiana* obtenidos tanto de librerías diferenciales de cepas de alta, media y baja patogenicidad sobre la broca del café y de librerías de longitud completa obtenidas del hongo creciendo sobre la broca del café.

Las cepas de alta y baja patogenicidad comparten 14 secuencias. Las cepas de alta y media patogenicidad comparten 26 secuencias. Las cepas de alta y media patogenicidad solo comparten 2 secuencias. En general se puede concluir que la virulencia de las tres cepas está determinada por diferentes genes.

Se encontró que cuatro secuencias están altamente expresadas en las cepas *Bb9205* creciendo sobre la broca esta son: precursor de lipasa, aldehído dehidrogenasa, proteína "Heat Shock" y precursor de proteínasa alcalina, esta última es similar a una proteasa PR1J de *Metarhizium anisopliae* que está reportada asociada a los procesos de patogenicidad e invasión hacia insectos.

El trabajo con microarreglos permitió determinar que 33 secuencias de *M. anisopliae* presentaron una alta homología a genes de *Beauveria bassiana* y son claramente inducidas cuando *Beauveria* esta usando la cutícula de insecto como fuente de sustrato. De estos genes, 6 están involucrados en procesos de invasión o son genes que dan origen a sustancias tóxicas contra insectos.

El trabajo con microarreglos permitió confirmar en *Beauveria bassiana* cepa *Bb9205* de alta

patogenicidad creciendo sobre la broca del café, la expresión diferencial de 17 de 83 genes provenientes de librerías diferenciales y 3 correspondientes a secuencias de *M. anisopliae*. Entre los genes se encuentran homólogos a proteínas de precursores de lipasa, aldehído dehidrogenasa y un precursor de proteínasa alcalina, además de unigenes sin homología conocida.

A través de PCR con los primers específicos diseñados para cada uno de los genes Pr1A, Pr1J, Ste1 y Bar fue posible la identificación de cepas transformadas de *Beauveria bassiana*.

A partir de tres eventos de transformación de la cepa monospórica *Bb9024.5* se obtuvieron 41 cepas transformantes: 24 con el gen de la proteasa Pr1A, 15 con el gen de la proteasa Pr1J y 2 con el gen de la esterasa Ste1.

Se encontró que la cepa monospórica *Bb9205.L1* presenta mayor actividad esterolítica que la cepa monospórica *Bb9024.5*.

Las prueba de patogenicidad demostró que no hubo diferencias significativas en el porcentaje de mortalidad de la cepa transformada *Bb9205.L1.Ste1.E62* respecto a la no transformante *Bb9205.L1*, mientras que sí se presentó un incremento en el porcentaje de mortalidad de las cepas transformantes *Bb9024.5.Ste1.E15* y *Bb9024.5.Ste1.E45* respecto a la no transformada *Bb9024.5*.

Se identificó una secuencia de proteasa en las librerías diferenciales y de longitud completa que está siendo amplificada para su posterior clonación en pGEM.

IV. BIOINFORMÁTICA

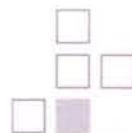
Se logró consolidar el esquema de bases de datos para el almacenamiento y análisis de secuencias de ESTs. Este esquema es una modificación del que se desarrolló en el grupo de estudio de

las Solanaceas (Solanacea Genomics Network) en la Universidad de Cornell, grupo liderado por el Dr. Lukas Mueller y ha permitido el análisis de más de 40.000 secuencias de *C. arabica*, *C. liberica*, broca y *B. bassiana* provenientes de más de 20 librerías de cDNA. Actualmente estamos finalizando el proceso de instalación de un "mirror" del sitio maestro que se encuentra en Cornell; este sitio debe hacerse público los primeros días del mes de agosto.

También se logró establecer una importante colaboración en Bioinformática con el grupo liderado por la Dra. Robin Buell de TIGR. Esta colaboración ha permitido la capacitación de cinco investigadores de Cenicafé en anotación de genes, bases de datos y optimización de protocolos de Bioinformática.

Dentro de las instalaciones de software más importantes para el uso de los investigadores del proyecto se montaron los programas CodonCode Aligner para el análisis y despliegue gráfico de ensamblajes de secuencias de ESTs, PAUP para análisis filogenéticos y el InterproScan que permite la anotación funcional de secuencias de ADN, anotaciones fundamentadas en bases de datos muy especializadas y con un alto nivel de curación.

Ha sido posible acelerar los procesos de análisis de datos que se realizan en Bioinformática por medio de la configuración de sistemas novedosos en el Cluster de computadores y también de la instalación de aplicaciones basadas en el protocolo MPI. Finalmente, se ha compilado toda la información necesaria para la documentación de todos los protocolos que se siguen en el área de Bioinformática con el fin de desarrollar un cuaderno guía de los mismos, adicionando además las políticas necesarias que se deben seguir en materia de seguridad de los equipos y de las copias de seguridad que se deben tener de la información almacenada en los servidores de Bioinformática.



Sistemas de Producción Complementarios

El estudio de la pudrición de la corona en el cultivo del espárrago indica que en la zona cafetera este problema no parece ser atribuible a un solo organismo, como tampoco que su manejo dependa exclusivamente de productos químicos. Se trata al parecer de un disturbio en el que influyen notoriamente las condiciones ambientales. De otra parte, se verificó la presencia de un fitoplasma del grupo X-disease 16SrIII en cultivos de nogal cafetero con síntomas de superbrotamiento.

El sistema frijol relevo maíz, se puede intercalar en zocas de café sin que se afecte el crecimiento del café durante el primer año de establecimiento con la ventaja adicional de obtener ingresos adicionales siempre y cuando se hagan las prácticas agronómicas que demanda cada cultivo de forma independiente

Se observó efecto favorable de la aplicación de yeso y de cal dolomítica sobre la productividad del maíz, de tal manera que la producción que se obtuvo por aplicar sulfato de calcio (yeso agrícola) o cal dolomítica, supera en 739 kg/ha y 1.381 kg/ha a la media de las producciones obtenidas con cal agrícola y sin enmienda, respectivamente. Por otro lado se corrobora que la cal agrícola no es opción como enmienda en suelos ácidos para sembrar maíz porque su solubilidad es lenta y no es posible incorporarlo, además el ciclo del maíz no toma un tiempo suficiente para que este producto actúe en el suelo.

Se ha identificado seis híbridos amarillos, al menos, uno de ellos, podría liberarse comercialmente luego de realizarse las pruebas de eficiencia en el 2007. Dentro de estos seis híbridos algunos son de cruzamientos simples y otros de cruzamientos triples; los cuales se están generando en este semestre.

Se preseleccionaron seis variedades de mandarinas (clementinas) con muy buen comportamiento agronómico (producción, calidad) y adaptadas a las condiciones de la zona cafetera y dos híbridos de cítricos, el tangor Ortanique (naranja x mandarina) y Page (tangelo x clementina) con excelente comportamiento y adaptación a la zona cafetera central.

Se determinaron las condiciones de manejo y almacenamiento para conservar la calidad de las semillas de las siguientes especies forestales nativas de gran importancia para la zona cafetera y el país en general: *Alnus acuminata* (aliso), *Cordia gerascanthus* (solera), *Guarea guidonia* (cedrillo), *Juglans neotropica* (cedro negro), *Quercus humboldtii* (roble), *Retrophyllum rospigliosii* (chaquiro), *Prunus integrifolia* (trapiche).

Divulgación y Transferencia de Tecnología

Durante el año 2006 se atendieron 5.811 visitantes en la sede principal en Chinchiná, en 224 actividades de transferencia. Se destaca especialmente la visita de caficultores, dirigentes y extensionistas de los distintos departamentos. En las subestaciones experimentales se atendieron 6.785 visitantes en giras técnicas principalmente de caficultores y empleados del Servicio de Extensión.

Se publicaron tres números de la Revista Cenicafé correspondientes a los volúmenes 56(3 y 4) y 57(1), con un total de 18 artículos científicos. Los Boletines Técnicos 28 y 29 "Cultivo de hongos medicinales en residuos agrícolas de la zona cafetera" y "Tratamiento anaerobio de las aguas mieles del café", 10 Avances Técnicos: 340 al 349 y un libro "Cómo obtener ingresos adicionales en cafetales renovados". Se distribuyeron 143.866 ejemplares

de la publicación Avances Técnicos, 8.306 de la Revista Cenicafé 5.519 de Boletines Técnicos y 578 ejemplares del Anuario Meteorológico.

Se registraron 403.381 consultas al portal www.cenicafé.org, se llevaron a cabo 6 cursos de capacitación y 10 días de campo y el Centro de Documentación registró 5.352 consultas a través del portal de internet.

Se entregó un nuevo curso de e-learning "Sistemas de producción y administración de cafetales" a la Fundación Manuel Mejía para la capacitación del Servicio de Extensión con el cual se comienza la etapa de capacitación tecnológica o Nivel 2 del Programa de capacitación e-learning.

Registro

En la ciudad de Bogotá, falleció el Dr. Germán Valenzuela Samper, quien durante 30 años orientó las actividades técnicas de la Federación Nacional de Cafeteros, como Gerente Técnico y Subgerente General Técnico. El Dr. Valenzuela, siempre apoyó decididamente las actividades de Cenicafé y orientó con acierto las políticas que permitieron que a través de los esfuerzos de la dirigencia cafetera y en particular del Servicio de Extensión, se modernizara la caficultura colombiana, gracias a la adopción de variedades de porte bajo, altamente productivas, pero con gran énfasis en la adopción de prácticas de conservación de suelos, en mayores densidades de siembra y con el empleo de nutrimentos. Lamentamos su fallecimiento y hacemos llegar nuestras sentidas condolencias a su familia.

El Médico Veterinario Carlos Franco Arboleda, quien prestó sus servicios a Cenicafé como investigador durante más de 25 años, falleció en la ciudad de Manizales. Hacemos llegar nuestras expresiones de solidaridad y condolencia a su familia.

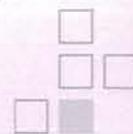
Lamentamos registrar el fallecimiento de la joven Ingeniera Agrónoma María Alejandra Patiño, quien realizó su tesis de grado en la Disciplina de Suelos de Cenicafé, y se desempeñaba profesionalmente en el Comité Departamental de Cafeteros del Quindío. Expresamos nuestras condolencias a sus familiares y a la directivas y profesionales del Servicio de Extensión de dicho Comité.

Registramos el retiro del Dr. Hernando Duque O. quien durante 12 años lideró las investigaciones a cargo de la Disciplina de Economía. El Dr. Duque fue nombrado como Líder Departamental de Extensión en el Comité Departamental de Cafeteros de Caldas.

El Dr. Celso Arboleda Valencia, se retiró de Cenicafé después de más de 25 años de servicios al frente de las actividades de experimentación en la Estación Central Naranjal y otras subestaciones experimentales.

Reconocimientos a Cenicafé

El 2 de septiembre de 2006 el investigador de Cenicafé, Dr. Alex Enrique Bustillo Pardey, recibió en Brasil el Premio Internacional 2005 en Ciencias Agrícolas otorgado por la Academia de Ciencias para el Mundo en Desarrollo (Twas). La ceremonia de entrega de los Premios se realizó durante la 10a Conferencia General de la Twas, en el marco de la Conferencia de la Academia Brasileira de Ciencias (ABC) denominada "Investigación Científica en los Países en Desarrollo: Construyendo un Nuevo Futuro". Por primera vez, un científico colombiano recibe el galardón en Agricultura. Este premio es un reconocimiento a una vida consagrada a la investigación del Dr. Bustillo cuyo principal objetivo ha sido el desarrollo del control biológico de insectos y su inclusión en programas de manejo integrado de plagas (MIP), cuyo enfoque debe conducir a la reducción del uso de insecticidas químicos, la preservación del equilibrio natural y una menor contaminación



ambiental en los ecosistemas agrícolas. La placa del Premio resalta “sus sobresalientes contribuciones a la protección del café usando agentes biológicos basados en hongos benéficos e insectos parasitoides para controlar la broca del café”.

La Fundación Alejandro Ángel Escobar le otorgó su máxima distinción a un grupo de investigadores de Cenicafé adscritos a la Disciplina de Biología de la Conservación. “El Premio a las Ciencias en la categoría de medio ambiente y desarrollo sostenible”, es el nombre de la distinción que fue entregada a un grupo de 46 investigadores, encabezados por el Dr. Jorge Eduardo Botero E., quien desde hace siete años ha venido desarrollado una serie de trabajos que buscan proteger y conservar los recursos naturales en las zonas cafeteras del país. “Armando el Rompecabezas de la Biodiversidad en Zonas Cafeteras: identificando oportunidades y desarrollando herramientas para la conservación de la biodiversidad en zonas cafeteras de Colombia”, es el título del trabajo presentado a la Fundación Ángel Escobar y por el cual los investigadores de Cenicafé alcanzaron la máxima condecoración.

La Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN, otorgó el premio al mejor trabajo científico (modalidad Profesionales) a los investigadores de Cenicafé: Gustavo Adolfo Ossa, Juan José Vasquez, Claudia Patricia Flórez, José David Rubio, Maria Paola Rangel, Beatriz Elena Padilla y José Ricardo Acuña. El premio fue otorgado al trabajo de investigación titulado “Proteómica de diferentes estados de desarrollo de la broca del café”. La entrega de este premio se realizó durante el 33° Congreso

de Entomología celebrado en la ciudad de Manizales el pasado 26 de Julio de 2006.

También SOCOLEN otorgó Mención de Honor por el segundo puesto al mejor trabajo científico (modalidad Profesionales) a los investigadores de Cenicafé: : Liliana M. Cano, Sergio Prieto, Gustavo Zabala , Moises Velez y Carmenza E. Góngora B., al trabajo de investigación titulado “Caracterización molecular de dos especies del genero *Aropyga* (Hymenoptera: Formicidae) usando los marcadores moleculares RAPD y AFLP”.

La Asociación Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos y la empresa colombiana productores de insumos agrícolas Orius Biotecnología, otorgaron el premio a la vida y obra de un investigador de la rama del mejoramiento genético de plantas, al doctor Gabriel Alvarado Alvarado, investigador de la disciplina de Mejoramiento Genético de Cenicafé.

El comité organizador del XIII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo, otorgó el primer premio al cartelón (póster) ‘Relación entre la resistencia al corte y propiedades físicas y químicas en suelos de la zona cafetera colombiana’ presentado por los investigadores de Cenicafé: Sandra Bibiana Medina L. y Luis Fernando Salazar G. de la Disciplina de Suelos.

Gabriel Cadena Gómez
Director

Chinchiná, Noviembre 10 de 2006



Productividad Agronómica

■ I. Agroclimatología

Estuvieron en funcionamiento un total de 232 estaciones meteorológicas que componen la red de la FNC, en la siguiente agrupación por categorías: 57 estaciones climatológicas principales, 9 estaciones heliopluiográficas, 1 estación heliográfica, 7 estaciones pluviográficas y 158 estaciones pluviométricas. En general, las estaciones fueron inspeccionadas y calibradas por lo menos una vez al año, con un total de 118 visitas, con el fin de obtener información completa y confiable.

En las estaciones meteorológicas se registraron, revisaron y procesaron, hasta el mes de julio de 2006, las temperaturas (media, mínima y máxima) y la humedad relativa. El brillo solar está evaluado y digitado en un 50% hasta el mes de diciembre del 2005, y los registros pluviométricos de 158 estaciones se encuentran al día. El Anuario Meteorológico Cafetero del año 2004 se entregó para su edición en el mes de febrero del 2006.

Entre los progresos más sobresalientes en el programa de ampliación de la cobertura de la red meteorológica se destacan:

- La instalación de dos nuevas estaciones climatológicas principales, la primera en el municipio de Salamina (Caldas) y la segunda en el municipio de Chaparral (Tolima).
- El traslado de la estación pluviométrica La Esperanza (Villeta) al municipio de Guaduas (Cundinamarca).
- La reubicación de las estaciones pluviométricas de El Mirador (Filadelfia, Caldas) y Los Naranjos (Santuario, Risaralda) y la estación climatológica principal Santágueda (Palestina, Caldas).
- Con la colaboración del Comité Departamental de Cafeteros del Huila se seleccionaron en zona cafetera de los municipios de La Plata y Pitalito los sitios para instalar dos nuevas estaciones climatológicas principales.

Ecotopos cafeteros de la cuenca del río Cauca.

Los avances realizados son los siguientes:

- Se finalizó la memoria integrada de los Ecotopos 101B y 104B, junto con los mapas elaborados en ILWIS en escala 1:100.000.
- Para los Ecotopos 401, 402, 403 de la Sierra Nevada de Santa Marta se adelantaron las variaciones con la altitud de las diferentes variables del clima.
- Se inició la recopilación de la información climática mensual histórica de los Ecotopos 211B a 214B y 317A a 319A del departamento del Huila.

Balance hídrico regional. En este estudio se encontró que la relación entre las variables evapotranspiración de referencia (Eto) y la altitud es de tipo exponencial, es así como para una misma altitud la Eto es mayor en la cuenca del río Magdalena que en la cuenca del río Cauca, situación explicable por un mayor calentamiento de la primera.

En la zona cafetera entre los 1.000 y los 2.000 metros de altitud, la Eto media diaria varía entre 3,5 y 2,9mm/día. Los valores de la evaporación del tanque clase A muestran un incremento de 6,7% con respecto a la ETo y fluctúan entre 4,4 y 2,9mm/día para las mismas altitudes.

■ II. Suelos y Nutrición

Disponibilidad de nutrimentos en la fase líquida del suelo, en suelos cultivados con café. SUE 0309.

Desde el año 2004 se viene estudiando la dinámica de los iones en el sistema suelo planta, en parcelas cultivadas con café con diferentes tratamientos de fertilización. Se ha evaluado el comportamiento de los cationes y los aniones en la solución del suelo, en las aguas gravitacionales o de lixiviación y en las aguas de escorrentía y en la planta en el tejido foliar.

La concentración de nutrimentos en la solución del suelo mostró un incremento de los iones K^+ , Cl^- , NH_4^+ y NO_3^- a medida que se incrementa la aplicación de los fertilizantes KCl y urea, respectivamente. La mayor concentración de estos elementos ocurrió entre los 21 y 49 días después de la fertilización; por el contrario, 105 días después de la fertilización los niveles de estos iones en la solución del suelo fueron muy bajos.

En las aguas de escorrentía hubo una baja concentración de iones, entre los cuales se hallaron con mayor frecuencia el K^+ y el NO_3^- . No se ha encontrado una relación clara entre la concentración de estos elementos y los tratamientos de fertilización.

Las pérdidas de nutrientes por lixiviación fueron muy bajas y mostraron un comportamiento similar al encontrado en muestreos anteriores, donde el ión que se encontró en mayor cantidad fue el NO_3^- , con pérdidas estimadas de $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, seguido del Ca^{2+} y del K^+ .

Volatilización del nitrógeno en dos suelos de la zona cafetera. SUE 0332. El nitrógeno (N), es considerado el nutriente más limitativo para la producción de café en Colombia. Si se tiene en cuenta que para suplir los requerimientos del cultivo de café comúnmente se utiliza como fertilizante la urea, y que ésta fuente es afectada por el proceso de volatilización cuando se aplica en forma superficial, con el presente experimento se buscó evaluar las pérdidas de N amoniacal resultantes de su aplicación superficial, en cafetales a libre exposición solar.

Se seleccionaron plantaciones de café variedad Colombia con una densidad de siembra de $7.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ y mayores a tres años, ubicadas en las Estaciones de Experimentación Naranjal y Paraguaicito. Las pérdidas de N por volatilización fueron evaluadas mediante un colector semiabierto estático, con mediciones a los 1, 2, 3, 5, 9, 14 y 20 días después de la aplicación del fertilizante.

El comportamiento de las pérdidas de N por volatilización fue similar en las dos localidades, y se registraron las mayores pérdidas en los primeros 5 días (23% para Naranjal y 27% para Paraguaicito). Las pérdidas acumuladas de N disminuyeron a través del tiempo, hasta alcanzar valores entre 30 y 35% en Naranjal

y Paraguaicito, respectivamente, al finalizar el período de evaluación (Figura 1). Las diferencias encontradas en las pérdidas acumuladas de N entre localidades se asociaron a las diferencias en las características del suelo (principalmente el contenido de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico) y del clima (temperatura y lluvia).

Evaluación de la fertilidad del suelo en la zona cafetera del departamento del Quindío. SUE 0333. 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 analizadas entre 1990 y 2005. Mediante estadística descriptiva se miró el comportamiento del pH, la materia orgánica (MO), el fósforo (P) y el 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 este departamento se caracterizaron por mostrar niveles de pH considerados ligeramente ácidos para el cultivo de café (< 5), a excepción de los municipios de Calarcá y Córdoba donde el pH fue de 5 y 5,03, respectivamente. El porcentaje de MO se encontró muy relacionado

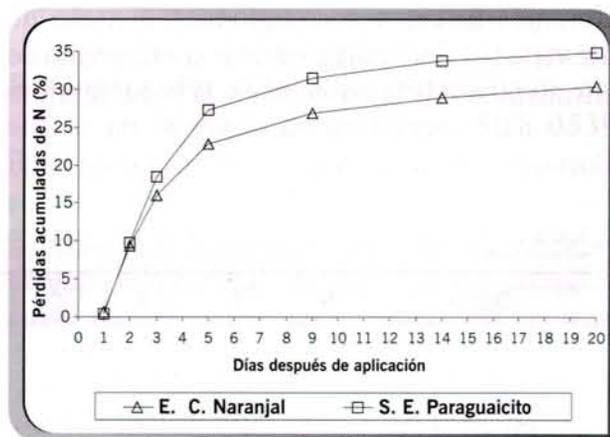


Figura 1. Pérdidas acumuladas de N a través de tiempo en las Estaciones Experimentales Naranjal y Paraguaicito

con la altitud, debido a que en suelos de la zona baja del departamento como La Tebaida y Montenegro los porcentajes fueron menores a 6,0, mientras que para algunos suelos de la zona alta como Circasia, Filandia y Salento, los contenidos se clasificaron dentro del rango considerado alto para el cultivo (> del 10%).

El contenido de P se encontró entre niveles medios y altos, con el mayor valor para La Tebaida con $43,33\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ y el menor en Filandia con $11,91\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. En cuanto a las bases intercambiables los municipios cafeteros mostraron contenidos bajos y medios para K, y medios a altos en Ca y Mg, y Filandia mostró los valores más bajos para dichas bases, con $0,33$, $2,17$ y $0,45\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ respectivamente; mientras que el valor más alto de K se observó en Montenegro $0,62\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$ y en Pijao se observaron los mayores promedios de Ca ($8,61\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$) y Mg ($2,75\text{cmol}_c\cdot\text{kg}^{-1}$). Las tendencias se asociaron principalmente al material de origen y a la altura sobre el nivel del mar.

Composición elemental de frutos de café variedad Colombia y extracción de nutrientes por la cosecha en la zona cafetera colombiana. Con el desarrollo de este trabajo se buscó determinar la composición elemental de las diferentes partes que comprenden el fruto de café variedad Colombia y estimar la extracción de nutrientes por la cosecha en la zona cafetera

colombiana. Se evaluó el contenido de éstos en cada uno de los tejidos constitutivos del fruto de café (pulpa, mucílago, pergamino (cisco) y almendra), en muestras de café recolectadas entre los años 2000 y 2006 en plantaciones de variedad Colombia provenientes de 14 departamentos cafeteros del país. Una vez analizadas las muestras se estimó la extracción de los nutrimentos mediante el empleo de factores de conversión (determinantes).

Las Figuras 2 y 3 muestran la extracción de los nutrimentos por cada una de los tejidos que componen el fruto del café. Estas cantidades son equivalentes a lo extraído por 1.000kg de café almendra con 11% de humedad, es decir 1.250kg (100 arrobas) de café pergamino seco (cps).

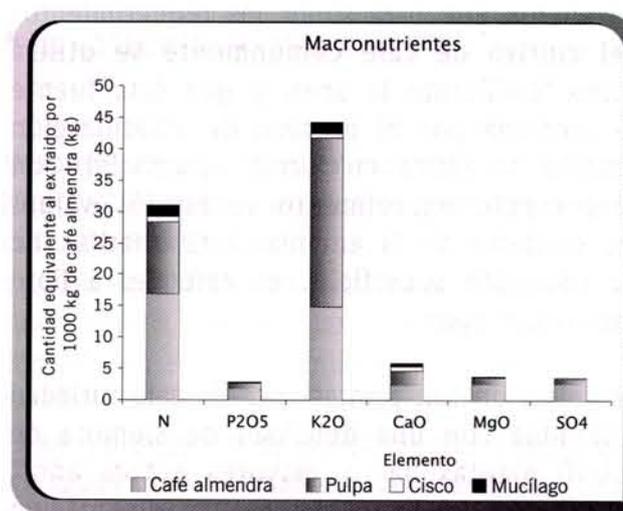


Figura 2. Extracción de macronutrientes por los tejidos que componen el fruto del café.

Tabla 1. Promedios de la concentración de nutrimentos en las diferentes partes de la cereza del café

Tejido	N	P	K	%			$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$				
				Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Café almendra	1,89	0,16	1,39	0,18	0,17	0,11	37	42	8	14	11
Pergamino (cisco)	0,43	0,01	0,27	0,19	0,05	0,04	33	18	6	8	6
Pulpa	1,71	0,10	3,30	0,26	0,08	0,02	43	24	7	24	52
Mucílago	1,36	0,12	1,28	0,37	0,09	SD	302	27	37	22	28

SD: Sin dato; $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$: ppm

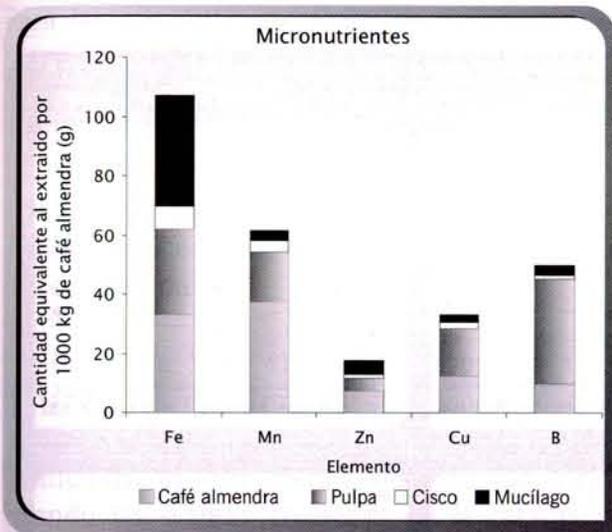


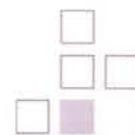
Figura 3. Extracción de micronutrientes por los tejidos que componen el fruto del café.

Efecto del encalamiento sobre el crecimiento de las plantas de café en la etapa de almácigo en algunos suelos de la zona cafetera colombiana. SUE 0521. El objetivo del presente experimento fue determinar el efecto del encalamiento sobre el crecimiento de las plantas de café en la etapa de almácigo. Se utilizaron suelos de cuatro unidades cartográficas de la zona cafetera colombiana contrastantes en su acidez y provenientes de las siguientes localidades: Estación Central Naranjal (Caldas), las Subestaciones Experimentales El Rosario (Antioquía), Paraguaicito (Quindío) y Santander (Santander), y una finca cafetera en Jamundí (Valle del Cauca). En cada tipo de suelo se evaluaron 20 tratamientos; la mitad de ellos en mezcla con lombricompost (relación de 3:1) y la otra mitad sin este abono orgánico. Las dosis empleadas de cal para cada nivel de materia orgánica (MO) fueron 1,19; 2,38; 4,76 y 9,52g de CaO por planta, utilizando como fuentes Cal Agrícola (CA) y Abono Paz del Río (APR), que se incorporaron al suelo un mes antes del transplante de la chapola a la bolsa. Adicionalmente, por cada nivel de MO se tuvieron dos testigos, el primero

sin aplicación de CaO ni de fósforo (testigo absoluto -TA), y el segundo sin aplicación de CaO pero con fósforo, suministrado como DAP (testigo relativo - TR). Cada tratamiento contó con 15 repeticiones, que fueron distribuidas en un diseño completamente aleatorio bajo una malla de polisombra.

En la Figura 4 se presenta la respuesta al encalamiento en términos de peso seco total de las plantas. Cuando no se aplicó lombricompost, el encalamiento incrementó el peso seco de las plantas sembradas en los suelos de Jamundí y El Rosario, los cuales exhibieron un mayor grado inicial de acidez (menor pH y mayor Al intercambiable); en los demás suelos no se observó efecto del mismo. Cuando se utilizó MO en el suelo de Jamundí no hubo efecto del encalamiento, contrario a lo ocurrido en el suelo de El Rosario, donde la dosis media de CA (4,76g de CaO) y la alta dosis de APR (9,52g de CaO) incrementaron el crecimiento de las plantas. La aplicación de la dosis alta de CA (9,52g de CaO) en el suelo de la unidad 200 de Jamundí, afectó negativamente el desarrollo de las plantas como consecuencia del efecto de sobreencalamiento. En la mayoría de los suelos estudiados la aplicación de DAP benefició el peso seco de las plantas; igual comportamiento se registró con el uso de lombricompost en todos los suelos, a excepción de Naranjal.

Respuesta del café a la fertilización con silicio en la etapa de almácigo. SUE 0539. En el presente experimento, para cuyo desarrollo se contó con el apoyo financiero de la empresa C.I. AGROMIL Ltda, se midió la respuesta del café al silicio (Si) en la etapa de almácigo, empleando suelos de seis unidades cartográficas de la zona cafetera. Se evaluaron cinco dosis de Si a partir de las fuentes Llanero (90% SiO₂) y Llanero Zeo (75% SiO₂ y 7% de P₂O₅), bajo dos niveles de materia orgánica (con y sin lombricompost).



sin aplicación de CaO ni de lombricompost

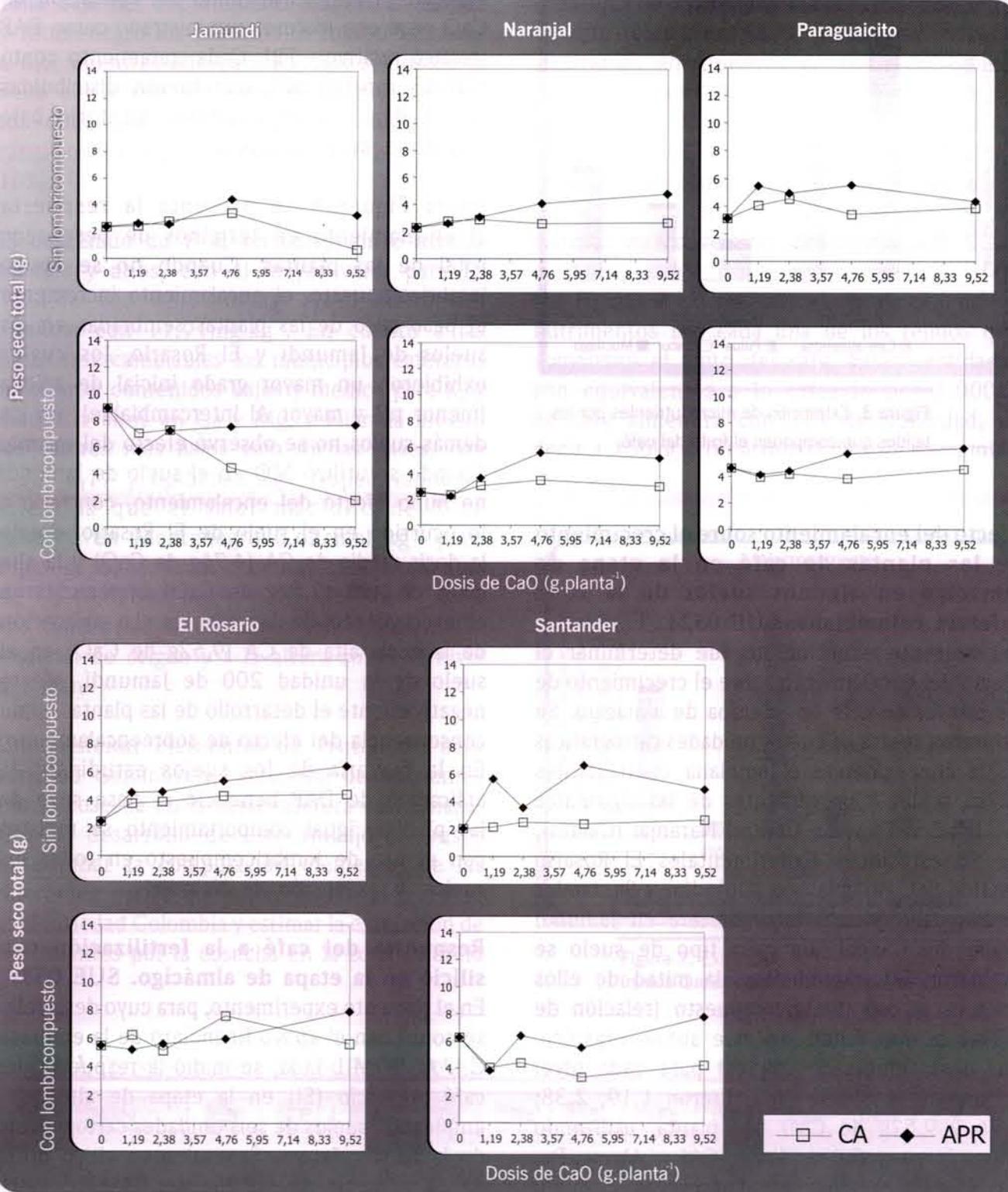


Figura 4. Efecto del encalamiento sobre el peso seco total de las plantas de los suelos sin y con lombricompost.

Para las diferentes unidades se registraron los siguientes contenidos de Si en el suelo (mg. kg⁻¹): Chinchiná: 106,6, Montenegro: 73,7, Timbío: 129,5, San Simón: 22,3, Unidad 200: 21,6 y Suroeste: 42,9; valores considerados altos si se comparan con los reportados como niveles críticos para otros cultivos más ávidos de este elemento.

En la Figura 5 se observa la respuesta a los tratamientos en términos de peso seco total de las plantas. Con excepción de la unidad Chinchiná, el crecimiento del café fue mayor cuando las plantas crecieron en la mezcla de suelo y lombricompuesto, lo cual ratifica la importancia de estos materiales para obtener plantas vigorosas.

En las unidades Montenegro y San Simón no hubo efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de las plantas. En las unidades Chinchiná, Timbío, 200 y Suroeste, el efecto de las diferentes dosis de Si fue muy variable, pero en general, hubo mayor respuesta del café al fertilizante Llanero Zeo, la cual estuvo asociada más al contenido de fósforo de este fertilizante que a algún efecto benéfico del Si, ya que la fuente Llanero no afectó significativamente el peso seco de las plantas. Dicho efecto fue corroborado por el incremento de los contenidos de fósforo en el suelo con la aplicación de la dosis más alta de Llanero Zeo (3,36g Si planta⁻¹) en la mayoría de combinaciones suelo - lombricompuesto, lo cual también confirma que aún al incluir pulpa descompuesta en los almácigos, se presenta respuesta del café a la aplicación de fósforo.

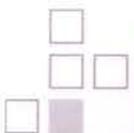
Con la dosis media de Llanero Zeo (1,68g Si planta⁻¹) se registró un efecto positivo sobre la CIC del suelo para la unidad Chinchiná en ausencia de pulpa, mientras que para la combinación suelo-lombricompuesto tanto en Chinchiná como en San Simón, la dosis alta (3,36g Si planta⁻¹) aumentó los valores de esta propiedad.

Respuesta del café en la etapa de almácigo a tres fuentes de materia orgánica en interacción con fósforo en el departamento de Santander. SUE 0544. Para conocer el efecto de la materia orgánica (MO) y la fertilización fosfórica sobre el peso seco de las plantas de café en la etapa de almácigo, se realizó un experimento en la Subestación Experimental Santander durante junio del 2005 y mayo del 2006.

Como fuentes de MO se emplearon gallinaza, pollinaza y lombrinaza (abonos comunes en este departamento), las cuales se mezclaron con el suelo en las siguientes cuatro proporciones: 0:100, 25:75, 50:50 y 75:25 relación en volumen MO:suelo; en cada proporción de MO se aplicaron cuatro dosis de fósforo (0, 1, 2 y 4g de P₂O₅ por planta), empleando como fuente de fósforo Fosfato diamónico - DAP (18% N y 46% de P₂O₅) y Superfosfato triple - SFT (46% de P₂O₅ y 19% de CaO).

Hubo efecto de la utilización de gallinaza y pollinaza, y la mejor relación de mezcla con el suelo correspondió a 25: 75 (Figura 6). Con respecto al fósforo, tanto para el DAP como para el SFT, no se registró efecto de su aplicación cuando las plantas se desarrollaron en suelo solo ni en la mezcla de suelo con las anteriores fuentes de MO.

Para el caso de la lombrinaza, con el aumento de la cantidad empleada se afectó de manera negativa el peso seco de las plantas, comportamiento que se relacionó con la elevada retención de humedad y la baja permeabilidad de esta fuente, sumadas a las altas precipitaciones que ocurrieron durante el desarrollo del experimento. Pese a lo anterior, en la proporción de 25:75 (lombrinaza:suelo) se logró incrementar el peso de las plantas con respecto al testigo sin MO, cuando se realizaron aplicaciones de 4g de fósforo empleando como fuente DAP. Para el caso del SFT no se registró ningún efecto, lo cual permite concluir, que la respuesta de las



Con lombricomposteo

Sin lombricomposteo

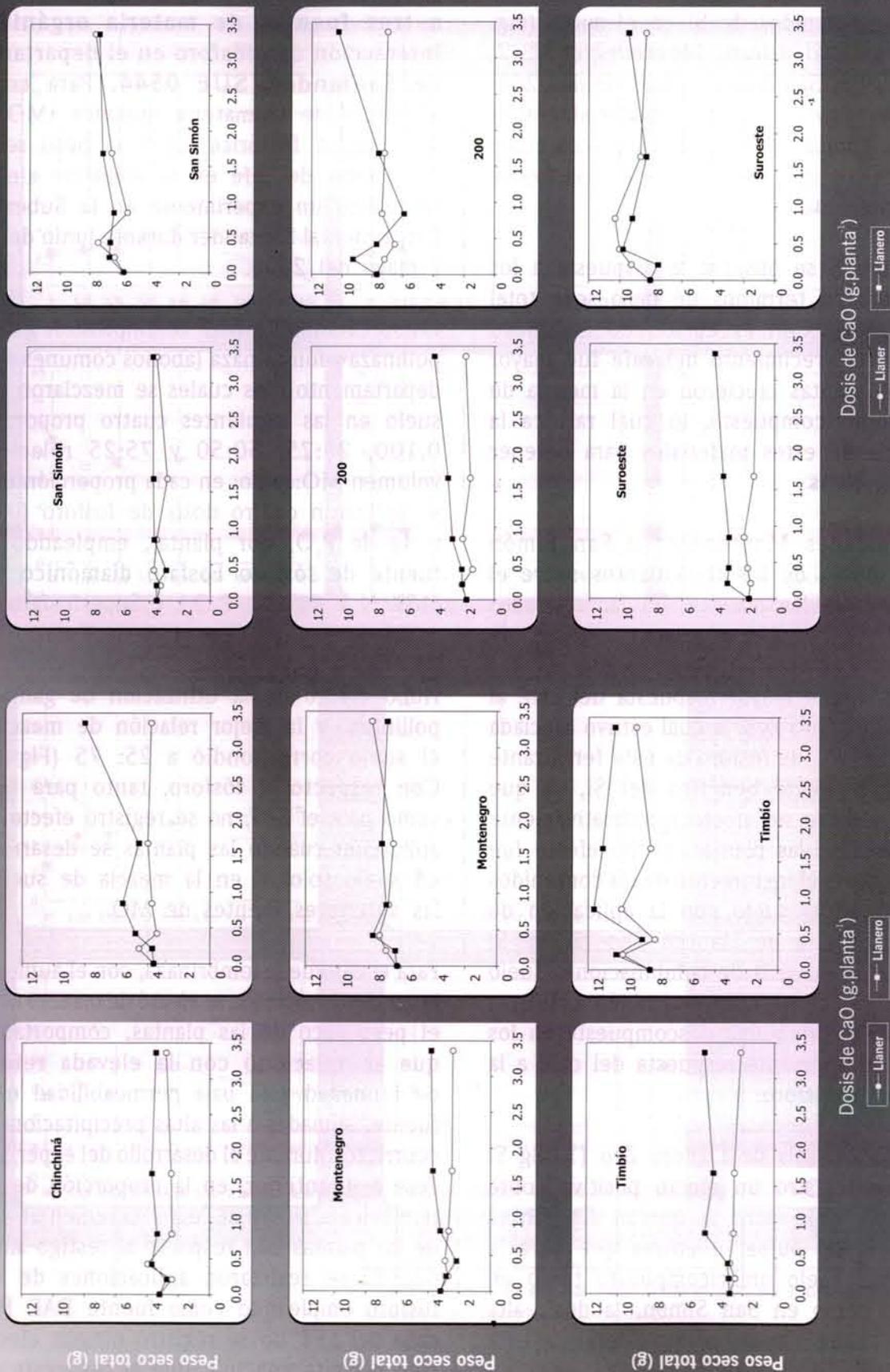


Figura 5. Respuesta del café a la aplicación de dos fuentes de silicio.

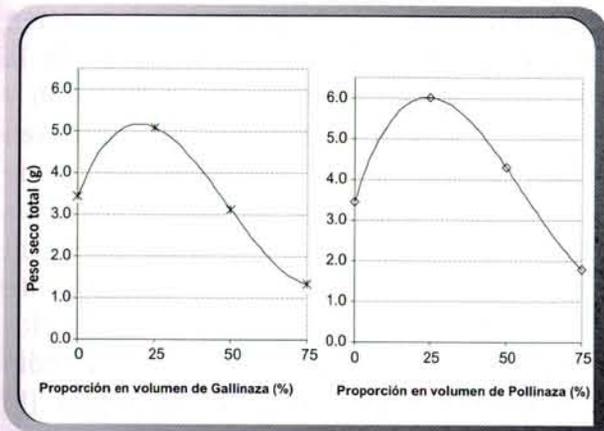


Figura 6. Respuesta del peso seco de la planta en función a la proporción de pollinaza o gallinaza mezclada con suelo

plantas a la aplicación de DAP no fue por el fósforo sino por el contenido de nitrógeno de esta fuente (Figura 7). Para las tres fuentes empleadas, al incrementar la proporción de MO también aumentó la retención de humedad (Figura 8); sin embargo, los incrementos fueron mayores en el lombricompost que en la gallinaza y en la pollinaza. Este comportamiento estaría relacionado con el drenaje interno, el

cual es mayor en las fuentes de origen avícola por el contenido de cascarilla de arroz que caracterizan a estas fuentes.

El efecto negativo de las tres fuentes de MO cuando se emplearon en proporciones mayores del 25:75, se relacionó con la alta retención de humedad y una lenta movilidad del agua en el sustrato, lo cual ocasionó condiciones permanentes de encharcamiento en períodos lluviosos e hizo difícil el normal crecimiento de las plantas.

Fertilización de café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento productivo en los distintos suelos de la zona cafetera. SUE 0507. Esta investigación busca determinar el efecto combinado de tres dosis de nitrógeno y de potasio en la producción de café. Para ello se están evaluando nueve tratamientos bajo un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 10 repeticiones. Durante la vigencia de este período el experimento estuvo instalado en las Subestaciones Santander (Santander) y El Tambo (Cauca).

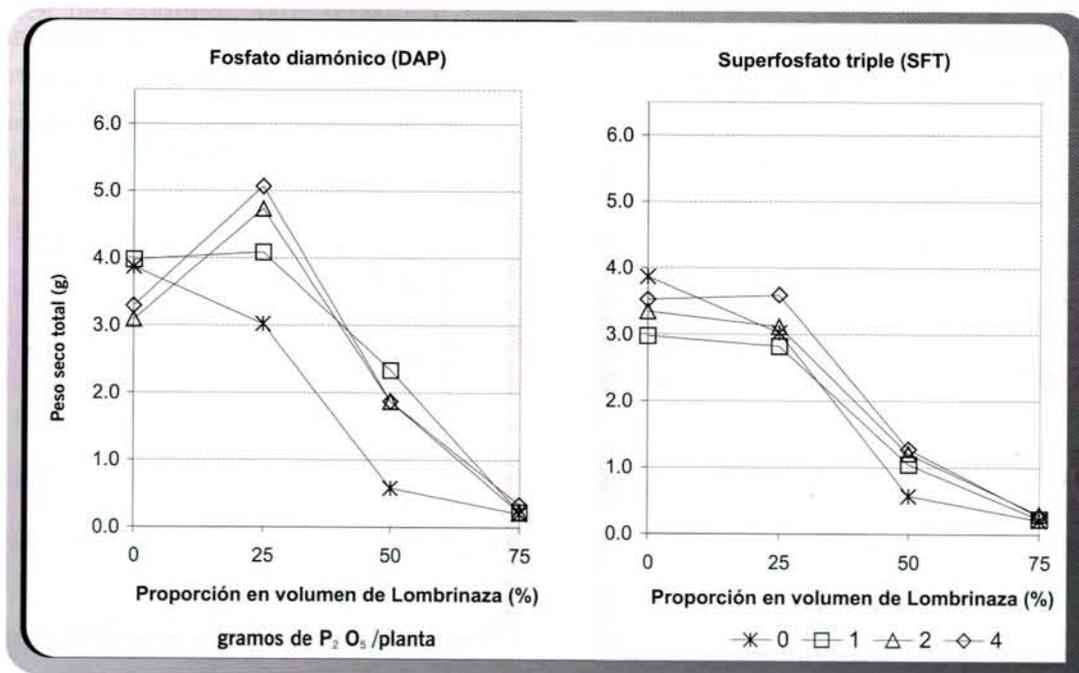
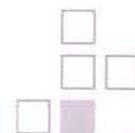


Figura 7. Respuesta del peso total de la planta como resultado de la aplicación de las dosis de fósforo como DAP o SFT en cada proporción de lombrinaza de pulpa de café: suelo.



- **Subestación Santander.** Para este último ciclo productivo se registró efecto de la aplicación de nitrógeno y potasio, así como la interacción de los dos nutrientes evaluados. Es de resaltar que para este experimento, es la primera ocasión que se presenta dicha interacción. Para el acumulado de las cuatro cosechas hubo efecto de nitrógeno y potasio, más no de la interacción.

En las Figuras 9 y 10 se observa el comportamiento de la respuesta al nitrógeno y potasio en la Subestación Santander.

- **Subestación El Tambo.** En este período, correspondiente a la tercera cosecha, por primera vez durante la vigencia de la investigación, se registró efecto de los tratamientos. De los dos nutrientes estudiados, solo el nitrógeno causó incrementos sobre el rendimiento de café cereza. En las Figuras 11 y 12 se observa el comportamiento de la respuesta al nitrógeno y al potasio, respectivamente, sobre la producción de café cereza por parcela experimental.

Disponibilidad del azufre en algunos suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con la fertilización. SUE 0517. En este

experimento se busca generar información sobre el estado del azufre en suelos de la zona cafetera y su relación con la nutrición y fertilización del café. Los tratamientos consisten en 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 fertilización azufrada. Actualmente la investigación se encuentra vigente en dos fincas, una en el departamento de Quindío (San Alberto) y la otra en Antioquia (El Amparo).

- **Finca San Alberto.** En el año 2005 no hubo efecto de los tratamientos sobre la producción, y el análisis estadístico de los resultados tampoco reveló efecto de la aplicación de azufre sobre la producción acumulada que se ha obtenido entre los años 2002 y 2005. Se debe resaltar que durante las cosechas correspondientes a los años 2002 y 2004 se encontró respuesta a este elemento.

- **Finca El Amparo.** En esta finca no se encontró efecto de los tratamientos con azufre sobre la producción durante esta vigencia. Un comportamiento similar se ha registrado para la producción acumulada de los cuatro años.

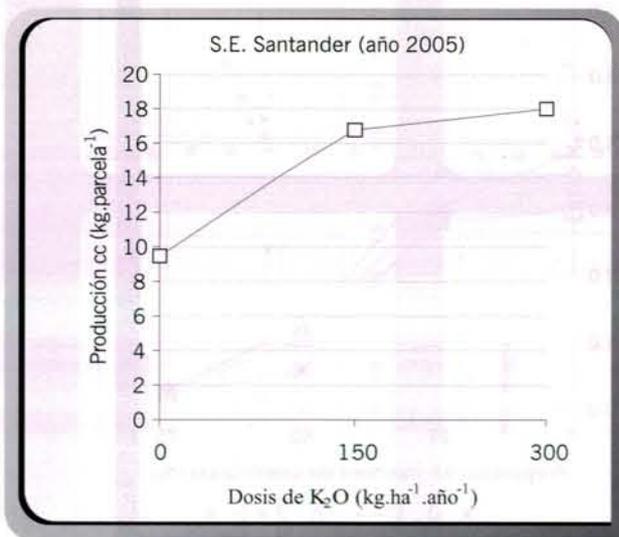


Figura 10. Comportamiento de la respuesta al potasio en la Subestación Santander para el año 2005.

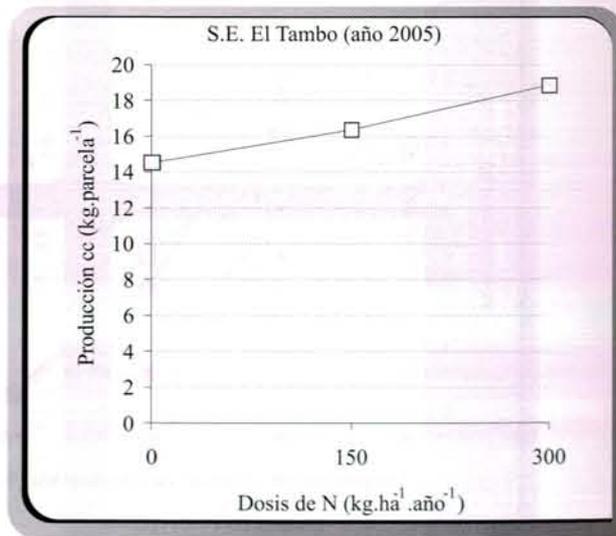


Figura 11. Comportamiento de la respuesta al nitrógeno en la Subestación de El Tambo para el año 2005.

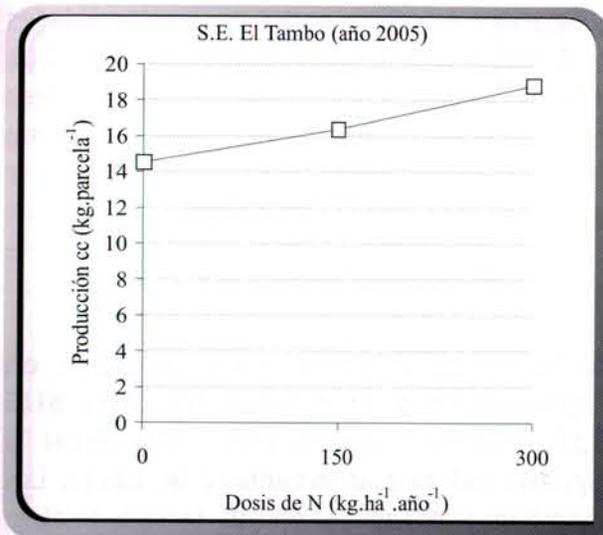


Figura 11. Comportamiento de la respuesta al nitrógeno en la Subestación de El Tambo para el año 2005.

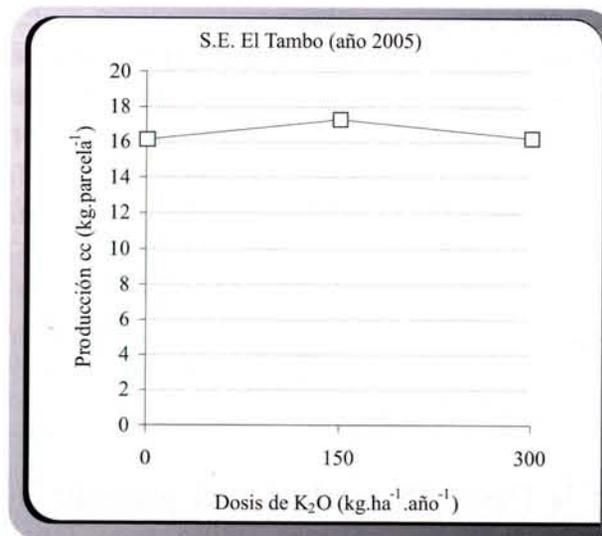


Figura 12. Comportamiento de la respuesta al potasio en la Subestación de El Tambo para el año 2005.

En las Figuras 13 y 14 se puede observar el comportamiento de la respuesta del café a la fertilización con diferentes dosis y fuentes de azufre en las fincas San Alberto (Quindío) y El Amparo (Antioquia) durante el año 2005.

Efecto de la fertilización de cafetales antes y después del zoqueo. SUE 0520. Se busca

determinar el momento oportuno de realizar la fertilización antes y después del zoqueo del cultivo de café. Éste se viene realizando en las siguientes tres localidades: Estación Central Naranjal (Caldas), Subestación Paraguaicito (Quindío) y la finca La Arcadia (Libano, Tolima). Se establecieron 12 tratamientos que consisten en épocas de fertilización antes y después del zoqueo.

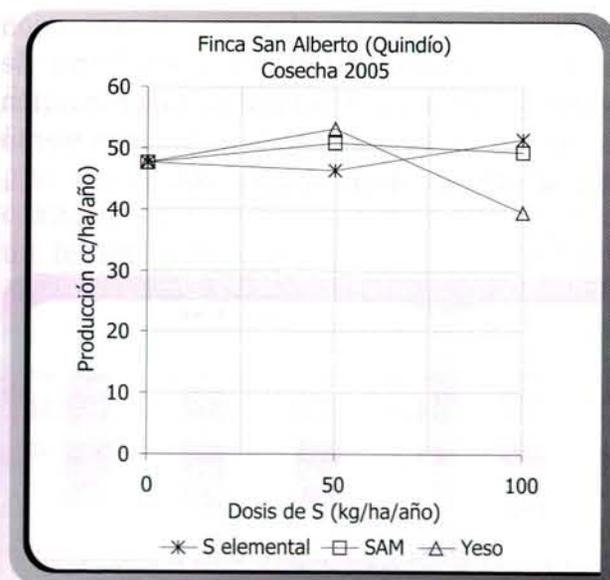


Figura 13. Respuesta a la fertilización con azufre en la finca San Alberto (Quindío) durante el año 2005.

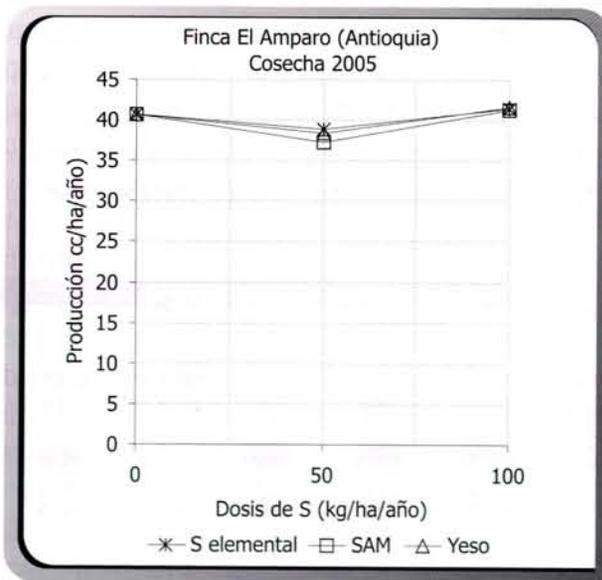


Figura 14. Respuesta a la fertilización con azufre en la finca El Amparo (Antioquia) durante el año 2005.

Para este período se obtuvo información acerca del efecto de la fertilización un año antes del zoqueo sobre la producción, la calidad del grano y la viabilidad económica de esta labor, teniendo en cuenta la producción obtenida el año anterior a la renovación. Se presenta la información de tres tratamientos antes del zoqueo, así: 1) Sin las dos fertilizaciones semestrales antes del zoqueo, 2) Fertilización 10 meses antes del zoqueo, y 3) Fertilización 10 y 4 meses antes del zoqueo.

En la Figura 15 se observa el promedio de producción de café pergamino seco (cps), obtenido con los tres tratamientos para cada una de las localidades. El análisis de varianza mostró efecto de los tratamientos en la Subestación Paraguaicito y finca La Arcadia; en este sentido, para ambas localidades los tratamientos 1 y 2 fueron estadísticamente iguales, y el tratamiento 3 fue superior al testigo y similar al tratamiento 2.

El factor de rendimiento en trilla en las tres localidades mostró valores por debajo de 90 para todos los tratamientos, no obstante, en Naranjal y La Arcadia no hubo efecto de los tratamientos sobre esta variable. En Paraguaicito se obtuvieron los valores en promedio más altos de factor de rendimiento en trilla para el tratamiento sin fertilización, el cual mostró diferencias estadísticas con el tratamiento 2.

La relación beneficio-costos en las localidades de Paraguaicito y La Arcadia, mostró que tanto el tratamiento 2 como el 3 son viables económicamente. El zoqueo tuvo efecto en la reducción del peso seco de raíces finas y medias del café, entre el 35% en Paraguaicito y el 50% en Naranjal, 180 días después de haber realizado esta labor.

Efecto de la fertilización con calcio en la producción y la calidad del café. SUE 0523. Esta investigación busca determinar la respuesta del café al suministro de calcio. Los tratamientos consisten en un testigo relativo con fertilización de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, de acuerdo al análisis de suelos, pero sin aportes de calcio; tres dosis de calcio (48, 96 y 192kg de CaO.ha⁻¹.año⁻¹), aplicados en forma de Nitrabor (fuente soluble de calcio), y 192kg de CaO.ha⁻¹.año⁻¹ suministrado en forma de caliza.

La vigencia de la investigación llegó a su fin en este período en todas las localidades, a excepción de la Subestación Santander. Para el 2005, en esta última localidad, el tratamiento con cal agrícola tuvo una producción estadísticamente igual a los demás tratamientos, incluyendo al testigo sin calcio; mientras que la aplicación de calcio soluble, suministrado en forma de Nitrabor causó incrementos en la producción de manera lineal, logrando el mayor incremento con la primera dosis (Figura 16).

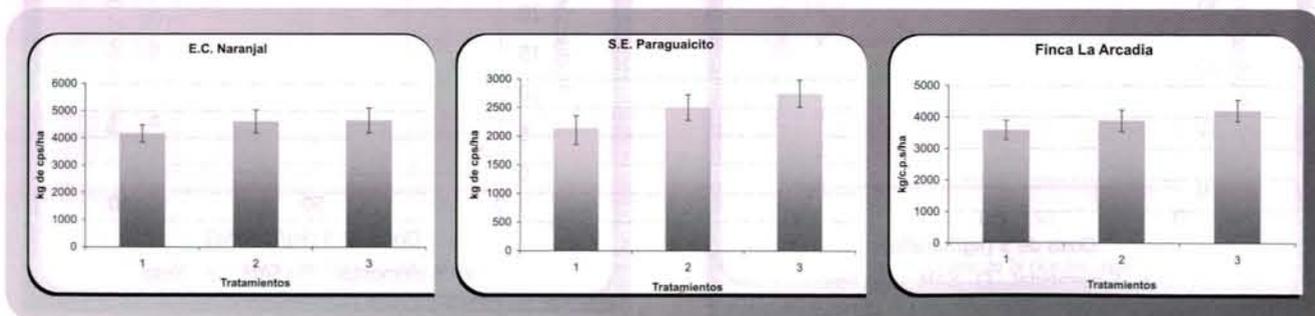


Figura 15. Producción promedio de café pergamino seco (cps) durante el año anterior al zoqueo con diferentes tratamientos de fertilización.

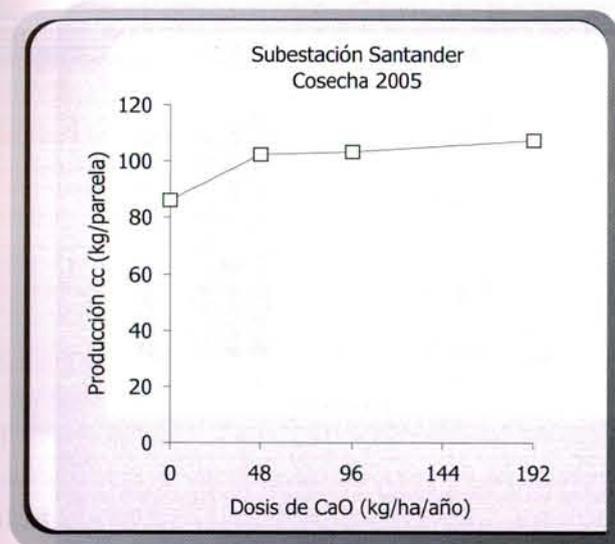


Figura 16. Respuesta del café a la aplicación de calcio soluble en la Subestación Santander durante el 2005.

Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café.

SUE 0526. Esta investigación, la cual cuenta con el apoyo económico de las empresas Kali Und Salz y Monómeros Colombo – Venezolanos, tiene como objetivo evaluar el efecto del magnesio y el azufre en la producción y la calidad del café.

El experimento fue instalado en el 2002 en la Estación Central Naranjal y en las Subestaciones La Catalina y Santander. En enero del 2006 las plantaciones se zoquearon, luego de obtener cuatro cosechas. Se evaluaron 11 tratamientos: un testigo relativo sin magnesio (Tratamiento 1); tres dosis de azufre (Tratamientos 2, 3 y 4), aplicados como Sulfato de amonio – SAM (24, 48 y 72kg de S.ha⁻¹.año⁻¹); tres dosis de magnesio (Tratamientos 5, 6 y 7), suministrados como óxido (30, 60 y 90kg de MgO.ha⁻¹.año⁻¹), tres dosis de magnesio y de azufre (Tratamientos 8, 9 y 10, aplicados) en forma de Kieserita (24, 48 y 72kg de S.ha⁻¹.año⁻¹ y 30, 60 y 90 kg de MgO.ha⁻¹.año⁻¹); y 1.400kg.ha⁻¹.año⁻¹ del fertilizante 17-6-18-2 (Tratamiento 11).

En la Figura 17 se ilustra el comportamiento de los tratamientos durante el año 2005 en las tres localidades.

- **Estación Central Naranjal.** En la cosecha del 2005 hubo respuesta a la fertilización con azufre, sin observar diferencias entre las fuentes empleadas. El comportamiento de la respuesta fue de tipo cúbico, siendo la dosis óptima 24kg de S.ha⁻¹.año⁻¹. También se hubo respuesta al magnesio. El promedio obtenido con Kieserita fue estadísticamente igual al del óxido, y fue la menor dosis suficiente para las dos fuentes. En el ámbito general, con la aplicación del fertilizante 17-6-18-2 se obtuvieron rendimientos intermedios entre el testigo relativo y los tratamientos con mejores promedios, sin que existieran diferencias estadísticas entre ellas.

- **Subestación La Catalina.** Al igual que en los demás ciclos, no se registró efecto de la aplicación de magnesio ni de azufre sobre la producción de café.

- **Subestación Santander.** Solo para esta última cosecha hubo efecto de la fertilización con azufre, con la aplicación de 48kg de azufre.ha⁻¹.año⁻¹ en forma de SAM o Kieserita, los cuales contribuyeron a aumentar el rendimiento. El comportamiento en mención se ajustó a modelos cúbicos. Al evaluar el Óxido de Mg y la Kieserita como fuentes de magnesio no se registró efecto de la aplicación de este nutrimento.

Servicio de análisis de material vegetal y bromatológicos.

SUE 0911. Durante el período de la referencia se continuó con el apoyo de análisis a los diferentes experimentos que se desarrollan en el Centro, en lo relacionado con material vegetal y bromatológicos. Se realizaron un total de 22.321 determinaciones que corresponden a 1.914 muestras. El 58,56 % de las muestras correspondieron a la Disciplina



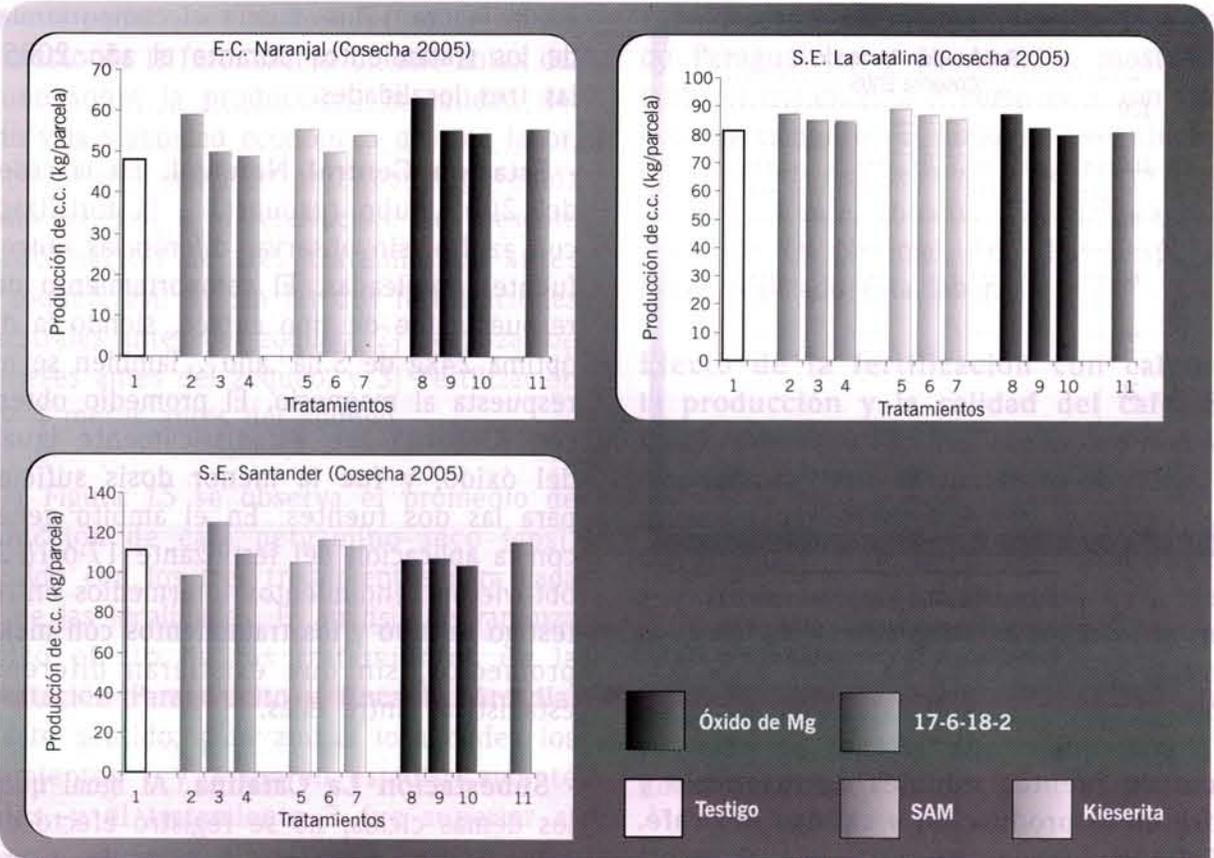


Figura 17. Respuesta de la aplicación de magnesio y azufre sobre la producción de café cereza para el 2005.

de Suelos, seguida de Fitotecnia, Química Industrial, Agroclimatología y ETIA con el 16,25, 15,36, 0,37 y 0,20% respectivamente. El 9,25% fueron muestras particulares. Los experimentos FIT 1016, QIN 0112, SUE 0321 y SUE 0539 demandaron un gran número de análisis con 3267, 3234, 2640 y 1980, respectivamente. Se determinaron 1.720 muestras particulares.

A 486 muestras correspondientes a los experimentos SUE 0321, SUE 0322 y SUE 0517 se les determinó azufre por el método turbidimétrico, el cual había sido estandarizado y adoptado para completar la oferta de servicios en el laboratorio.

Para garantizar la calidad de los análisis del laboratorio se llevan controles a través de

muestras patrones internos de material vegetal de Café y plátano.

■ III. Manejo de Cafetales

Fertilización de cafetales orgánicos

Respuesta en producción del café al sol fertilizado con lombricompuesto. FIT 1603.

Con el objeto de determinar la dosis óptima, biológica y económica, de materia orgánica en forma de lombricompuesto para fertilizar cafetales a libre exposición solar. Los tratamientos aplicados son:

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

Las dosis de lombricompuesto (seco) y de fertilizante se fraccionaron en dos aplicaciones por año. La distancia de siembra del café fue de 1,0 m x 1,0m. En la Tabla 2 se presenta la producción registradas en el año 2005 y la producción media de café en @ c.p.s.ha⁻¹, de cuatro cosechas (2002 – 2005), en la Subestación Experimental de Santander

Los análisis estadísticos de la producción registrada en el año 2005, indican que cuando se fertiliza el café con compuestos orgánicos se obtienen mayores producciones que cuando no se realiza ningún tipo de fertilización o se hace con fertilizantes químicos. Con la

Tabla 2. Producción de café en 2005 y producción media en @ c.p.s.ha⁻¹, de cuatro cosechas (2002-2005), en la Subestación Experimental de Santander.

Tratamientos Lombricompuesto por planta y por año		Producciones @ c.p.s.ha ⁻¹ .año ⁻¹	
		2004	Media
1	0,5kg	120,0 a	179,5 bc
2	1,0kg	122,9 a	204,4 ab
3	2,0kg	105,5 a	201,4 ab
4	3,0kg	117,1 a	217,4 a
5	Con fertilización	89,0 b	201,9 ab
6	Sin fertilización	99,3 b	147,8 c

*Valores con letra distinta son diferentes estadísticamente, según la prueba Duncan al 5%

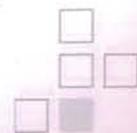
aplicación de fertilizante orgánico al café, en forma de lombricompuesto, se obtuvo 19,0% más producción (media de los tratamientos 1 a 4) que con los tratamientos 5 y 6 (con fertilización química y sin fertilizar).

Los análisis de la producción media obtenida de tres cosechas (2002-2005), indican que hay diferencias significativas entre el tratamiento 4 (aplicación de 3,0kg de lombricompuesto por planta por año) y los tratamientos 1 y 6 (aplicación de 0,5kg de lombricompuesto y el café sin ningún tipo de fertilización). Con aplicación de 3,0kg de lombricompuesto por planta por año, se produce 17,4% más que cuando se aplican 0,5kg de lombricompuesto y 32,0% más que cuando no se realiza ningún tipo de fertilización.

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

En este estudio se evalúa una metodología con dos planes de muestreo, para estimar la producción de café a partir del registro de las floraciones ocurridas en mayo - octubre de 2005 que corresponden con la cosecha del primer semestre del año 2006 y las floraciones de noviembre de 2005 y abril de 2006, que corresponden con la cosecha del segundo semestre de 2006.

Con relación a los errores relativos para la estimación obtenida con el método aleatorio, éstos muestran que en el 58% del total de las evaluaciones se tuvieron errores relativos menores o iguales al 12%, y que en el 90% del total de evaluaciones ocurrieron errores relativos menores o iguales al 20%, para un promedio de 13,58% con un mínimo de 7,64% y un máximo de 26,28%. Con los resultados de este trabajo se pretende establecer el tamaño óptimo de la muestra para hacer las evaluaciones y determinar el grado de precisión del estimativo frente a la cosecha obtenida. Las evaluaciones para determinar la cantidad de



frutos verdes formados a partir de las floraciones registradas en ramas marcadas muestran los mayores porcentajes de cuajamiento para los registros de floración correspondientes con la cosecha principal, con valores cercanos al 80% y los menores porcentajes de cuajamiento para la cosecha de mitaca con valores entre 60 y 70%.

Caracterización de algunas propiedades físicas y factores de conversión del café. FIT 1532.

Para caracterizar algunas propiedades físicas y determinar los factores de conversión del café desde fruto maduro hasta grano almendra, en la Variedad Castillo®, se recolectaron frutos en fincas de los municipios de Chinchiná, Manizales, Villamaría y Palestina (Caldas), en tres etapas de la cosecha del segundo semestre del 2005. Se emplearon dos tipos de muestras, una de café maduro seleccionado sin defectos y otra sin seleccionar, para cada muestra se tomaron submuestras que fueron sometidas a análisis físicos y mediciones. El peso y los diámetros (ancho y grosor) de los frutos y granos tienden a ser mayores en la época intermedia. En las variables densidad aparente y humedad no se observaron cambios a través de la cosecha; mientras que las relaciones de conversión, el porcentaje de merma y el rendimiento en trilla fueron mejores en la época inicial y para esta misma época ocurrió la menor cantidad de defectos en cereza, pergamino y almendra (excepto para el porcentaje de frutos verdes en el café cereza) y tanto las relaciones como los defectos tienden a aumentar conforme avanza la cosecha. Un café sometido a una selección rigurosa para eliminar la mayor cantidad de defectos muestra las mejores características físicas (peso, tamaño, densidad).

Las relaciones de conversión fueron muy similares entre los dos tipos de muestra, el porcentaje de merma y el rendimiento

fueron mejores en la muestra seleccionada y justifican la labor de seleccionar la muestra. Se observaron deficiencias en la calidad de la masa, que representaron un porcentaje de pasillas de 5,41 y 9,19% para el café seleccionado y sin seleccionar, respectivamente. Este estudio muestra, además, los rangos en los que las variables evaluadas oscilaron y presenta la metodología con la que se realizó el cálculo de las propiedades físicas y los factores de conversión para estudios futuros.

Con base en los resultados anteriores se han establecido los factores de conversión para realizar las transformaciones entre los estados del grano de café (Tabla 3). Los resultados encontrados fueron muy similares a los reportados por Uribe en 1977, para la variedad Caturra.

Sistemas de producción de cultivos intercalados con café

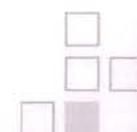
Caracterización agronómica de las especies *Eucaliptus grandis*, *Pinus chiapensis*, *Pinus tecunumanii* e *Inga* sp., para ser empleadas como sombrío de cafetales en el departamento del Cauca. FIT 1710. Se busca determinar el potencial económico y biológico que como sombrío de cafetales tienen las especies forestales *Eucaliptus grandis*, *Pinus chiapensis*, *Pinus tecunumanii* e *Inga* sp. y su efecto sobre la producción -en cantidad y calidad- del café. Los tratamientos son:

Nº	DESCRIPCION
01	Café bajo sombrío de <i>Eucaliptus 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</i> sp.
05	Café a libre exposición solar

Tabla 3. Factores de conversión para realizar transformaciones entre los estados del grano de café.

Para convertir de		A	Multiplique por	
			Uribe (1977)	Montilla (2006)
				Café seleccionado Café sin seleccionar
Cereza	Pergamino		0,22	0,20
	Baba		0,60	0,55
	Almendra		0,18	0,16
	Seco de agua		0,32	S.d
	Húmedo		0,41	0,39
	Pulpa fresca		0,40	0,43
	Pulpa mojada		0,48	S.d
Pergamino	Cereza		4,50	4,94
	Almendra		0,80	0,80
	Baba		2,71	2,74
	Húmedo		1,85	1,93
	Seco de agua		1,46	S.d
	Pulpa fresca		1,77	0,46
	Pulpa mojada		2,13	S.d
Baba	Pergamino		0,37	0,36
	Almendra		0,29	0,29
	Cereza		1,67	1,81
	Húmedo		0,95	0,71
	Seco de agua		0,54	S.d
Almendra	Pergamino		1,25	1,25
	Baba		3,39	3,43
	Cereza		5,56	6,23
	Húmedo		2,31	2,42
	Seco de agua		1,82	S.d
Húmedo*	Seco de agua		0,79	S.d
	Pergamino		0,54	0,51
	Cereza		2,43	2,56
	Baba		1,46	1,41
	Almendra		0,43	0,41
Seco de agua	Pergamino		0,68	S.d
	Cereza		3,09	S.d
	Húmedo		1,26	S.d
	Baba		1,84	S.d
	Almendra		0,54	S.d
Pulpa fresca	Cereza		2,40	2,30
	Pergamino		0,56	2,15
	Mojada		1,20	S.d
Pulpa mojada	Cereza		2,08	S.d
	Pergamino		0,47	S.d
	Fresca		0,83	S.d

*Café lavado; s.d. Sin datos.



La distancia de siembra del sombrío es de 6,0 x 6,0m y la del café de 1,5 x 1,5m. El estudio se está realizando en la Finca La Suecia de Smurfit – Cartón de Colombia y es coordinado por la Subestación Experimental de El Tambo (C). Los resultados parciales de producción, se presentan en la Tabla 4.

Los análisis estadísticos de la producción registrada en 2006, bajo cada condición de sombrío, indican que entre éstas no hay diferencias significativas. La producción obtenida con sombrío de *E. grandis*, *P. chiapensis*, *P. tecunumanii* e *Inga* sp. fue de 144,7; 104,0; 135,3 y 116,9@ de c.p.s.ha⁻¹, respectivamente. En el mismo año, la producción del cafetal a libre exposición fue de 252,2@ de c.p.s.ha⁻¹, la cual fue estadísticamente diferente a las producciones registradas bajo sombra.

Tabla 4. Producción de café @ C.P.S.ha⁻¹, en el año 2006 y producción media de tres cosechas de café en @ c.p.s.ha⁻¹ (2004 - 2006), en la Subestación Experimental de El Tambo (Cauca).

Producción @ c.p.s.ha ⁻¹ .					
Tratamientos					
Año	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
2006	144,9 b	104,0 b	135,3 b	116,9 b	252,2 a
Media	97,9 b	95,2 b	97,5 b	82,5 b	211,3 a

*Valores con letra distinta son diferentes estadísticamente, según la prueba Duncan al 5%

Entre las producciones medias de las tres cosechas analizadas (2004 a 2006) en el café bajo sombrío, no se registraron diferencias estadísticas. El promedio de la producción del café con sombrío de *E. grandis*, *P. chiapensis*, *P. tecunumanii* e *Inga* sp. fue de 97,9; 95,2; 97,5 y 82,5@ de c.p.s.ha⁻¹, respectivamente; todas estas producciones fueron estadísticamente diferentes de la producción media registrada en el café a libre exposición solar (211,3@ de c.p.s.ha⁻¹).

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.). FIT-0205. El análisis estadístico mostró diferencias entre las edades de trasplante durante las dos primeras cosechas y ningún efecto en las cosechas subsiguientes, pero al analizar la producción media sí hubo efecto de las edades de trasplante, por tanto, el efecto de las dos primeras cosechas repercute en la producción total en contra de la siembra con chapolas. En consecuencia, la siembra con almácigos de tres meses o de seis meses es factible en términos agronómicos, porque producen lo mismo y superan a la siembra con chapolas, aparte de los inconvenientes que se tiene con el establecimiento de las chapolas, a causa de la alta mortalidad de plántulas (Tabla 5).

Tabla 5. Producción media de café pergamino seco (@ cps/ha) establecido con plantas de 0 meses (chapolas), tres y seis meses, intercalado con dos ciclos de maíz y tres ciclos de fríjol.

Edad de trasplante de las plantas	Estación Central Naranjal		Subestación Experimental La Catalina		Subestación Experimental Santander	
	2005	Media	2005	Media	2005	Media
3 MESES	240,8	359,1	293,3	328,5	490,2	384,6
6 MESES	233,6	373,9	311,2	345,9	514,8	404,6
CHAPOLA	235,2	339,1	278,4	295,0	422,1	297,9
Media	236,5	357,4	294,3	323,1	475,7	362,4
C. V. (%)	24,6	10,0	17,04	11,42	27,05	11,58
DMS	41,1	25,2	34,39	26,04	90,16	29,61

DMS (Diferencia mínima significativa) conforme a Prueba de Tukey al 5%.

También es importante considerar que parte de los costos de establecimiento del cultivo, ya sea con almácigos de tres meses o de seis meses, puede cubrirse intercalando dos ciclos de maíz o tres de frijol, al no afectar esta práctica la producción de café en ninguna de sus cosechas. Aparte de esto, el arreglo espacial del café puede ser al cuadro o al rectángulo. Además, el tamaño de bolsa de 13 x 17cm permite ahorrar suelo de capote, materia orgánica y mejora la eficiencia de los trabajadores en manipulación y siembra. Otro beneficio adicional es que los hoyos para este almácigo pueden ser menores, por tanto el suelo se disturba menos y así puede ocasionarse menos erosión.

Estudio del sistema de producción frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) relevo maíz (*Zea mays* L.) intercalado en zocas de café (*Coffea arabica* L.). Este trabajo se hizo para conocer la posibilidad de sustituir los materiales de maíz regionales, que los agricultores usan como tutor de frijol voluble como el cargamanto, por materiales de maíz mejorados como la variedad ICA V-305 y el híbrido FNC-3054; para usarlos como tutores cuando se intercala en zocas de café, para reemplazar los tutores artificiales. De la etapa inicial de este trabajo se concluyó lo siguiente:

El sistema de producción frijol relevo maíz, puede intercalarse en zocas, sin que se afecte el crecimiento del café durante el primer año de establecimiento, con la ventaja adicional de obtener ingresos adicionales siempre y cuando se hagan las prácticas agronómicas que necesita cada cultivo de forma independiente.

Los cultivares de maíz tradicionales, que el agricultor suele emplear como tutor para el frijol de crecimiento indeterminado, pueden sustituirse por cultivares de maíz mejorados. Las mejores producciones de frijol y de maíz se alcanzaron en el arreglo frijol relevo maíz intercalado con café con el híbrido FNC-3054, siendo la mejor fecha relativa de siembra a los 90 días, sin que ninguno de los dos cultivos se afecten negativamente.

Con este trabajo se le brinda al caficultor la posibilidad de obtener dos fuentes de ingreso adicionales mientras el café entra en producción, para una misma área de terreno. La factibilidad del arreglo con frijol se relaciona con la duración de su ciclo, su adaptabilidad a diferentes arreglos espaciales, la posibilidad de enredarse permitiendo una mejor aireación y el beneficio que puede brindar al cultivo asociado en términos de la protección contra patógenos.

Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación de enmiendas y de elementos menores. Este trabajo tuvo como objetivo conocer la respuesta del maíz a la aplicación de enmiendas y de elementos menores en suelos de la zona cafetera con pH menor a 5,2 y presencia de aluminio. Este experimento se estableció en el segundo semestre del 2005, en la finca Los arrayanes, vereda San Ramón, en el municipio de Jericó (Antioquia). En la Tabla 6 se muestra el resultado del análisis de suelo previo a la instalación del experimento. Se sembró el híbrido FNC-3054.

Tabla 6. Resultados del análisis de suelo del lote donde se instaló el experimento. Finca Los Arrayanes, Vereda San Ramón, Jericó, Antioquia. 2005b

pH	MO (g/kg)	P - Brayll (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Al (cmol/kg)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)
5,05	8,65	2,57	0,44	5,43	2,37	6,19	3,59	0,38

- **Tratamientos.** Los tratamientos consistieron en un arreglo factorial 4x7 (cuatro enmiendas y siete dosis de elementos menores). Las enmiendas fueron el testigo (sin enmienda) y 500kg/ha de cal agrícola, cal dolomítica y yeso agrícola aplicadas 30 días antes de la siembra del maíz de manera superficial. Las dosis de elementos menores fueron: 5 y 10kg/ha de bórax; 5 y 10kg/ha de sulfato de zinc; 10 y 20kg/ha de sulfato de magnesio y un tratamiento sin la aplicación de elementos menores (Tabla 7).

El maíz se recolectó con una humedad de campo media de 20,05%, dentro de lo normal para cosechar maíz sin tener que gastar mucha energía para llevarlo a la humedad de venta que es del 15%. La producción media general de granos ajustada a un 15% de humedad fue de 7.981kg/ha, la cual se considera buena y corresponde con el potencial de productividad de este material.

La Tabla 8, muestra los valores medios de la producción de maíz en kg/ha, donde se puede observar el efecto favorable de la aplicación de yeso y de cal dolomítica sobre la productividad del maíz, de tal manera que al aplicar sulfato de calcio (yeso agrícola) o cal dolomítica, se supera en 739kg/ha y 1.381kg/ha la media de las producciones obtenidas con cal agrícola y sin enmienda, respectivamente; con lo cual

se corrobora una vez más la bondad del yeso agrícola y de la cal dolomítica como enmiendas en suelos ácidos para la producción de maíz.

De otra parte, se corrobora que la cal agrícola no es opción como enmienda en suelos ácidos para sembrar maíz; porque su solubilidad es lenta, es de difícil incorporación y tiempo que toma un ciclo de maíz no es suficiente para que el producto actúe en el suelo.

Se observó respuesta diferencial de los elementos menores según la enmienda: cuando se aplicó cal dolomítica no hubo respuesta de ningún elemento; en el testigo sin enmienda, hubo respuesta para las aplicaciones de sulfato de magnesio (20kg/ha) y sulfato de zinc (10kg/ha). Cuando se aplicó yeso agrícola hubo respuesta para las dos dosis de boro y la dosis de 20kg/ha de sulfato de magnesio y con cal agrícola hubo respuesta al Zn.

Proyecto maíz (*Zea mays* l.) de la zona cafetera: convenio FEDERACAFÉ – CIMMYT – FENALCE. Se ha identificado seis híbridos amarillos con un potencial de rendimiento hasta de 10t/ha, provenientes algunos de cruzamientos simples y otros de cruzamientos triples. Actualmente se está incrementando la semilla de los progenitores de estos híbridos y se espera que en febrero del 2007 se cuente con la semilla suficiente para sembrar las

Tabla 7. Descripción de los tratamientos.

Sin enmienda	Cal dolomítica	Cal agrícola	Yeso agrícola
20 kg/ha sulfato de Mg			
10 kg/ha sulfato de Mg			
5 kg/ha sulfato de Zn			
10kg/ha sulfato de Zn	10 kg/ha sulfato de Zn	10 kg/ha sulfato de Zn	10 kg/ha sulfato de Zn
0,75kg/ha de Boro	0.75 kg/ha de Boro	0.75 kg/ha de Boro	0.75 kg/ha de Boro
1,5kg/ha de Boro	1.5 kg/ha de Boro	1.5 kg/ha de Boro	1.5 kg/ha de Boro
Sin elemento menor	Sin elemento menor	Sin elemento menor	Sin elemento menor

parcelas de validación conforme a las exigencias del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Según los resultados se seleccionará él o los híbridos a ser liberados.

Disturbio de la raíz bifurcada

Efecto del disturbio de la raíz bifurcada sobre la producción del café. FIT 1410.

Se están evaluando dos tratamientos así: 1) Plantas con raíz normal; 2) Plantas con raíz bifurcada. El experimento se instaló en la Estación Central Naranjal el 20 de marzo de 2003 y terminará en el año 2007, con el registro de tres cosechas. Para esta fase, en cada tratamiento se tienen 12 repeticiones de 20 plantas cada una.

- Crecimiento en altura y número de cruces.

Hasta el momento se han realizado cinco evaluaciones de altura y número de cruces. Los resultados hasta los 36 meses, no muestran diferencias entre los tratamientos en cuanto a la altura y el número de cruces (Tablas 1 y 2). Las plantas con raíz normal tienen un promedio de 1,80m de altura y 35 cruces, y aquellas con raíz bifurcada tienen en promedio 1,75 m y 34 cruces.

- **Producción.** En la producción de café cereza obtenida entre enero de 2005 y septiembre de

2006, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Las plantas con raíz normal tuvieron un acumulado de 1.826,05kg por parcela de 20 plantas, mientras que las plantas con raíz bifurcada produjeron 1.758,58kg.

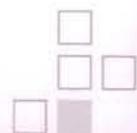
Hasta el momento, las diferentes evaluaciones tanto en crecimiento como en producción muestran que no hay efecto desfavorable de la raíz bifurcada sobre el desarrollo y la producción de las plantas.

■ IV. Investigación regional

El programa de Experimentación tiene entre sus objetivos fundamentales, brindar apoyo para la ejecución de las investigaciones regionales de Cenicafé, 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 las sugerencias de los caficultores que permitan retroalimentar el proceso de investigación y transferencia.

Tabla 8. Producción media y prolificidad de maíz con aplicación de enmiendas y de elementos menores. Finca Los Arrayanes, Vereda San Ramón, Jericó, Antioquia. 2005b.

Elementos Menores (kg/ha)	Enmiendas aplicadas (500 kg/ha)				Media
	Sin enmienda	Cal agrícola	Cal dolomita	Yeso agrícola	
Boro (1.5)	6784	7822	8282	8592	7870
Boro (0.75)	6961	7239	8180	8983	7840
MgSO ₄ (10)	7287	7456	8841	8362	7986
MgSO ₄ (20)	7843	8392	8995	8954	8546
Ninguno	6440	7615	8566	7887	7627
ZnSO ₄ (10)	8025	7073	8279	8391	7942
ZnSO ₄ (5)	6668	8699	8566	8295	8057
Media	7144 b	7756 b	8530 a	8495 a	7981



Las investigaciones en los diferentes aspectos agronómicos y ecológicos del cultivo del café que se llevan a cabo regionalmente, permiten generar conocimientos y explorar la posibilidad de implantar nuevas herramientas que darán una visión global de la diversidad de recursos de suelo, clima y comportamiento de los cultivos, y así tomar decisiones acertadas a nivel nacional y regional. Al establecer las relaciones entre el suelo, el clima, el relieve y la planta, será posible caracterizar las áreas cafeteras por regiones, mediante 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.

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 técnicos y cafeteros en las nuevas técnicas de administración y manejo de sus cultivos y predios.

Para estos fines, Cenicafé pudo disponer, hasta septiembre de 2006 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 2005-septiembre 2006.

Proyectos experimentales en las Subestaciones

Áreas experimentales y otros usos de la tierra. En la Tabla 9 se observa el estado del uso de la tierra en las Subestaciones hasta septiembre de 2006.

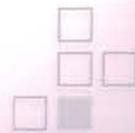
Los experimentos en café ocuparon 46,1ha, el café comercial 63ha, la producción de semilla 70,53ha (incremento del 40%). La experimentación en forestales ocupó 18,0ha y en maíz se tuvieron 5,2ha, lo que significó una disminución del 26% con respecto al año anterior. La ocupación de área por otros cultivos es la siguiente: guadua 28,6ha, pastos 63,4ha, macadamia 6,0ha, cítricos 11ha, plátano 4,1ha, caucho 3,9ha y bosques 91ha. Actualmente se dedican para la conservación de aguas 49,4ha (incremento del 58%) y en infraestructura se ocupan 13,3ha.

El área experimental aprovechable es actualmente de 78,2ha, y están disponibles 32,3ha en La Catalina, 12,4ha en La Estación Central Naranjal; 9,4ha en El Tambo; 7,5ha en Pueblo Bello; 7,0ha en Paraguaicito; 6,2ha en Líbano; 1,5ha en El Rosario y 1,2ha en Santander.

En fincas particulares se están empleando 9,4ha en la ejecución de varios experimentos principalmente, de sombrero, fertilización del café y en forestales.

Tabla 9. Distribución del área de las Subestaciones según el uso de la tierra. Octubre de 2005-Septiembre 2006

SUBESTACIÓN	USO DE LA TIERRA (HECTAREAS)														Area Exp Dispon.	Fincas Partic.		
	Café Exptos	Café Semilla	Café Com.	Exptos Forestal	Plátano	Macad.	Cítricos	Caucho	Maíz	Bosques	Pastos	Guadua	Conserv aguas	Infraest.			Otros	Area Total
El Tambo	2,70	0,00	6,19	3,90	0,00	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
Paraguacito	3,91	0,00	7,14	2,32	0,17	4,17	1,83	3,90	2,60	4,90	4,86	9,63	2,50	2,50	7,17	57,60	7,00	0,25
La Catalina	3,30	3,80	15,54	0,00	3,10	1,80	6,00	0,00	0,85	2,52	0,00	0,00	2,49	1,10	0,00	40,50	32,30	0,00
Líbano	1,98	8,70	5,53	0,00	0,29	0,00	0,03	0,00	1,20	0,00	0,80	0,00	3,65	0,97	0,85	24,00	6,23	4,03
Naranjal	27,28	8,99	4,4	1,37	0,16		1,52				0,40	12,00	22,36	2,52	13,65	94,65	12,42	
La Romelia		39,23		3,51			1,05				36,72	3,67	4,41	1,18	0,90	90,66	0,87	
El Rosario	2,13	4,22	0,53	1,40	0,12		0,20				5,60	0,39	5,00	2,26	0,08	21,93	1,50	0,33
Santander	0,80	4,59	2,80	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20	3,38	0,10	1,00	1,10	5,47	28,94	1,20	3,00
Pueblo Bello	4,00	1,00	20,85	3,00	0,25		0,40			76,00	11,61	2,80	8,00	1,70	12,39	142,00	7,50	
TOTAL	46,10	70,53	62,98	18,00	4,09	5,97	11,03	3,90	5,15	90,62	63,37	28,59	49,41	13,33	40,91	513,96	78,16	9,41



Temas de Investigación en las Subestaciones y su relación con las áreas clave.

En la Tabla 10 se hace una compilación de los tópicos de investigación que se están desarrollando a nivel regional en las Subestaciones Experimentales y su clasificación dentro de las áreas clave de investigación. Estos incluyen temas como: Registros climáticos, suelos, mejoramiento genético, producción de semilla, 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, ceiba de ganado, macadamia, y últimamente maíz, para un total de 258 diferentes actividades. Se destaca la realización de cerca de 50 nuevas actividades en las subestaciones.

En la Tabla 11 se resume el número de investigaciones por áreas clave. Su distribución es la siguiente:

- Productividad agronómica: 116 investigaciones
- Viabilidad económica: 23 investigaciones
- Calidad y cafés especiales: 10 Investigaciones
- Sostenibilidad ambiental: 11 investigaciones
- Conocimiento estratégico: 5 investigaciones
- Divulgación y transferencia: 9 actividades

- Sistemas de Producción complementarios: 43 investigaciones

Experimentos por Disciplinas y Programas de investigación

La Tabla 12 muestra que a septiembre se tenía en las Subestaciones un inventario de 217 experimentos, de los cuales 115 son experimentos vigentes en café, lo que muestra una reducción del 22,5% en comparación con los establecidos el año anterior. Se han instalado 25 experimentos nuevos, ocho de ellos en la Estación Central Naranjal, nueve en La Catalina, cinco en Paraguaicito y uno en El Rosario, Pueblo Bello y El Tambo. Se terminaron 17 experimentos, y no se suspendió ninguno. Además, se tuvieron 63 experimentos en actividades asociadas o complementarias al café, relacionadas con plátano, maíz, macadamia, forestales y ganadería.

La distribución de experimentos por Programas y Disciplinas (Tabla 13), permite observar que la mayor parte de experimentos que se desarrollan en las Subestaciones corresponden a Mejoramiento Genético (30,9%), seguido por Fitotecnia (7,8%) y Suelos (6,9%). En la Estación Central Naranjal es donde se desarrollan un total de 70 experimentos, equivalente al 32% de los experimentos vigentes. En la Subestaciones El Tambo (5%) y Pueblo Bello (3%) se encuentra el menor número de experimentos.

Experimentos en fincas particulares. En fincas particulares y con apoyo de las Subestaciones del Programa de Experimentación, se tiene actualmente ocho lotes experimentales, tres de ellos de la Disciplina de Suelos y tres de la disciplina de Fitotecnia.

Tabla 10. Tópicos que comprenden las investigaciones que se desarrollan en las subestaciones. Octubre de 2005-Septiembre 2006

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	CAUCA	QUINDÍO	RISARALDA	TOLIMA	CALDAS	ANTIOQUIA	SANTANDER	CESAR	TOTAL	ÁREAS CLAVE					
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	Líbano	Naranjal	El Rosario	Santander	Pueblo Bello		PAG	VEC	CCE	SOA	COE	DIT
CLIMA															
Registros climáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	8						8
Hidrología y nutrientes en hojarasca en sistemas agroforestales y café libre exposición		1							1						1
FISIOLOGÍA DEL CAFETO															
Caracterización de la distribución de la floración y en introducciones de la CCC		1			1				2						2
SUELOS															
Disponibilidad de nutrimentos en la fase líquida del suelo, en suelos cultivados con café.		1			1				2						2
Disponibilidad del azufre en el suelo y su relación con la fertilización		1							1						1
Prácticas de conservación de suelos a nivel de finca cafetera	1	1	1			1	1	1	6						6
Impacto erosión producción café y calidad suelo						1			1						1
Efecto fertilización cafetales zoqueo		1							1						1
Efecto fuentes dosis potasio sobre la producción		1							1						1
Efecto cultivos intercalados arvenses					1				1						1
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CAFETO															
Banco de germoplasma					14				14						14
Selección por resistencia completa a la roya					4			1	5						5
Selección por resistencia incompleta a la roya		1			4				5						5
Selección por fuentes distintas de resistencia a la roya					13				13						13
Selección por posible resistencia a CBD					3				3						3
Evaluación regional progenies de cTxHt altamente productivas	1	1	1			1			5						5

Continúa...

...Continuación

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	CAUCA	QUINDÍO	RISARALDA	TOLIMA	CALDAS	ANTIOQUIA	SANTANDER	CESAR	ÁREAS CLAVE					
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	Líbano	Naranjal	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	PAG	VEC	SOA	COE	DIT	SPC
TOTAL														
Evaluación mezclas de progenies con resistencia incompleta con y sin control de roya		1				1			2	2				
Evaluación regional progenies seleccionadas por resistencia incompleta	1	1				1	1	1	5	5				
Evaluación regional selección V.Colombia				1					1	1				
Genómica de café					2				2				2	
Variedades porte alto vs magnesio en diferentes dosis					1				1	1				
PRODUCCIÓN DE SEMILLA														
Producción semilla de variedad "Castillo El Tambo"	1								1	1				
Campos de Propagación de semilla de variedad Colombia			7		1	1	1	1	11	11				
Campos de Propagación de semilla de variedad Castillo				14	1	1	1	1	17	17				
Campos de propagación semilla Castillo Regional					6				6	6				
Campos de Propagación de semilla variedad Castillo orgánica					1		1	1	2	2				
Campos de propagación de semilla variedad Tabi orgánica					1		1	1	2	2				
Campos de propagación de semilla variedad Caturra orgánica					1		1	1	2	2				
Campos de propagación de semilla variedad san Bernardo orgánica					1		1	1	2	2				
Campos de propagación de semilla variedad Borbón orgánica					1				1	1				
Campos de propagación de semilla variedad Maragogipe orgánica					1				1	1				
Campos de propagación de semilla variedad Tipica orgánica					1		1	1	2	2				
Producción semilla caturra autofecundado					1				1	1				
Campos de Propagación de semilla de variedad Tabi				1	1		1	1	4	4				
OPTIMIZACIÓN SISTEMAS DE SIEMBRA DEL CAFE														
Efecto del disturbio raiz bifurcada sobre la producción					1				1	1				

Continúa...

...Continuación

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	CAUCA	QUINDÍO	RISARALDA	TOLIMA	CALDAS	ANTIOQUIA	SANTANDER	CESAR	ÁREAS CLAVE							
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	Líbano	Naranjal	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	PAG	VEC	CCE	SOA	COE	DIT	SPC	
	TOTAL															
Determinación del porcentaje pérdida de sitios en cafetales soqueados	1		1						1	1						
CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ																
Relevo de maíz y frijol en siembras y zocas de café	1			1		2			4	4						
SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE CAFETALES																
Comparación de cinco sistemas de manejo por renovación					1				1	1						
Comparación de cinco formas de implantar los sistemas de manejo					1				1	1						
Comparación de tres formas de implantar los sistemas de manejo				1					1	1						
Comparación de sistemas de manejo con base en la poda calavera	1								1	1						
Comparación de ciclos de renovación en el manejo de cafetales				1					1	1						
CAFÉS ESPECIALES																
Respuesta en producción del café al sol fertilizado con lombricomposto	1			1	1		1		4	4						
Producción de café, vía orgánica					1		1	1	3	3						
Composición química del café		1							1	1						
MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES (MIA)																
Manejo integrado de arvenses (MIA)							1	1	2	2						
NUTRICIÓN DEL CAFETO (Edáfica)																
Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café.					1				1	1						
Fertilización del café con Nitrogeno y Potasio en la etapa de crecimiento reproductivo	1								1	1						
Efecto de fertilizantes químicos biológicos.					1				1	1						
Micorrizas en plátano																
Efecto de la fertilización del café al sol con lombricomposto		1							1	1						

Continúa...

...Continuación

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	CAUCA	QUINDÍO	RISARALDA	TOLIMA	CALDAS	ANTIOQUIA	SANTANDER	CESAR	ÁREAS CLAVE							
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	Líbano	Naranjal	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	PAG	VEC	CCE	SOA	COE	DIT	SPC	
EFECTO FERTILIZACIÓN CAFETALES ANTES Y DESPUÉS DEL ZOQUEO					1				1	1						
MANEJO DE LA BROCA																
Vuelo de adultos de broca en cafetales monitoreado con trampas de alcohol		1	1			1				3						
Evaluación del cruce genético de poblaciones de la broca del café en condiciones naturales			1							1				1		
MANEJO DE ENFERMEDADES																
Evaluación de materiales con resistencia a <i>Ceratocystis fimbriata</i>							1			2						
Diferenciales de razas de roya		1			1					3						
Evaluación progenies F3 F4 resistencia roya					1					1						
Evaluación resistencia parcial roya					1					1						
MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE COSECHA																
Componentes método mejorado recolección					1					1						
Efecto distancias y espaciamiento planta cosecha mecánica café					1					1						
Tecnología transporte terrenos pendiente					1					1						
Efecto prácticas posteriores al desmucilaginado					1					1						
Estudio de sistemas operativos de cosecha de café			7							7						
Manejo y Tratamiento primario de lixiviados producidos en la tecnología Belcosub			1							1				1		
SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ																
Respuesta a la fertilización bajo diferentes intensidades de sombra										1						
Aspectos Hidrológicos y nutrimentos en tres densidades de sombra																
Evaluación sistema radical cuatro especies árboles establecidos.																
Uso del sombrero y del mulch vs deficit hídrico																

Continúa...

...Continuación

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	CAUCA	QUINDÍO	RISARALDA	TOLIMA	CALDAS	ANTIOQUIA	SANTANDER	CESAR	ÁREAS CLAVE							
	El Tambo	Paraguaitico	La Catalina	Líbano	Naranjal	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	TOTAL	PAG	VEC	CCE	SOA	COE	DIIT	SPC
Evaluación Eucaliptus, Pinus e Inga como sombríos para café	1								1	1						
Evaluación Eucaliptus, Pinus y Cordia como sombríos para café																
Comparación de tres densidades de siembra del café y del guamo																
Producción de café bajo sombriío de cinco especies de leguminosas																
Parcela demostrativa V.Colombia en tres densidades y bajo sombra																
COSTOS DE PRODUCCION																
Costos de producción de café en tres arreglos espaciales			1						1	1						
Análisis económico de tres métodos de control de arvenses y su efecto en la producción de café.			1						1	1						
Análisis económico tres sistemas renovación			1						1	1						
Tamaño parcela análisis económico café			1						1	1						
SISTEMAS AGROFORESTALES																
Procedencias y progenies <i>Tabebuia rosea</i> y <i>Cordia alliodora</i>		1					1	1	3					3		
Evaluación de clones de nogal		1							1					1		
Desarrollo de modelos sostenibles manejo silvicultural		1							1					1		
OTRAS ACTIVIDADES																
Lombricultivo	1	1	1	1			1	1	6			6				
Introducción y evaluación de híbridos de naranja					1				1							1
Jardín clonal macadamia", "Macadamia huerto año 69" y "Macadamia 2A y 2B		1							1							1
Evaluación agronómica de germoplasma de macadamia sp. En zona cafetera				1					1							1
Ganado de ceba							1		1							1
Evaluación de cultivos maíces CIMMYT		7							7							7
Evaluación de líneas maíces CIMMYT		5							5							5

Continúa...

...Continuación

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	CAUCA	QUINDÍO	RISARALDA	TOLIMA	CALDAS	ANTIOQUIA	SANTANDER	CESAR	ÁREAS CLAVE						
	El Tambo	Paraguacito	La Catalina	Líbano	Naranjal	El Rosario	Santander	Pueblo Bello	PAG	VEC	CCE	SOA	COE	DIT	SPC
TOTAL															
Adaptación de cruza simples subtropicales por tropicales de maíces blancos y amarillos			22												22
Conversión de líneas de maíz blancas a amarillas		1													1
Formación de híbridos sencillos, para producción semicomercial de híbridos triples experimentales		1													1
Incremento de líneas comerciales y experimentales y formación de híbridos amarillos y blancos		1													1
Selección de familias en ICA V305		1													1
Incremento blanco de germoplasma		2													2
Selección de familias en ICA V304		1													1
Formación de híbridos experimentales amarillos a través de polinización controlada		1													1
Conversión de líneas blancas a amarillas con polinización controlada		1													1
Respuesta del maíz a la aplicación fraccionada de nitrógeno		1													1
Evaluación híbridos blancos de maíz.				3											3
Evaluación de híbridos comerciales de maíz							1								1
DIVULGACION Y TRANSFERENCIA															
Atención de visitantes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
TOTAL	11	43	45	25	82	13	19	12	135	15	14	1	33	8	52

Tabla 11. Número de investigaciones por áreas clave-Subestaciones Experimentales - Oct 05-Sep 06

SUBESTACIÓN	ÁREAS CLAVE (N°Investigaciones)						
	Productividad Agronómica	Viabilidad Económica	Calidad y Cafés Especiales	Sostenibilidad Ambiental	Conocimiento Estratégico	Divulgación y Transferencia	Sistemas de Producción Complementarios
El Tambo	7	4	2	3	1	4	2
Paraguacito	10	0	2	2	3	0	25
La Catalina	1	9	1	2	1	1	0
Líbano	22	2	0	1	0	1	11
Naranjal	61	8	3	0	18	1	1
El Rosario	2	0	0	1	7	0	2
Santander	9	0	2	2	2	1	2
Pueblo Bello	4	0			2	1	0
TOTAL	116	23	10	11	5	9	43

Tabla 12. Actividad investigativa en las Subestaciones Experimentales de Cenicafé Octubre 2005-Septiembre 2006

SUBESTACIÓN	NÚMERO DE EXPERIMENTOS EN CAFE					NÚMERO DE EXPERIMENTOS EN ASPECTOS COMPLEMENTARIOS						TOTAL
	Terminados	Suspendidos	Eliminados	Vigentes	Nuevos	Plátano	Maíz	Macadamia	Forestales	Ganadería	Otros	
El Tambo	0	0	0	7	1	0	0	0	1	0	2	11
Paraguacito	3	0	0	12	5	0	22	0	2	0	0	44
La Catalina	4	0	0	4	9	0	22	0	0	0	0	39
Líbano	2	0	0	8	0	0	3	0	1	0	0	14
Naranjal	1	0	0	59	8	0	0	0	2	0	1	71
El Rosario	2	0	0	10	1	0	1	0	1	0	0	12
Santander	4	0	0	11	0	0	1	0	1	1	0	18
Pueblo Bello	1	0	0	4	1	0	0	0	1	0	1	8
TOTAL	17	0	0	115	25	0	49	0	9	1	4	217

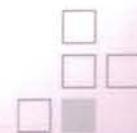


Tabla 13. Número experimentos vigentes en las Subestaciones Experimentales por Programas y Disciplinas. Octubre de 2005-Septiembre 2006

LOCALIDAD	AGRONOMÍA			BIOLOGÍA			POSCOS		ETIA		APOYOS			CONVENIOS		EXP				FINCAS				TOTAL		
	FIT	SUE	ENT	FIS	MEG	PAT	ING	ETI	ACL	BIO	ECO	SUB	SUE	FIT	FIS	ETI	OTRO	EXPTOS	SUB	SUE	FIT	FIS	ETI	OTRO	EXPTOS	
																										EXP
El Tambo	3	2			2			1	1										1		1					11
Paraguaicito	0	4	1	1	5	1	1	3	2	0	0							22		1						41
La Catalina	1	1	2		1		7		1									22								35
Líbano	3	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0							3	10	1	0	0	1	1		23
Naranjal	5	5		1	42	4	3	3	1	2	3								1							70
El Rosario	3	1	1		3	2														1	1					12
Santander	1	1	0	0	8	1	0	1	1	0	0							1	3	0	1	0	0	0		18
Pueblo Bello	1	1			3			1	1																	7
Subtotal	17	15	4	2	67	8	11	9	8	2	3	15	3	3	0	1	1	48	15	3	3	0	1	1		217
TOTAL	32		81				11	9	13			15	8	8			48	15	8							

Producción de semillas de variedades de café mejoradas

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

Inicialmente se han liberado las siguientes Variedades Castillo® Regionales:

Variedad Castillo® El Rosario: Para divulgación en el departamento de Antioquia y en ciertas zonas de los departamentos de Caldas y Risaralda.

Variedad Castillo® Naranjal: Para divulgación en ciertas zonas de los departamentos de Risaralda, Valle del Cauca, Quindío y Caldas.

Variedad Castillo® Paraguaicito: Para divulgación en los departamentos del Quindío y Valle del Cauca.

Variedad Castillo® La Trinidad: Para divulgación en los departamentos del Tolima y Huila

Variedad Castillo® Pueblo Bello: Para divulgación en los departamentos de Cesar-Guajira-Magdalena y Norte de Santander

Variedad Castillo® Santa Bárbara: Para divulgación en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá.

Variedad Castillo® El Tambo: Para divulgación en los departamentos de Cauca y Nariño.

Durante el período del informe se hicieron las primeras entregas de semilla de las variedades Castillo® regionales y además se iniciaron 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 certificadas de las Variedades Castillo® Naranjal, y de las variedades Caturra, San Bernardo, Maragogipe, Típica, Borbón y Tabi.

Parque productivo actual: En la Tabla 14 se registra la población actual de plantas para las Subestaciones con capacidad para la multiplicación de la semilla (Estación Central Naranjal, El Rosario, La Trinidad, Santander y la Finca Maracay). Incluyendo a la Finca Maracay, se tiene un parque productivo de 407.290 plantas, de las cuales 307.630 (75,5%) son de Variedad Castillo®; 50.827 (12,5%) corresponden a las Variedades Castillo® regionales; sin embargo, cerca del 30% del parque de Variedad Castillo® también podrá ser utilizado para la obtención de semilla regional. Se tienen además, 16.452 (4%) plantas de la variedad Tabi; 33.300 (8,2%) corresponden a plantas para semilla certificada; y 9.400 (2,3 %) son plantas para la obtención de semilla de Variedad Castillo® orgánica certificada.

En la Estación Central Naranjal, se tienen 124.420 (40,4%) plantas de Variedad Castillo®; 73.633 (23,9 %) en el Líbano; 20.715 (6,7 %) en Santander y 28.302 (9,2%) en El Rosario. En la finca Maracay se tienen 60.700 (19,7%) plantas.

Producción de semilla variedad Castillo® y variedades Castillo® regionales: En la Tabla 15 se puede observar la producción de semilla en las Subestaciones Experimentales. Durante el 2005-2006, se produjeron 47.174,5kg de Variedad Castillo®; 8.814,5kg de las Variedades Castillo® regionales. Esta semilla se entregó en su totalidad a los caficultores.

Producción de semilla de la variedad Tabi. De la variedad Tabi solamente hubo demanda para 928kg.

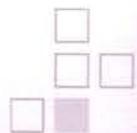


Tabla 14. Parque productivo semilla 2006 - 2007

Localidad	TIPO SEMILLA	Estado vegetativo y año de intervención	Área semilla (ha)	Total tallos 2006	Total Tallos en producción 2006	Total tallos 2007	Total Tallos en producción 2007	Producción cps estimada 2007	Producción Semilla estimada 2007
LÍBANO	CASTILLO	Calaveras 02-06	2,9	21.927	21.927	21.927	21.927	5.482	3.837,2
LÍBANO	CASTILLO	SIEMBRA 06-05	3,9	35.814	0	35.814	0	0	0,0
LÍBANO	CASTILLO	SIEMBRA 05-05	0,6	5.712	0	5.712	5.712	1.142	799,7
LÍBANO	CASTILLO	SIEMBRA 11-04	1,1	10.180	0	10.180	10.180	2.036	1.425,2
Subtotal			8,5	73.633,0	21.927,0	73.633,0	37.819,0	8.660,2	6.062,1
MARACAY	CASTILLO	ZOCA 02-05	1,0	11.160	11.160	11.160	11.160	3.348	2.343,6
MARACAY	CASTILLO	ZOCA 02-04	3,5	33.696	33.696	33.696	33.696	10.109	7.076,2
MARACAY	CASTILLO	ZOCA 02-03	1,7	15.904	15.904	15.904	15.904	4.771	3.339,8
Subtotal			6,2	60.760	60.760	60.760	60.760	18.228	12.760
NARANJAL	CASTILLO	ZOCA 02-06	4,37	36.199	0	0	36.199	7898	5.529
NARANJAL	CASTILLO	ZOCA 12-04	2,9	2.921	2.921	2.921	2.921	637	478
NARANJAL	CASTILLO	ZOCA 03-05	4,1	21.374	21.374	21.374	21.374	6412	4.809
NARANJAL	CASTILLO	SIEMBRA 06-06	0,77	3.438	0	0	0	0	0
NARANJAL	CASTILLO	SIEMBRA 07-05	0,31	1.822	1.822	1.822	1.822	547	410
NARANJAL	CASTILLO	SIEMBRA 12-04	0,73	2.705	2.705	2.705	2.705	812	609
NARANJAL	CASTILLO	SIEMBRA 11-03	1,12	4.476	4.476	4.476	4.476	1.343	1.007
NARANJAL	CASTILLO	SIEMBRA 12-02	0,34	2.240	2.240	2.240	2.240	448	336
NARANJAL	CASTILLO	SIEMBRA 08-01	5,9	49.045	49.045	49.045	34.000	10.200	7.650
Subtotal			20,54	124.220	84.583	84.583	105.737	28.297	20.828
EL ROSARIO	Castillo Rosario	SIEMBRA 05-06	0,50	5.553	0	5.553	5.553	1.111	833,0
EL ROSARIO	Castillo	ZOCA 02-06	0,60	6.501	0	6.501	6.501	1.950	1.462,7
EL ROSARIO	Castillo	ZOCA 01-05	0,62	3.001	3.001	3.001	3.001	900	675,2
EL ROSARIO	Castillo	ZOCA 01-04	0,61	2.994	2.994	2.994	2.994	898	673,7
EL ROSARIO	Castillo	SIEMBRA 02-03	0,61	1.863	1.863	1.863	1.863	559	419,2

Continua...

...Continuación

Localidad	TIPO SEMILLA	Estado vegetativo y año de intervención	Area semilla (ha)	Total tallos 2006	Total Tallos en producción 2006	Total tallos 2007	Total Tallos en producción 2007	Producción cps estimada 2007	Producción Semilla estimada 2007
EL ROSARIO	CASTILLO	ZOCA 01-03	0,64	2.890	2.890	2.890	2.890	867	650,3
EL ROSARIO	CASTILLO	SIEMBRA 01-02	0,38	5.500	5.500	5.500	5.500	1.650	1.237,5
	Total		3,96	28302,00	16248,00	28302,00	28302,00	7935,30	5951,48
SANTANDER	CASTILLO	SIEMBRA 01-99	0,68	6.270	6.270	6.270	0	0	0,0
SANTANDER	CASTILLO	SIEMBRA 02-99	0,46	4.576	4.576	4.500	0	0	0,0
SANTANDER	CASTILLO	SIEMBRA 02-04	0,44	3.350	0	2.921	2.921	876	657,2
SANTANDER	CASTILLO	SIEMBRA 02-05	0,98	6.519	0	6.159	6.159	1.848	1.385,8
Subtotal			2,56	20715	10846	19850	9080	2724	2043
TOTAL	CASTILLO		41,73	307.630	194364	267128	241698	65844,45	47644,03
SANTANDER	CASTILLO Orgánico	SIEMBRA 05-01	0,3	2.800	0	2800	2.800	560	392,0
Subtotal	CASTILLO Orgánico		0,3	2.800	0	2800	2.800	560	392
SANTANDER	TABI	SIEMBRA 02-98	0,82	2.085	2.085	2.085	2085	1800	1300
SANTANDER	TABI	SIEMBRA 02-04	0,23	615	0	615	615	500	350
NARANJAL	TABI	SIEMBRA 06-05	3,18	8480	0	0	8480	3533	2.650
NARANJAL	TABI	SIEMBRA 06-04	0,85	2252	2252	2252	2252	938	704
LIBANO	TABI	SIEMBRA 04-05	0,2	1.020	1.020	1.020	1.020	425	319
PUEBLO BELLO	TABI	ZOCA 03-02	0,75	2000					
SANTANDER	TABI orgánico	SIEMBRA 04-2	0,36	950	0	969	969	500	350
Subtotal	TABI		6,39	17.402,00	5.357,00	6.941,00	15.421,00	7.696,00	5.672,00

Continúa...

...Continuación

Proyectos Nuevos

Subestaciones Experimentales	Tipo de semilla	Estado vegetativo y año de intervención	Área semilla (ha)	Total tallos 2006	Total Tallos en producción 2006	Total tallos 2007	Total Tallos en producción 2007	Producción cps estimada 2007	Producción Semilla estimada 2007
NARANJAL	CASTILLO Naranjal	SIEMBRA 06-06	2,19	9721	0	9721		0	0
NARANJAL	CASTILLO El Rosario	SIEMBRA 06-06	2,09	9268	0	9268		0	0
NARANJAL	CASTILLO Paraguaicito	SIEMBRA 06-06	2,26	10028	0	10028		0	0
NARANJAL	CASTILLO La Trinidad	SIEMBRA 07-06	0,77	3438	0	3438		0	0
NARANJAL	CASTILLO Santa Bárbara	SIEMBRA 07-06	1,1	4903	0	4903		0	0
NARANJAL	CASTILLO Pueblo Bello	SIEMBRA 07-06	0,77	3429	0	3429		0	0
NARANJAL	CASTILLO Tambo	SIEMBRA 06-06	1,1	4487	0	4487		0	0
Subtotal			10,28	45274	0	45274		0	0
NARANJAL	CASTILLO Certificada	SIEMBRA 08-06	1,1	6.600	0	6.600	0	0	0
NARANJAL	CATURRA Certificada	SIEMBRA 08-06	1,2	7000	0	7000	0	0	0
NARANJAL	TABI - Certificada	SIEMBRA 10-06	1,5	6.500	0	6.500	0	0	0
NARANJAL	TÍPICA Certificada	SIEMBRA 08-06	1,5	6600	0	6600	0	0	0
NARANJAL	BORBÓN Certificada	SIEMBRA 08-06	1,5	6600	0	6600	0	0	0
NARANJAL	MARAGOIPE Certificada	SIEMBRA 07-01	1,5			6500	0	0	0
NARANJAL	SAN BERNARDO Certificada	SIEMBRA 07-01	1,2			6600	0	0	0
SANTANDER	TÍPICA ORGÁNICO	SIEMBRA 05-2	0,1	259	0	250	250	100	70
SANTANDER	BORBÓN ORGÁNICO	SIEMBRA 06-2	0,1	0	0	190	0	0	0
SANTANDER	CATURRA ORGÁNICO	SIEMBRA 05-2	0,1	625	0	625	0	0	0
Subtotal			9,80	34.184,00	0	47.465	250	100	70
TOTAL			20,08	79.458	0	92.739	250	100	70

Tabla 15. Producción de semilla (kg cp) durante el período Octubre 2005- Septiembre 2006

SUBESTACIÓN	VARIEDAD CASTILLO kg	CASTILLO REGIONAL kg	VARIEDAD TABI kg
Rosario	6.289,5		
Libano	1.938,0		
Santander	2.013,5		788,0
Maracay	15.625,5		
Naranjal Castillo	20.867,0	8.814,5	
La Catalina	441,0		
Pueblo Bello			140,0
TOTAL	47.174,5	8.814,5	928,0

Estimativos de producción de semilla para el año 2007. En la Tabla 16 se tiene una estimación de la cantidad de semilla convencional y regional que se podría producir para el año 2007, la cual se calcula en aproximadamente 36.000kg de Variedad Castillo® convencional y 11.000kg de Variedades Castillo® regionales. En el caso de variedad Tabi se estima una producción de 5.000kg.

Distribución de semilla. En las Tablas 17, 18, 19 y 20 se discrimina por Comités de Cafeteros, la entrega de semilla durante octubre de 2005 y septiembre de 2006. Se entregaron 47.175,5kg de Variedad Castillo®, 8.864,5kg

de Variedades Castillo® regional y 928kg de variedad Tabi.

Antioquia, Cauca, Valle, Caldas, Tolima, Cundinamarca y Santander fueron los mayores consumidores de Variedad Castillo®, mientras que Cundinamarca, Norte de Santander y Cesar-Guajira lo fueron para Tabi.

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

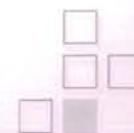
Variedad Castillo® Naranjal: 2.302,5kg (Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca)

Variedad Castillo® El Rosario: 1.892,5kg (Antioquia, Caldas y Risaralda)

Tabla 16. Producción estimada de semilla Variedad Castillo para el año 2007

SUBESTACION	DISTRIBUCIÓN COSECHA		VARIEDAD CASTILLO CONVENCIONAL kg			VARIEDAD CASTILLO REGIONAL kg			TABI kg			TABI ORGÁNICA kg		
	1S %	2S %	1S	2S	TOTAL	1S	2S	TOTAL	1S	2S	TOTAL	1S	2S	TOTAL
Rosario	30	70	1.800	4.200	6.000									
Libano	40	60	2.400	3.600	6.000									
Santander	40	60	800	1.200	2.000				400	600	1.000		350	350
Naranjal	20	80	2.000	8.000	10.000	2.200	9.800	11.000	700	2.800	3.500			
Pueblo Bello	5	95					100			500	500			
Maracay	40	60	4.800	7.200	12.000									
TOTAL			11.800	24.200	36.000	2.200	9.900	11.000	1.100	3.900	5.000	0	350	350

1S = Primer semestre
2S = Segundo semestre



Variedad Castillo® Paraguaicito: 2.140,0kg (Quindío y Valle)
 Variedad Castillo® La Trinidad: 625,5kg (Tolima)
 Variedad Castillo® Santa Bárbara: 1.312,5kg (Cundinamarca y Boyacá)
 Variedad Castillo® Pueblo Bello: 231kg (Cesar-Guajira, Norte de Santander y Magdalena)

Variedad Castillo® El Tambo: 310,5kg (Cauca y Nariño)

En la Tabla 21 se hace un comparativo de la demanda de semilla de Variedad Castillo® para los años cafeteros 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 y lo corrido de 2006. Se observa con relación al año anterior, un incremento de la oferta en cerca de 20.000kg (36,5%).

Tabla 17. Distribución de semilla de variedades Castillo a los Comités de cafeteros. Oct. 2005 - Sep. 2006

COMITÉ/ OTROS	2005		2006									TOTAL
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
Antioquia	1.400,0	614,0	2.570,0	1.051,5	1.650,0	540,0	180,0	150,0	43,5	682,0	410,0	10.292,0
Boyacá				240,0			6,0					312,0
Caldas	841,5	498,0	303,0	1.140,0	300,0	300,0	298,5	481,0	303,0	160,5	672,0	5.596,0
Cauca	699,0		385,5	997,5	691,5	555,0	289,5	198,0	46,5	199,5	96,0	4.459,5
Cesar-Guajira	399,0			286,5				10,5	4,5	7,5	403,5	1.512,0
C/marca	829,5		300,0	1.530,0	129,0		184,5	99,0	70,5	552,0	118,5	3.904,5
Huila	774,0			844,5	300,0	300,0	190,5		90,0	150,0	180,0	2.929,5
Magdalena	150,0	15,0		337,5		100,5			4,5	81,0	399,0	1.503,0
Nariño	100,5			600,0	300,0	150,0	84,0	15,0	37,5	18,0		1.405,5
Norte Santander	699,0			603,0	255,0			13,5	6,0	7,5	210,0	2.017,5
Quindío	720,0	229,5		1.233,0	0,0	300,0	243,0	435,0	558,0	36,0	334,5	4.239,0
Risaralda	660,0		249,0	501,0	150,0	249,0	145,5	588,0	133,5	286,5	198,0	3.160,5
Santander	528,0	694,5	163,5	795,5	277,5							2.523,5
Tolima	349,5	739,5		2.071,5	91,5	49,5	886,5	571,5	78,0	78,0	513,0	5.529,0
Valle	1.413,0			2.631,0	399,0		93,0	309,0	195,0	349,5	520,5	5.910,0
Oficina Enlace (Caq, Cas, Meta)	252,0	60,0					120,0					432,0
Otros	82,5	25,5	19,5	20,5	3,0		16,5			30,0	36,0	263,5
TOTAL	9.897,5	2.876,0	3.990,5	14.883,0	4.546,5	2.664,0	2.617,5	2.870,5	1.570,5	2.638,0	4.091,0	55.989,0
	16.117,5		39.871,5									55.989,0

Tabla 18. Distribución de semilla de variedades Castillo a los Comités de cafeteros. Oct. 2005 - Sep. 2006

COMITÉ - OTROS	Castillo Oct -Dic 2005	Castillo 2006	Castillo Regional 2006	Total Semilla Castillo Oct 05-Sep 06
Antioquia	3.015	5.813,0	1.464	10.292
Boyacá	66	120	126	312
Caldas	1.638	2.971,5	983,5	5.593
Cauca	1.000,5	3.219,0	240	4.459,5
Cesar-Guajira	799,5	634,5	78	1.512
Cundinamarca	921	1.800,0	1.183,5	3.904,5
Huila	874,5	2.055,0	0	2.929,5
Magdalena	580,5	858,0	64,5	1.503
Nariño	201	1.134,0	70,5	1.405,5
Norte Santander	922,5	1.006,5	88,5	2.017,5
Quindío	1.099,5	1.668,0	1.471,5	4.239
Risaralda	660	1.831,5	669	3.160,5
Santander	1.287	1.236,5	0	2.523,5
Tolima	1.189,5	3.714,0	625,5	5.529
Valle	1.413	2.830,5	1.666,5	5.910
Oficina Enlace (Caq, Cas, Meta)	312	120,0	0	432
Otros	138	45,0	83,5	266,5
TOTAL	16.117,5	3.1057	8.814,5	55.989,0
	47.174,5		8.814,5	55.989,0

Tabla 19. Distribución de semilla de variedades Castillo a los Comités de cafeteros. Oct. 2005 - Sep. 2006

COMITÉ / OTROS	Castillo Naranjal 2006	Castillo Rosario 2006	Castillo Paraguaicito 2006	Castillo Trinidad 2006	Castillo Sta Bárbara 2006	Castillo Pueblo Bello 2006	Castillo El Tambo 2006	Total Castillo Regional 2006
Antioquia		1.464						1.464
Boyacá					126			126
Caldas	703,5	2.60,5						983,5
Cauca							240	240
Cesar-Guajira						78		78
Cundinamarca					1.183,5			1.183,5
Huila								0
Magdalena						64,5		64,5
Nariño							70,5	70,5
Norte Santander						88,5		88,5
Quindío	400,5		1.071,0					1.471,5
Risaralda	501	168						669
Santander								0
Tolima				625,5				625,5
Valle	627		1.039,5					1.666,5
Oficina Enlace (Caq, Cas, Meta)								0
Otros	70,5		29,5		3			83,5
TOTAL	2.302,5	1.892,5	2.140	625,5	1.312,5	231	310,5	8.814,5

Tabla 20. Distribución de semilla de variedad Tabi a los Comités de cafeteros. Oct. 2005 - Sep. 2006

COMITÉ / OTROS	2005			2006									TOTAL
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
Antioquia													
Boyacá					30,0								30,0
Caldas													
Cauca					45,0								45,0
Cesar-Guajira					145,0								145,0
Cundinamarca						260,0							260,0
Huila													
Magdalena		50,0			122,5								172,5
Nariño					65,0								65,0
Norte Santander					72,5								72,5
Quindío													
Risaralda											20,0		20,0
Santander	115,0												115,0
Tolima													
Valle													
Oficina Enlace (Cag, Cas, Meta)													
Gerencia Técnica													
Otros		3,0											3,0
TOTAL	115,0	53,0	0,0	0,0	480,0	260,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	928,0

Tabla 21. Comparativo de distribución de semilla Octubre 2005 – Septiembre 2006

TIPO DE SEMILLA	OCT 2000 - SEP 2001	OCT 2001 - SEP 2002	OCT 2002 - SEP 2003	OCT 2004 - SEP 2005	OCT 2005 - SEP 2006
Variedades Colombia y Castillo	37.693,5	27.828,0	30.374,5	33.666,5	55.989,5
TABI	1588,5	990,5	1642,0	2.464,0	928,0
TOTAL	39.282,0	28.818,5	32.016,5	36.130,5	56.917,5

Investigación en maíz

Proyecto maíz de la zona cafetera: convenio Federacafé – Cimmyt – Fenalce. En las Subestaciones se viene colaborando con la investigación de nuevas variedades e híbridos

de maíz del convenio Fenalce – CIMMYT – FEDECAFÉ (Tabla 22). Se ha identificado seis híbridos amarillos, y al menos uno de ellos, podría liberarse comercialmente luego de realizarse las pruebas de eficiencia en el 2007.

Tabla 22. Investigaciones en Maíz en las subestaciones. Oct-05-sep 06

Subestación	Título Investigación	Descripción Investigación	Nº Ensayos	Patrocinador
PARAGUAICITO	Investigación de maíces zona cafetera Colombiana	Evaluación de cultivares maíces CIMMYT	7	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Investigación de maíces zona cafetera Colombiana	Evaluación de líneas maíces CIMMYT	5	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Conversión de líneas de maíz blancas a amarillas	1	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Formación de híbridos sencillos, para producción semicomercial de híbridos triples experimentales	1	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Incremento de líneas comerciales y experimentales y formación de híbridos amarillos y blancos	1	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Selección de familias en ICA V305	1	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Incremento banco de germoplasma	2	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Selección de familias en ICA V304	1	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Formación de híbridos experimentales amarillos a través de polinización controlada	1	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Conversión de líneas blancas a amarillas con polinización controlada	1	FENALCE-CIMMYT
PARAGUAICITO	Apoyo al programa de Fitomejoramiento de maíces	Respuesta del maíz a la aplicación fraccionada de nitrógeno	1	FENALCE-CIMMYT
LA CATALINA	Ensayos maíz z.c	Búsqueda de híbridos y variedades promisorios para z.c	22	CIMMYT
LÍBANO TRINIDAD	Evaluación de híbridos experimentales del CIMMYT para la Zona Cafetera	Evaluación de Híbridos y Sintéticos blancos y amarillos	9	CIMMYT-FEDERACAFE
EL ROSARIO	Respuesta del maíz al fraccionamiento de la fertilización nitrogenada		1	CIIMYT
EL ROSARIO	FIT-1804: 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.)	Tres fechas de siembra de frijol voluble con relación a la siembra del maíz. Se tienen cuatro tipos de tutorado para el frijol: maíz regional, maíz ICA V 305, híbrido experimental de maíz y tutor muerto	1	FEDERACAFE
SANTANDER	Evaluación agronómica de dos híbridos de maíz	Comparación de la producción de dos híbridos de maíz (FNC 3054 y FNC 3056)	1	FENALCE
TOTAL			56	

Dentro de estos seis híbridos, algunos son de cruzamientos simples y otros de cruzamientos triples, generados durante este semestre. Adicionalmente, se está incrementando la semilla de los progenitores de estos híbridos. Se espera que en febrero del 2007 se cuente con la semilla suficiente para sembrar las parcelas de validación conforme con las exigencias del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Las parcelas de validación deberán sembrarse en el primer semestre del 2007 y según los resultados se seleccionarán los híbridos a ser liberados. El potencial de rendimiento de estos híbridos amarillos está alrededor de 10t/ha.

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 6.785 visitantes, de los cuales el mayor número visitó las subestaciones de El Líbano (1.823) y La Estación Central Naranjal (1.017). Otra actividad de transferencia importante estuvo relacionada con la colaboración en ocho días de campo, en los cuales participaron 672 personas (Tablas 23, 24 y 25).

Transferencia de resultados

Una de las actividades más importantes de las Subestaciones es servir como centro regional

Tabla 23. Participantes en las actividades de difusión de los resultados de las investigaciones a nivel regional. Octubre 2005-Sep 2006

Subestación	Estudiantes	Docentes	Agricultores	Técnicos	Comité	Otros	Total	Giras	Personal Cenicafe	Día campo	Ferías
El Tambo	179	8	429	15	123	125	879	23	16	4	
Paraguaicito	113	9	45	10	27	12	216	5	126	1	
La Catalina	86	6	101	245	28	19	485	5	224	1	
Líbano	117	34	1387	87	178	20	1823	16	20	0	1
Naranjal	272	2	564	26	153		1017	31	341	2	
El Rosario	542	141	75	35	26	6	825	35	45	10	
Santander	294	11	513	5	5	0	828	19	11	4	
Pueblo Bello	163	42	368	16	28	95	712	18	9	1	
TOTAL	1.766	253	3.482	439	568	277	6.785	152	792	23	

Tabla 24. Días de campo . Octubre 2005-Septiembre 2006

Subestación	Actividad	No. de Participantes	Patrocinadores
El Tambo	Tecnología cultivo del maíz	200	Comitecafe Cauca y FENALCE Municipio Sucre Cauca
	Renovación cafetales y tecnología cultivo del maíz	400	Comitecafe Cauca y FENALCE Mpio Popayán
	Sistemas renovación cafetales	100	Comite Cafeteros del Cauca Mpio El Tambo
	Elecciones cafeteras	200	Comite Cafeteros del Cauca Mpio Timbio
Paraguaicito			
La Catalina	Presentación al Servicio de Extensión del Comité de Cafeteros de Risaralda el proyecto MEG 0279	25	Genicafé - Disciplina de Mejoramiento Genético
Líbano			
El Rosario	Tecnología del cultivo del café	140	Comité de Cafeteros - FUNDECAFE
Santander	Conformación de estaciones temáticas (café, maíz, hortalizas, abonos) para grupos del Programa de Seguridad Alimentaria del Comité	352	Comitecafé Santander, Fenalce, Sena, Gobernación
Pueblo Bello	Presentación resultados de Investigación en la Subestación Pueblo Bello	180	Comité de Cafeteros Cesar Guajira
TOTAL		672	

Tabla 25. Temas tratados en las actividades de difusión de los resultados de las investigaciones a nivel Regional. Oct 05 - Sep 06

Subestación	Beauveria	Beneficio T	Becolsub	Lombric	Exptos Café	Broca	Admon	V Castillo	Rec Nties	Selector	Ganadería	Café Orgánico	Maíz
El Tambo	X	X	X	X	X	X	X	X					
Paraguaicito		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
La Catalina	X			X	X	X		X		X			X
Líbano		X	X	X	X	X		X		X			X
Naranjal				x	x	x		x		x		x	
El Rosario	X		X		X	X	X	X	X	X	X		X
Santander	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pueblo Bello	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	

■ V. Controladores Biológicos y Biodiversidad

Validación de un control biológico para el volcamiento en germinadores. 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 cuatro fincas cafeteras y en la Estación Central Naranjal, tanto en germinadores de guadua como de cemento. Los tratamientos (testigo absoluto, Tricho-D y Tiabendazol) con tres repeticiones/tratamiento, se distribuyeron en bloques al azar en todas las fincas, con evaluaciones a los 75 y 80 días después de sembradas las semillas. La incidencia promedio de la enfermedad en las semillas que no se trataron fue de 21%, mientras que con el producto químico fue de 10,9 y 9,6% con la aplicación de *T. harzianum*, que mostró un efecto protector. El uso de *T. harzianum* (Tricho-D) en el manejo de germinadores de café asegura la protección de la semilla contra la enfermedad más importante en esta etapa del cultivo. El fungicida Previcur SL (Propamocarb hidrócloro) utilizado para la desinfección de germinadores de café contra *Rhizoctonia solani*, resultó ser tóxico en las plántulas en estado de fósforo. El inóculo comercial de micorrizas arbusculares "Micorrizafer" con predominio de esporas del género *Acaulospora* spp., mostró bajos niveles de colonización radical en café y de este modo no fue eficiente para estimular el crecimiento de los cafetos.

Reducción de llaga negra mediante control biológico. Se evaluó el efecto del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* (formulado como Tricho-D) en el ataque de *Rosellinia*

bunodes, con una concentración de 10g de producto comercial/L de agua (20ml/bolsa) inmediatamente antes de la siembra de las chapolas de café (Variedad Colombia) en dos tipos de suelos contrastantes en sus condiciones físico-químicas (Unidad Chinchiná y Unidad Guamal). Los tratamientos consistieron en inoculaciones del patógeno 30 y 60 días después del antagonista. Los dos tipos de suelo mostraron diferencias estadísticas significativas con respecto a la presencia de la enfermedad y el crecimiento de las plantas. En la unidad Chinchiná se obtuvieron los mayores beneficios en el crecimiento de las plantas, pero igualmente la mayor patogenicidad de *R. bunodes*, con infecciones en los testigos de 65 y 40%. En los tratamientos las infecciones fueron de 35 y 20% para los dos tiempos, con disminuciones de la enfermedad del 50% cuando se comparó con los testigos de referencia. Igualmente, se detectaron diferencias significativas en el crecimiento de las plantas, entre los tratamientos donde se inoculó *T. harzianum* más el patógeno (30 y 60 días después), con valores en el peso seco aéreo de 2,0g y 1,8g, respectivamente, en comparación con 1,1g del testigo absoluto. En la Unidad Guamal, las plantas tuvieron baja infección en el testigo de referencia inoculado a los 30 días (5%) y no se registró la enfermedad en el otro testigo. Allí las plantas tuvieron un escaso crecimiento y no mostraron diferencias entre tratamientos. En los tratamientos donde se aplicó *T. harzianum*, y para los dos suelos, fue incontable el crecimiento del hongo (dilución 10^{-3}), en comparación con los tratamientos donde no se aplicó el hongo, pero donde se tuvo presencia de *Trichoderma* nativo, de escaso crecimiento. Se determinó que *T. harzianum* se establece en diferentes tipos de suelo, limitando la patogenicidad de *R. bunodes* en condiciones que fueron favorables para el desarrollo de este hongo patógeno.

■ VI. Mejoramiento Genético

Selección por resistencia incompleta a la roya del café. MEG 0200. Se han desarrollado métodos eficientes y repetibles para la medida de la resistencia incompleta, que se manifiesta cuando la resistencia completa es vencida por la aparición de razas complementarias del patógeno. Con esos métodos se ha caracterizado por su reacción a la roya y por sus atributos agronómicos un numeroso germoplasma de interés, particularmente derivado de Caturra X Híbrido de Timor. Otro de los objetivos de este proyecto es el de determinar si la resistencia remanente que se hace visible cuando ocurre el fenómeno de “quiebra de la resistencia completa” es de naturaleza cuantitativa. Este atributo es determinante para la duración de la resistencia a la enfermedad.

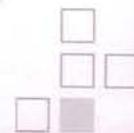
Para cumplir con el logro de este propósito, en un experimento anterior, se seleccionó por su elevado nivel de resistencia incompleta y atributos agronómicos sobresalientes, la progenie F4 DQ.952, que procede del híbrido H.3005: Caturra rojo – L.420 X Híbrido de Timor CIFC #1343 (Mezcla de polen), cuya F3 se identifica como: B.1105. En ella el progreso de la roya durante el período abril a octubre mostró los siguientes valores 1,9; 7,2; 3,9 y 1,9%, en contraste con la variedad Caturra que durante el mismo tiempo de observación mostró el siguiente avance de la enfermedad: 59,9; 62,9 y 44,6%, la lectura correspondiente al mes de octubre no pudo hacerse porque la defoliación alcanzó el 100% en la región productiva de las plantas, donde se realizó la medida del progreso de la enfermedad.

Para determinar si la naturaleza de la resistencia incompleta a la roya existente en dicha planta es cuantitativa, mediante cruzamiento entre ella con la variedad Caturra se crearon ocho generaciones. Para el efecto se tomó la planta

DQ.952 identificada como P2, seleccionada por su elevado nivel de resistencia incompleta y atributos agronómicos deseables, y localizada en el lote “Árboles Sobresalientes III”. La variedad Caturra ubicada en el lote “Caturra autofecundado”, se denomina P1. Por cruzamiento se desarrollaron las seis restantes generaciones que se identificaron como F1, F2, F3, F1RC1, F1RC2 y F1RC11. En un experimento de campo, durante cuatro cosechas se registró sobre dichas poblaciones el progreso de la roya y la defoliación. Su análisis mediante el método de medias generacionales ampliado para incluir los parámetros de interacción génica: aditivo x aditivo, aditivo x dominante y dominante x dominante, además de la media poblacional, y efectos aditivos y dominantes de los genes involucrados en su expresión, permitió determinar que se trata de una herencia compleja, que sólo se explica por los modelos que involucran a la totalidad de parámetros genéticos considerados, lo que refuerza la naturaleza cuantitativa de esta resistencia de expresión postinfectiva.

El objetivo final de este proyecto es recombinar materiales previamente seleccionados por su valor como fuentes de resistencia incompleta a la enfermedad y de ellos seleccionar progenies de interés que combinen la resistencia existente en otros recursos genéticos, como las introducciones de origen Etíope con las resistencias a diferentes enfermedades, además de la roya que posee la población Híbrido de Timor. Para el logro de ese propósito, en el Experimento MEG0232, se evalúan las primeras generaciones (F1, F2 y F3) de estas recombinaciones de inmenso valor. En el mismo, se han hecho selecciones en 308 F1, y de ellas se han elegido para evaluación en F2, 60 de estos cruzamientos. Existen 79 nuevas F1 para avanzar a la F2.

Mejoramiento por hibridación interespecífica en café. MEG 0600. El objetivo de este proyecto es desarrollar poblaciones tetraploides



fértiles con caracteres deseables, principalmente de resistencia, de las especies diploides.. Se presenta y analiza el experimento Meg 0653, en el cual se evaluaron 12 progenies F_3RC_1 provenientes de selecciones hechas en los experimentos MEG 0636 y MEG 0639 y cinco progenies F_2RC_1 , de otros experimentos; todas excepto una son derivadas de cruzamientos con diversas introducciones de *C. canephora*, especie que principalmente le aporta la resistencia a la roya y que eventualmente aporta resistencia a la enfermedad de los frutos del café (CBD), o genes de productividad. El experimento se inició en febrero de 1998 y finalizará en diciembre de este año. Durante su desarrollo se evaluaron las plantas en el almácigo, donde se hizo selección entre plantas dentro de progenies, pues en general las progenies mostraron buen comportamiento, con pocas plantas anormales y con mal desarrollo. En el campo se evaluaron diferentes caracteres agronómicos, de resistencia principalmente a roya, de calidad del grano y de productividad. Como testigos se sembraron las variedades Colombia roja y amarilla y Caturra, a esta última se le realizó control permanente de roya.

Los resultados muestran que en general las progenies conservan alta resistencia a la roya. Después de 12 evaluaciones hechas semestralmente del 2000 al 2005, el 13% de las plantas no mostraron roya y la media y la moda para la calificación máxima de las evaluaciones en la escala de Eskes y Braghini, fueron de 3 y 4, respectivamente, lo cual indica una alta resistencia, mientras que en la Variedad Caturra, aún con control de roya, las calificaciones máximas estuvieron entre 5 y 7. El crecimiento y el vigor de las progenies, medidos por la altura de planta, el número de cruces y el diámetro de la copa a los 15 y a los 24 meses de sembrado en el campo, no difirió del testigo Caturra. Las evaluaciones de los caracteres del fruto, medidas en la cosecha principal durante tres años, no mostraron diferencias notables entre años. Las

progenies tuvieron un promedio del 11% de frutos vanos y del 19% de granos caracol, los cuales presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza. En la prueba de Dunnett, seis progenies tuvieron más frutos vanos y más granos caracol que Caturra. Los dos caracteres estuvieron correlacionados, y la selección entre progenies y entre plantas de una progenie debe hacer énfasis en ellos. También hubo diferencias significativas en el tamaño del grano, lo que dio como resultado cinco progenies de mayor tamaño que Caturra y una de menor. La producción de café cereza por planta evaluada en las cosechas cafeteras de 2000 a 2005 mostró diferencias estadísticas entre el testigo y tres progenies, en el cuarto y quinto año de evaluación y en el promedio de los cinco años, estas progenies serán descartadas. Así mismo, se descartaron algunas progenies y en las demás se seleccionarán entre las plantas con mayor grado de resistencia, aquellas con mejores características agronómicas para evaluarlas en la próxima generación o para retrocruzarlas a variedades comerciales, que le mejoren algunas características.

Búsqueda de fuentes de resistencia a la broca. MEG 0800. El proyecto de Evaluación de Germoplasma para resistencia a la broca del café, tiene como objetivo identificar en la Colección Colombiana de Café, fuentes de resistencia a la broca del café que puedan utilizarse como progenitores en el desarrollo de variedades con resistencia. En este año cafetero se concluyó la evaluación en campo o en condiciones controladas de 25 introducciones etíopes que en experimentos de campo habían mostrado menor incidencia de broca que las variedades comerciales.

En el experimento MEG 1804 se evaluaron en condiciones controladas 14 de estas introducciones en tres ensayos. Uno preliminar en el que se seleccionaron las progenies de mejor comportamiento y dos en los que se evaluaron estas progenies a partir del estudio de la

supervivencia, la fertilidad y el ciclo de vida de la broca cuando es criada sobre ella. Se compararon mediante análisis de varianza y prueba de Dunnett las introducciones con relación a la variedad Caturra; también se ajustaron y compararon las curvas de supervivencia y de fertilidad y las tablas de vida de la broca, cuando se cría en estas introducciones. Los resultados mostraron que en las condiciones experimentales ($26^{\circ}\text{C} \pm 1$ y $70\% \pm 5$ H.R.), no hubo diferencias en la duración de los estados ni en el ciclo de la broca criada en las introducciones o en Caturra durante 22 a 24 días, el tiempo generacional estuvo entre 43 y 44 días, y el tiempo de duplicación entre 10 y 11 días. Las diferencias más notables se observaron en la tasa de reemplazo, la cual fue de 22,1 hembras/hembras (h/h) para Caturra y 17,7 h/h para la introducción CCC 247, la más destacada entre las evaluadas. En general, las demás introducciones no mostraron diferencias notables para continuar su evaluación como fuentes de resistencia por antibiosis.

En el experimento MEG 1805, se evaluaron granos y dietas de 11 introducciones etíopes en tres experimentos en mangas entomológicas en el campo y en condiciones controladas. Se determinó la duración del ciclo de vida de la broca, se ajustaron las curvas de supervivencia y fertilidad y se construyeron las tablas de vida del insecto en ambas condiciones. La duración del ciclo de vida en el campo a 21°C , estuvo entre 36 días para Caturra y más de 42 para alguna de las introducciones etíopes destacadas; la tasa de reemplazo en el campo fue de 20 h/h para Caturra mientras que en algunas de las introducciones Etíopes fue de 13 ó 14 h/h; y el tiempo generacional fue similar, entre 48 y 50 días. En el laboratorio la duración del ciclo fue nuevamente entre 22 y 24 días para Caturra y para las introducciones, la tasa de reemplazo para Caturra fue de 35 h/h, mientras que en algunas introducciones fue de 25 h/h. Se identificaron dos introducciones en las cuales la reproducción en comparación con Caturra

estuvo entre 30 y 40% menos y se confirmaron resultados previos con otras dos introducciones, usada como controles positivos.

Selección por resistencia a la enfermedad de los frutos del café (*Colletotrichum kahawae*).

MEG 0300. Este proyecto tiene por objeto 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; a través de la evaluación en Zimbabwe mediante pruebas de campo de materiales avanzados de mejoramiento, así como 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 identificación de resistencia en germoplasma de Cenicafé, por medio de pruebas efectuadas en Portugal en condiciones de laboratorio, y la evaluación agronómica de genotipos sembrados en tres experimentos y que mostraron resistencia a diferentes aislamientos de la enfermedad en pruebas realizadas en Kenya y/o Portugal. También se muestran los resultados de preselección realizados en el CIFC, Oeiras, Portugal para diferentes genotipos.

- Desarrollo y evaluación agronómica en Colombia de materiales posiblemente resistentes al CBD. Para este informe se analizan los datos de producción correspondientes a la primera producción de frutos (2001-2002) y a cuatro cosechas (2002-2006), así como la evaluación de características de granos, de roya y de CBD del experimento MEG 0307 que contiene progenies F2, F3, F4 y F5 de Caturra x Híbrido de Timor; progenies F2 de Cat (Cat x H. de Timor); y progenies F2 de cruces dobles que fueron zoqueadas en el 2000, para efectuar evaluaciones agronómicas. Los experimentos MEG 0308 y MEG 0309, sembrados en noviembre y diciembre del

2000, respectivamente, contienen información sobre la primera producción de frutos y las tres primeras cosechas, así como la evaluación de características de grano y las evaluaciones por roya y CBD realizadas en el CIFIC. El experimento MEG 0308 contiene progenies con resistencia a varios aislamientos de CBD según pruebas efectuadas en el laboratorio, y el MEG 0309, contiene materiales F2 seleccionados de cruces entre germoplasma con probabilidades de poseer resistencia a la enfermedad.

Se presenta información sobre la siembra en el campo de los cruzamientos que se realizaron el año anterior entre diferentes genotipos que han presentado resistencia a los diferentes aislamientos en Portugal.

- **Pruebas efectuadas en el CIFIC.** Con el fin evaluar la resistencia a los aislamientos en Kenya, Zimbabwe1, Zimbabwe9 y Camerún, se enviaron 100 genotipos. Se presentan los resultados del tercer envío del año 2005 y del primero y segundo envíos del año 2006. Los resultados del tercer envío aun no han sido recibidos. Vale la pena anotar que los envíos corresponden a los genotipos sembrados en los experimentos MEG 0309 y al experimento MEG 0527, este último que corresponde a progenies de la variedad Colombia que fueron retiradas por mostrar susceptibilidad a la roya, y el experimento MEG 0259, que contiene cruzamientos con resistencia parcial a la roya.

Selección por resistencia completa a la roya del café. Selección de componentes de la variedad Castillo® El Tambo. En el Tambo (Cauca) se evaluaron el rendimiento, la resistencia a roya y las características del grano de 11 progenies élites seleccionadas del cruce de Caturra x H de Timor e identificadas como H3005, y de la variedades Colombia y Caturra (testigos), Para producción se evaluaron cuatro cosechas (años 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006), y se encontró que en los análisis por

año y combinado hubo diferencias estadísticas entre progenies para la variable producción. Analizados los cuatro años de producción siete progenies mostraron mayor producción que la variedad Caturra (prueba Dunnet 5%), con una producción relativa entre 5 y 17% (producción relativa media 10%). Las progenies CX2848, CX2827, CU1997 fueron consistentes en su baja producción respecto al testigo Caturra.

El buen comportamiento de las siete progenies seleccionadas por su potencial de producción y su resistencia al ataque de roya muestra la ventaja en su adopción como nueva variedad regional de tipo compuesto para la zona cafetera de los departamentos del Cauca y Nariño.

Comparación agronómica de variedades con resistencia a *Hemileia vastatrix* Berk.

Para el presente informe se presentan los resultados y el análisis de la producción del cuarto año y promedio de cuatro cosechas, las curvas de producción para cada variedad, las características de grano (granulometría, porcentajes de conversión y defectos) y la evolución de la roya (escala de Eskes), en seis pases de cosecha entre enero y septiembre del año 2006.

Las variedades fueron consistentes en su producción durante las cuatro cosechas evaluadas; se destacan las producciones en la variedad Costa Rica 95 y selecciones de Caturra x H de Timor en cada uno de los años y en el promedio de las cuatro cosechas. La evaluación de variedades con respecto a la roya muestran un patrón de evolución de susceptibilidad muy similar, las variedades muestran la mayor proporción de plantas entre los grados 1 a 5. Para el porcentaje de grano supremo el análisis muestra que todas las variedades en estudio tienen un tamaño de grano (café supremo), superior a Caturra. Los resultados de los análisis para las características del grano y el factor de conversión cereza/pergamino durante seis diferentes épocas de muestreo, muestran

variaciones importantes entre las épocas y entre variedades, se recomienda profundizar más en estas primeras observaciones para las recomendaciones finales de estas variedades.

■ VII. Desarrollo y estudio de métodos de muestreo para la caficultura.

Se completó el análisis para soportar estadísticamente el muestreo de broca de las treinta ramas, de tal manera que:

- **El primer soporte** fue aplicarlo y evaluarlo bajo el muestreo sistemático (muestreo estadístico), es decir, una vez ubicado en el lote, en los primeros k árboles se selecciona uno de ellos aleatoriamente, en él se toma al azar una rama con frutos y se cuenta el número de frutos totales y el número de frutos perforados por broca. De allí en adelante, recorriendo todo el lote, en cada k árboles se hace la evaluación descrita. K es el número entero, resultado de dividir el número de árboles del lote por 30.

- **El segundo soporte**, consistió en corroborar la siguiente hipótesis de trabajo: "La distribución de la infestación por árbol es aleatoria", manteniendo la hipótesis nula del estadístico de prueba t (5%), para el coeficiente de regresión igual a 1, de la siguiente relación:

$$\text{VARIANZA } a * \text{MEDIA}^b$$

- **El tercer soporte**, consistió en obtener la estimación del límite de error (entre 1,1 y 1,8%), con una confiabilidad mínima del 75%, para estimaciones de infestación menores del 3% (promedio).

- **El cuarto soporte**, se logró al demostrar que la estimación obtenida con el método sistemático y un tamaño de muestra de 30 árboles, es igual estadísticamente a la estimación obtenida con el método completamente aleatorio.

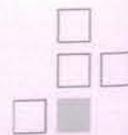
Si el caficultor quisiera mayor precisión (menor error) para la estimación del porcentaje de frutos perforados, en un área sembrada con 5.000 plantas de café, debe aumentar el número de árboles de la muestra (Tabla 26), para un método de muestreo sistemático de 1 en K, de acuerdo con el error de estimación deseado y una confiabilidad mínima del 75%.

Mejoramiento operativo de los procesos de la producción cafetera. Se desarrolló y terminó la investigación "Contribución de los componentes del método mejorado en la recolección manual del café" y se lograron las siguientes conclusiones:

Según la agrupación, el análisis de covarianza y el intervalo para el promedio corregido por la carga del árbol, se observó con las variables frutos dejados en el árbol y en el suelo, que todos los movimientos del método mejorado con y sin lengüeta retráctil mostraron los menores promedios.

Tabla 26. Número de árboles (n), a ser seleccionados en la aplicación de un muestreo sistemático de 1 en K, de acuerdo con el error de estimación deseado (B).

ERROR DE ESTIMACIÓN (B)	NÚMERO DE ÁRBOLES (n)	K
0,5	157	32
0,6	110	45
0,7	81	62
0,8	62	80
0,9	43	116
1,0	40	125
1,2	30	166



Para la variable porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada se observaron los menores promedios en los siguientes componentes del método mejorado: movimiento en el árbol y manos, ramas y manos y todos los componentes del método mejorado con y sin lengüeta retráctil, con respecto al método tradicional con y sin lengüeta retráctil.

Los movimientos del método mejorado en su conjunto garantizan, independientemente del dispositivo a utilizar (canasto o lengüeta retráctil), menores pérdidas y mayor calidad.

Con la metodología utilizada en esta investigación no pudo determinarse cual de los componentes del método incide directamente sobre las variables asociadas a los indicadores de la recolección, quizás debido a las condiciones de carga y en la forma como fueron aplicados los tratamientos, es decir, que el operario fue entrenado en cada componente, hasta completar el método.

Modelos. El estudio del manejo del pronóstico de la producción del café, inició a partir de la estimación para el promedio diario de las variables exógenas, obteniendo así la producción simulada (o pronóstico).

Para obtener el pronóstico, se simuló la producción para el primero, el segundo y el tercer año, con el promedio de las variables exógenas, y se compararon con las producciones simuladas a partir de los valores observados de las variables exógenas (referente), ocurridas para dichos años de producción, en tres sitios.

La relación entre el valor de producción simulada (pronóstico) y la producción referente, de acuerdo con el coeficiente de regresión lineal, indicó que el pronóstico sobrestima la producción obtenida con el referente.

Luego, se elaboró un programa en SAS, para generar un archivo con las estadísticas descriptivas para todos los días de cada uno de los meses, a partir de la serie histórica (hasta la fecha reportada por Agroclimatología) para cada una de las variables exógenas que intervienen en la modelación de nivel de producción afectada por el déficit hídrico, en cada una de las estaciones climáticas de Cenicafé, con el fin de generar para varios escenarios, la estimación diaria del promedio y su intervalo, con las variables exógenas que alimentan el modelo, para obtener el pronóstico de la producción de café, en años normales, años con la influencia del Evento Cálido del Pacífico (Fenómeno de El Niño) y con influencia del Evento Frío del Pacífico (Fenómeno de La Niña).

Con esta información, se evaluará el pronóstico de producción para el 2007, en todas y cada una de las estaciones climáticas de Cenicafé, utilizando para cada día: 1) El intervalo para el promedio de cada una de las variables exógenas; 2) El mínimo y el máximo observado; 3) La media y 4) La mediana. Con las dos primeras opciones se pretende tener un pronóstico por rangos y con las dos últimas, un pronóstico puntual. En todos los casos, el pronóstico será validado con la producción real en diferentes edades del cultivo y para cada estación.

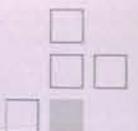
Estudio de pruebas estadísticas para evaluar los procesos biológicos. Se estudió y aplicó el procedimiento de la prueba de aleatorización, con el fin de comparar los métodos de muestreo no estadísticos con el método de muestreo aleatorio simple, para la estimación de los indicadores de la recolección y para la estimación de la infestación por broca en el campo.

La hipótesis de trabajo que se plantea para estos casos, es la siguiente: Con el método de muestreo no estadístico se obtiene la misma

estimación que con el método de muestreo completamente aleatorio. Si se corrobora esta hipótesis de trabajo, al aplicar el método de muestreo no estadístico, puede hacerse la estimación de los parámetros de la varianza y del error, según lo planteado para el muestreo completamente aleatorio.

Para obtener la probabilidad observada con la cual se corrobora o no la hipótesis de trabajo planteada en la aplicación de la prueba de aleatorización. En cuanto con la evaluación de métodos de muestreo no estadísticos, se elaboró un programa en SAS, el cual hace lo siguiente:

- Organiza la base de datos, uniendo la información de los dos muestreos, identificando los campos jornada (o fecha), muestreo (aleatorio y el muestreo a comparar) y variable de interés.
- Para cada jornada o fecha, se asigna un número aleatorio a cada registro.
- Se ordena el campo de los números aleatorios de menor a mayor y en ese ordenamiento, sólo se mueven los registros del campo de la variable de interés, dejando estático los campos de jornada o fecha y muestreo, con lo cual se logra que dentro del muestreo aleatorio queden datos del método a comparar y dentro del muestreo a comparar queden datos del muestreo aleatorio.
- Este procedimiento queda identificado con el campo "REPLICATED" y aparecen mil reordenamientos, es decir, el campo "REPLICATED" va de uno a mil.
- A partir de lo anterior, se obtiene la estimación original y la estimación por cada reordenamiento.
- Con las estimaciones de los mil reordenamientos, se construye la distribución de frecuencia acumulada.
- En dicha distribución se ubica la estimación original y la probabilidad acumulada que le corresponde, y con ella se obtiene la probabilidad observada.
- Si la probabilidad observada es mayor o igual que la teórica, se mantiene la hipótesis de trabajo.





Viabilidad económica del café

I. Economías de Escala

Identificación de los patrones de consumo y de ingreso en fincas de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia. ECO 0613. El presente estudio tuvo como fin conocer las diferentes actividades económicas, las fuentes de ingreso y los gastos de fincas de economía campesina de la zona central cafetera colombiana. La profundización en las particularidades de este tipo de productores es una herramienta útil para el diseño de políticas y programas institucionales acertados y pertinentes que busquen la sostenibilidad económica de estas unidades productivas.

El trabajo de campo se desarrolló en la zona rural del municipio de Manizales, durante abril de 2005 y marzo de 2006, se visitaron periódicamente 36 fincas distribuidas en siete veredas y en cada visita se tomó información sobre la actividad económica de la familia. A partir de esta información se construyeron unas bases de datos que posteriormente se analizaron en SAS para determinar el patrón de ingreso y el gasto de estas familias.

El 85% de los productores que tomaban las decisiones sobre compra de insumos y gastos del hogar eran de género masculino. El 97% de los caficultores eran propietarios del predio. La edad promedio de los caficultores fue de 50 años y su experiencia de 36 años en promedio. El nivel de escolaridad fue de primaria completa y la composición familiar de 4,6 miembros.

Los sistemas de producción encontrados fueron cuatro: sistema de cultivo (100%), sistema de transformación o producción de origen animal (67%), sistema de crianza o producción animal (69%) y actividades no agrícolas (100%). Los principales destinos fueron para autoconsumo y venta.

La existencia de diferentes sistemas de producción se justifica debido a que las familias diversifican el ingreso, por tanto, podría decirse que los productores recurren a diferentes mecanismos de manejo y cobertura de riesgo. Dentro de las principales medidas que toman los productores están la diversificación de cultivos y la cría de animales. Otras medidas empleadas por los productores son la venta de mano de obra en actividades agrícolas y no agrícolas, algunos prefieren realizar inversiones en activos fijos que les garanticen ingresos relativamente estables.

El patrón de consumo está conformado por dos grandes rubros: la canasta familiar y los gastos en insumos de producción. El primero en una

familia típica esta constituida por los servicios públicos, los alimentos, el transporte, la educación, la salud, las prendas de vestir y calzado, las reparaciones del hogar y electrodomésticos, la diversión y esparcimiento y juegos de azar, los gastos financieros y otros gastos del hogar. El segundo, lo constituyen los insumos usados en los procesos productivos y el pago a la mano de obra contratada.

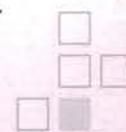
■ II. Avances en Cosecha

Cosecha manual

Efecto de las frecuencias de recolección en el rendimiento operativo de la cosecha manual del café. ING 0156. Las recolecciones de café cada 14, 21, 28 y 35 días (frecuencias de recolección) tuvieron los siguientes efectos: en general, al aumentar los días entre pases de recolección aumenta el porcentaje de maduración y la carga por árbol, pero también aumenta el número de frutos caídos por causas naturales (factores climáticos o fisiológicos). De igual forma, en la medida que aumenta el tiempo entre pases y la carga por árbol, el rendimiento operativo y el número de frutos dejados en el suelo aumentó; sin embargo la calidad de la masa cosechada cumplió con los estándares establecidos. Cabe resaltar que la pasilla aumentó a 7,2% a los 14 días y 11,1% a los 35 días.

La infestación de broca media por árbol a lo largo de 450 días de evaluación creció proporcionalmente con las infestaciones iniciales de los lotes, no obstante, no se puede atribuir a los tratamientos.

Evaluación técnica de una metodología para la recolección del café con el dispositivo RASELCA III. ING 0164. Proyecto – Código: 2251-07-17159 “Mejoramiento Tecnológico de la Cosecha de Café en Colombia”, Cenicafé-



Colciencias. Se evaluó la metodología de recolección asistida de café con la herramienta RASELCA III (RASpador SElectivo de CAfé), en la Subestación Experimental El Rosario (Venecia – Antioquia), en la cosecha principal del año 2005, se tuvo como testigo la recolección manual tradicional (Figura 18).

Se trabajó en árboles de *Coffea arabica* L. var. Colombia, en zocas y plantillas de segunda a quinta cosecha, con uno y dos tallos por sitio, con una densidad inferior a 10.000 plantas/hectárea. La unidad experimental consistió en lotes de 625 árboles. Se evaluaron las variables: porcentaje de frutos inmaduros en la masa cosechada (calidad), kilogramos de café cereza cosechados por hora (eficiencia), número de frutos dejados en el suelo por árbol (pérdidas) y número de frutos maduros dejados en el árbol (eficacia) después de cada pase. El porcentaje medio de maduración en las unidades experimentales varió entre 47,2 y 61,3% para el RASELCA III y entre 46,4 y 57,3% para el testigo, mientras que la carga promedio de café maduro por árbol varió entre 0,397 y 1,486kg para el RASELCA III y entre 0,156 y 1,291kg para el testigo. En El Rosario la eficiencia promedio alcanzada con el RASELCA III fue de 11,0kg/h para los



Figura 18. Cosecha manual asistida de café con Raselca III, Subestación Experimental El Rosario (Venecia Antioquia).

tres pases de cosecha, con un promedio de calidad de la recolección entre 2,9 y 8,2%. Con el testigo los valores promedio de eficiencia estuvieron cercanos a 6kg/h, con 2,3% de calidad para todos los pases de cosecha. El indicador eficacia varió entre 13,1 y 52,0 frutos el árbol para el RASELCA III y entre 1,9 y 40,9 para el testigo. Las pérdidas de cosecha estuvieron entre 8,1 y 20,6 frutos para el tratamiento RASELCA III y entre 4,3 y 17,1 frutos para el testigo.

Se encontró que es posible reducir hasta un 16% los costos unitarios de la cosecha empleando la metodología RASELCA III, con operarios entrenados, prolongando los pases de recolección y remunerando al jornal. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el factor de conversión cereza - pergamino ni para el factor de rendimiento en trilla. Se realizaron análisis sensoriales y se observó que cerca del 70% de las calificaciones obtenidas para los dos tratamientos fueron iguales o superiores a seis.

Viabilidad técnica del desprendimiento selectivo de Café utilizando rodillos con punzones. ING 0167. En la primera etapa del proyecto de investigación ING-0166 se exploraron rodillos con punzones, los cuales no mostraron ser viables en el indicador calidad, por lo cual se optó en la segunda etapa por diseñar y evaluar tres punzones con diámetros máximos de 1,0; 1,5 y 2,0mm de geometría cónica en su punta, y dos punzones comerciales (tachuela de ½" y aguja de acero). Frutos en dos estados de desarrollo: maduros y verde-amarillos, de 217 y 203 días después de la floración, respectivamente, fueron sometidos a fuerzas de espatación (FE) y de retención (FR) con los tres punzones diseñados y los dos comerciales, utilizando para ello una máquina de ensayos mecánicos INSTRON-5569. Dado el incremento en FR, la reducción en FE, el aumento en las diferencias para ambos estados de desarrollo y la facilidad para espatar

la pulpa de frutos maduros con el punzón de 2,0mm, fue posible seleccionarlo como el punzón que más se ajusta a los requerimientos de cosecha. Por lo anterior se recomienda este elemento como unidad selectiva, el cual puede ser instalado en un prototipo con rodillos u otro que permita trasladarlos sobre los racimos, con mayor posibilidad de espetar solo los maduros y desprenderlos.

Cosecha manual asistida

Continuó la evaluación de dispositivos diseñados en Cenicafé para asistir la recolección manual del café IMFRA 3 VDC, IMFRA OSC (con impactadores oscilatorios) y DESCAFÉ III, utilizando movimientos recomendados con el método mejorado para el desplazamiento del operario a través de las ramas, del dosel y del surco.

Dispositivo portátil para la cosecha de café con la aplicación de momentos flectores a los frutos – DESCAFÉ. ING 01-11. Proyecto – Código: 2251-07-17159 “Mejoramiento Tecnológico de la Cosecha de Café en Colombia”, Cenicafe - Colciencias. Se realizó la evaluación a escala semicomercial de un sistema de recolección de café conformado por herramientas de asistencia manual denominadas DESCAFÉ III, accionadas por pequeños motores eléctricos DC operados por baterías, y mallas con velcro en sus bordes, ubicadas en el suelo para capturar los frutos desprendidos con la herramienta. Los ensayos se realizaron en los municipios de Sasaima (Cundinamarca 2005-2006) y en el municipio de Concordia (Antioquia 2005) en las cosechas principales de cada región. En Sasaima se trabajó en lotes sembrados con café variedad Colombia, de 3ª y 4ª cosecha, con distancias de siembra entre 1,2 y 1,4m y pendientes de hasta 90%. En Concordia se trabajó en cafetales sembrados con variedad Colombia de 3ª cosecha, con distancia de siembra de 1,5 x 1,5m, en terreno con pendiente de hasta 80%. La carga y la concentración de

frutos maduros variaron entre 545 y 1.742g/ árbol y 55,7 a 68,1%, respectivamente. Los mejores resultados en calidad, rendimiento y reducción del costo unitario con relación al método tradicional, se obtuvieron en pases “pico” de la cosecha con promedios de carga y concentración de frutos maduros superiores a 1,0kg y 60%, respectivamente, y una relación máquinas/operarios de 1/1. En estas condiciones se obtuvo un rendimiento de 24,6kg de café en cereza/hora, frutos inmaduros en la masa cosechada inferior al 2%, reducción en el costo unitario de hasta el 50% y pérdidas de frutos/sitio de 1,1.

Los resultados obtenidos indican que la tecnología DESCAFÉ III (Figura 19) con empleo de mallas plásticas, conocidas comercialmente como “sarán”, es promisoria para asistir la recolección manual de café en Colombia.

Evaluación Técnico Económica de un Sistema de Cosecha Manual Asistida del Café. ING 0154. Proyecto – Código: 2251-07-17159 “Mejoramiento Tecnológico de la Cosecha de Café en Colombia”, Cenicafe - Colciencias. Continuaron las evaluaciones de un sistema de recolección de café compuesto de una herramienta de asistencia manual denominada

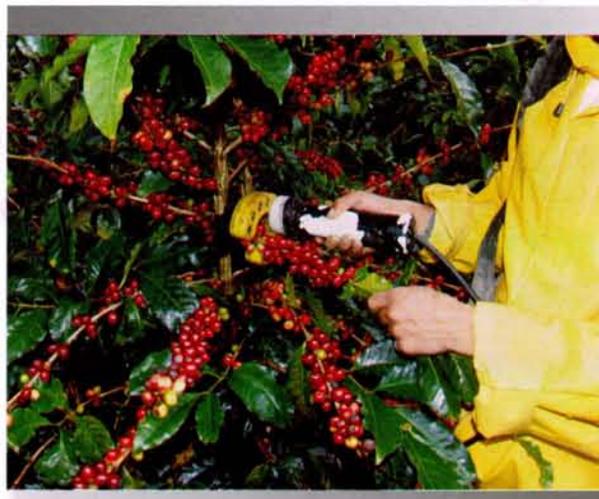


Figura 19. Cosecha con la herramienta DESCAFÉ III

IMFRA 3VDC (Impactador de Frutos y RAMas) que permite desprender frutos maduros de café mediante impacto directo y/o vibración de la rama y la recolección de los frutos en mallas plásticas "sarán" con velcro en sus bordes con el fin de lograr buen sellamiento de las mallas y reducir las pérdidas de frutos (Figura 20). Los ensayos se realizaron en los pases de mayor flujo, denominados "picos", en la cosecha principal del municipio de Concordia (Antioquia 2005) y en el municipio Sasaima (Cundinamarca 2006), en cafetales de 2ª y 3ª cosecha, con distancias de siembra de hasta 1,5 x 1,5m con variedades Colombia y Caturra, en terrenos con pendiente de hasta el 100%. Los mejores resultados se obtuvieron cuando en los cafetos tenían carga y concentración de frutos maduros superiores a 0,6kg/árbol y 60%, respectivamente. En estas condiciones se logró cosechar con menos de 4% de frutos inmaduros en la masa cosechada, rendimiento máximo de 25,6kg/h y reducción en el costo unitario entre 8,8 y 26,3%. No ocurrieron fallas mecánicas durante los ensayos con IMFRA 3 VDC. Este dispositivo es una herramienta apropiada para asistir la recolección manual del café en los pases de mayor flujo, en regiones de Colombia donde la cosecha se presente más concentrada. Con su empleo se puede



Figura 20 .Operarios cosechando con la herramienta IMFRA 3 VDC

obtener café de alta calidad con eficacias similares a las observadas en cosecha manual tradicional. Las mallas "sarán" con Velcro, son apropiadas para recoger el café desprendido con herramientas como el IMFRA 3 VDC, al evitar las fugas de café, y resistir el movimiento de los operarios sin separarse. Adicionalmente son resistentes a las difíciles condiciones a las que son sometidas, permiten el paso del agua, importante en días lluviosos, y son de relativo bajo costo (\$ 2.300/m², actualmente). Con su empleo se logró cosechar café con pérdidas inferiores a cinco frutos/sitio, que facilitan el manejo integrado de la broca.

Cosecha asistida de frutos maduros por vibro-impactos controlados a ramas de café. ING 0144.

En el curso del experimento se realizaron análisis teóricos basados en modelamiento y simulación del fenómeno de los vibro-impactos sobre ramas y frutos con herramientas computacionales de alta precisión, a las que fueron cargados las propiedades físicas de las ramas y los frutos, halladas con anterioridad en trabajos previos. De los análisis pudo concluirse: 1) que si se aplican impactos con bajas frecuencias ($f < 8,0\text{Hz}$) se presentan estados inestables en la rama conocidos como transitorios, pero las aceleraciones experimentadas son tan bajas que no ocasionan desprendimiento de frutos y 2) que si las frecuencias de los impactos son altas ($f > 8,0\text{Hz}$) no se evidencian estos estados entre golpe y golpe, y se obtienen respuestas similares a las que se obtienen con vibraciones forzadas pero con menores amplitudes. Estos resultados son explicables porque por su gran flexibilidad y capacidad de disipación de energía, las ramas tienen una primera frecuencia natural muy baja (0,8Hz) que hace lenta la respuesta a los impactos. Basado en estas premisas queda demostrado que los vibro-impactos no son aplicables en la cosecha selectiva de café y que hay mejor transmisión de vibración cuando sólo se utiliza vibración forzada.

También se demostró que la caída de los frutos no se produce por el efecto de las aceleraciones experimentadas durante el movimiento ocasionado por la vibración, ni tampoco por el efecto de la resonancia de la estructura fruto-pedúnculo, sino por el fenómeno de la fatiga del pedúnculo.

Diseño, construcción y evaluación de una herramienta portátil para la cosecha semi-mecanizada de café. ING-0165.

Se continuó con el diseño de una herramienta que utiliza movimiento oscilatorio angular de los impactadores, en lugar del rotacional de la herramienta IMFRA 3VDC. A este nuevo diseño se le denominó IMFRA OSC (Figura 21). Después del diseño de la herramienta se continuó con la medición de la carga externa máxima a la cual está sometido el mecanismo, con este valor se determinó el valor máximo de carga en el mecanismo y se concluyó que debido a los valores de cargas tan bajos no era necesario realizar un análisis de fatiga para los eslabones. Se construyó el primer modelo experimental del IMFRA OSC, al cual se le realizó una medición de las vibraciones generadas

por la herramienta cuando opera en vacío, para determinar las cargas de desbalanceo de la herramienta. Una vez construido el modelo se inició su evaluación en el campo en los municipios de Sasaima y San Francisco de Sales (Cundinamarca), en la cosecha principal de 2005. Los resultados preliminares obtenidos indicaron una eficacia de captura de un 84%, con un rendimiento de 13,6kg/h/operario.

Cumplida la primera etapa de la evaluación, se realizaron algunas modificaciones al diseño de la herramienta, con el fin de facilitar su manejo y mejorar su desempeño. También se diseñó y construyó un contador electrónico de frutos de café, con el cual se pretende optimizar el tiempo empleado en la evaluación de herramienta IMFRA OSC.

Cosecha semi - mecanizada

Evaluación de vibradores portátiles del tronco (VPTs) en la cosecha de café. ING 0158. Proyecto – Código: 2251-07-17159 “Mejoramiento Tecnológico de la

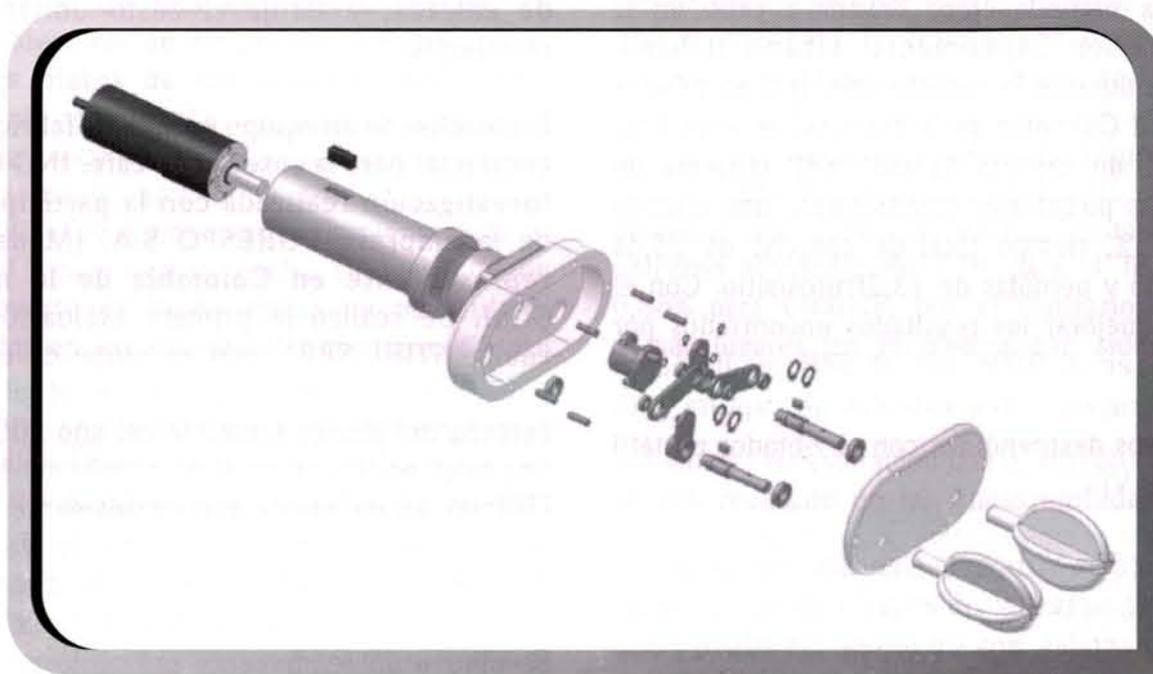
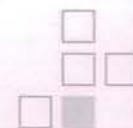


Figura 21. Piezas constitutivas de la herramienta IMFRA OSC



Cosecha de Café en Colombia”, Cenicafé - Colciencias. Como alternativa para disminuir los costos unitarios de recolección y optimizar la mano de obra en épocas pico de cosecha, se evaluaron vibradores portátiles al tronco VPTs en la Subestación Experimental La Catalina, en la cosecha principal en cafetales variedad Colombia de 4ª cosecha. Se establecieron dos tratamientos así, tratamiento 1: cosecha manual tradicional (MMT) y tratamiento 2: cosecha con vibradores portátiles (VPT). Las condiciones de los árboles utilizados para los tratamientos 1 y 2 fueron de 1.881,4 y 1.545,3g de carga y 59,6 y 63,7% de maduración, respectivamente. El rendimiento promedio obtenido por operario para el tratamiento MMT fue de 13,4kg/h/operario, inferior al obtenido con el VPT que fue de 23,4kg/h/operario. La calidad medida como porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada para la recolección con MMT fue de 2,9% y con VPT, 18,3%. El costo unitario de recolección fue de \$300,5/kg para el tratamiento VPT y de \$260/kg para el tratamiento MMT, el alto costo del tratamiento con VPT estuvo influenciado por el elevado costo del repase.

En una segunda etapa llevada a cabo en la Subestación Experimental Líbano (Líbano, Tolima) durante la cosecha principal en árboles variedad Colombia de 3ª cosecha, se evaluó un sistema de captura llamado SBP (sistema de bandejas plegables), obteniéndose una eficacia de 73,1%, tiempo total de cosecha de 25,6s por sitio y pérdidas de 13,2frutos/sitio. Con el fin de mejorar los resultados encontrados por Araque en el 2006 con el SBP, se diseñaron y construyeron tres sistemas de captura para los frutos desprendidos con el vibrador portátil al tallo VPT.

En el lote La Vitrina de Cenicafé, en la cosecha principal, se realizó un ensayo con dos unidades experimentales, una sin repase inmediato y otra con repase inmediato para evaluar el VPT con el sistema de captura de mallas y Velcro en

árboles de café variedad Colombia, sembrados a 2 x 0,7m, las condiciones del lote fueron: carga de 1.844g/árbol en promedio y una maduración del 58%. El rendimiento obtenido por operario fue de 22,2kg/h y 25,5kg/h con repase y sin repase, respectivamente. En la unidad donde se realizó repase éste representó el 62,7% del tiempo total. La calidad de la recolección con repase y sin repase fue de 14,3 y 16,3% de frutos verdes en la masa cosechada, respectivamente. Las pérdidas obtenidas con este sistema de captura permitieron alcanzar el valor recomendado para el MIB con 5,3 y 4,4 número de frutos dejados en el suelo NFDS por sitio para la unidad con repase y sin repase. El costo unitario de recolección fue de \$232/kg y \$225/kg en la unidad con repase y sin repase, obteniendo una disminución de costos unitarios de 10,8 y 13%, respectivamente.

Se desarrolló un programa llamado planificación de la cosecha de café con máquinas portátiles, el cual hace un análisis ex-ante de los costos involucrados en la cosecha mecanizada. En el programa se introducen diferentes datos de entrada, y arroja el costo unitario de recolección.

Evaluación de un equipo portátil de fabricación comercial para la cosecha de café. ING 0168. Investigación realizada con la participación de la empresa DURESPO S.A. (Medellín), representante en Colombia de la marca Stihl. Se realizó la primera evaluación del equipo STIHL SP-81, con un grupo de trabajo integrado por tres operarios, en el pico de cosecha del primer semestre del año 2006, en una finca particular en el municipio del Líbano (Tolima), en un lote de aproximadamente 2.000 árboles con siembra intercalada de Variedad Caturra y Variedad Colombia de diferentes edades y distancia de siembra de 2,0 x 0,5m. Se obtuvo un rendimiento promedio de 7,7kg de café cereza/h operario con el equipo, ligeramente superior al valor obtenido en cosecha

manual (5,7kgcc/h), valor bajo, atribuible a las condiciones de carga y maduración del lote, 320g de frutos maduros/árbol y 33% de frutos maduros, respectivamente. El café recolectado tuvo 11,5% de frutos inmaduros, aceptable para esta tecnología; se dejaron en promedio 3 frutos maduros por árbol, alta eficacia, y 4 frutos en el plato, valor bajo atribuible al empleo de mallas de sarán con velcro en los bordes para mantenerlas unidas durante las labores de cosecha. Debido al bajo rendimiento y la baja oferta de frutos maduros/árbol el costo unitario de recolección con el equipo Stihl SP-81 fue de \$418/kgcc, superior al pagado en cosecha manual tradicional al momento del ensayo (\$250/kgcc). La evaluación del equipo continuará en lotes con condiciones más favorables de oferta de café.

Mecanización del cultivo del café

Se desarrollan y evalúan tecnologías para diferentes actividades de la producción del café, como recolección de frutos caídos al suelo durante la cosecha.

Evaluación de una aspiradora portátil en la recolección de frutos de café presentes en los platos de los árboles. ING 1403.

Teniendo en cuenta la voluntad expresada por los caficultores en Cenicafé, de continuar con la investigación que emplea el equipo Cifarelli V77S como una herramienta para el control sanitario postcosecha, se continuó con el proyecto en nueve fincas de particulares ubicadas en los siguientes municipios: Ciudad Bolívar (Antioquia), Manizales, Chinchiná y Palestina (Caldas), Piendamó (Cauca), Pijao (Quindío), Pereira (Risaralda) y Anserma Nuevo (Valle del Cauca). Se visitaron las fincas para socializar la propuesta, seleccionar los lotes para la instalación del experimento y se capacitó al personal de apoyo, haciendo énfasis en la metodología para medir: el nivel de infestación en el campo, las pérdidas de café al suelo y los vuelos de broca en los cafetales. Además,

se formularon los planes de trabajo para cada finca y se construyeron las planillas para la toma de información.

Como resultados parciales de esta vigencia del proyecto se tiene que: el café dejado en el suelo a causa de las labores agronómicas del cultivo mostró promedios para la parcela donde no se recogen los frutos (testigo) entre 0,8 y 61,6 frutos por planta y para el tratamiento Cifarelli entre 1,2 y 38,6. El número de frutos brocados en promedio para todas las fincas fue inferior a 1,2 para el testigo e inferior a 1 para el tratamiento Cifarelli, los promedios para el número de frutos en el suelo observados en dos de las fincas mostraron los mayores registros, lo anterior posiblemente originado por la ocurrencia de los pases principales de la cosecha del año 2006 (abril-junio). Los niveles de infestación de broca en el suelo variaron entre 1,61 y 34,8% para el testigo y entre 1,3 y 38,8% para Cifarelli, el número total de brocas capturadas al interior de la parcela de observación estuvo entre 8 y 6.548 para el testigo y entre 6 y 4.343 para el tratamiento Cifarelli. Los valores mínimos y máximos de capturas realizadas por trampa instalada fueron: 382 y 745 para el Testigo y 0 y 912 para Cifarelli. Las infestaciones de broca registradas en los lotes del experimento fueron similares para los tratamientos, y se encontró que en las zonas donde no se ha presentado la cosecha principal del 2006, los valores promedio se ubicaron alrededor de 1,7% para el Testigo y 0,86% para Cifarelli, por el contrario en los demás lugares los promedios han sido 3,2 y 3,6, respectivamente.

Las labores de aspiración con el equipo Cifarelli se han realizado en las fincas ubicadas en el Quindío y en el Cauca. En promedio se aspiraron 1,6 hectáreas por finca y el tiempo promedio obtenido estuvo entre 5,1 y 2,2 segundos/sitio para cafetales sembrados a 1,1 x 1,1m y 1,4 x 1,1m, respectivamente, la capacidad de campo del equipo varió entre 0,5 y 1,5 jornadas/ha

con un consumo de combustible entre 2,3 y 2,9 Galones/ha. La eficacia de la Cifarelli osciló entre 72,7 y 74% incluyendo la recolección de frutos verdes, maduros, sobremaduros y secos (en promedio se recogieron entre 19 y 40,2 frutos por sitio). Los costos por hora de trabajo con la máquina estuvieron entre \$4.389 y \$6.060/hora, contemplando los costos del equipo, mano de obra y combustibles de la zona en el momento de la realización de las pruebas, con lo cual se estimó que el costo para recoger un fruto de café del suelo estuvo entre \$0,17 y \$0,22.

En esta vigencia del proyecto se ha contado con la participación activa de los productores, auxiliares en las fincas, los colaboradores del Servicio de Extensión de cada municipio y de los coordinadores IPA de la zona.

III. Avances en Beneficio

Evaluación comparativa del desmucilagador con rotor de varillas respecto al desmucilagador tipo Cenicafé. ING 1121.

Se construyó un dispositivo para medir la potencia empleada en el accionamiento de desmucilagadores DESLIM -1.000 y con rotor de varillas DVR-1.000. El café empleado fue sometido a etapas comunes de clasificación hidráulica, despulpado sin agua, limpieza, clasificación por tamaño y dosificación del café despulpado por tornillo sinfín. Los subproductos generados fueron mezclados de forma similar por medio de un tornillo sinfín. En cada tratamiento se midió el torque en operación continua y la velocidad de rotación, la remoción de mucílago(%), el daño mecánico(%) y el factor de rendimiento en trilla. Adicionalmente para el tratamiento DRV-1.000, se cuantificó el consumo específico de agua, la demanda química de oxígeno, los sólidos totales, los sólidos suspendidos y el pH.

Los resultados mostraron diferencias estadísticas en la remoción de mucílago con el DESLIM 1.000 con un valor superior al 98%, mientras que el DVR-1.000 osciló entre 79,20 y 82,39%. El daño mecánico con el DRV-1.000 varió entre 0,27 y 0,38% y con DESLIM-1.000 entre 0,84 y 1,06%, aunque son notoriamente inferiores a los máximos establecidos. Los requerimientos de potencia para el DESLIM-1.000 y el DRV-1.000, fueron 2,61kW y 2,72kW, respectivamente, estadísticamente iguales. Los factores de rendimiento en trilla obtenidos con el DRV-1.000 y con el DESLIM-1.000 no presentaron diferencia estadística (93,25 y 94,79, respectivamente). El valor medio 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 la contaminación respecto al beneficio tradicional de 90,4%. El consumo específico de agua con el DVR-1.000 con 2, 3 y 4 enjuagues fue de 3,32; 5,0 y 6,64L/kg de c.p.s respectivamente, mientras que con el DESLIM fue de 0,8L/kg de c.p.s. El potencial medio en el agua de lavado y en lixiviados fue de 4,2 entre tanto los sólidos suspendidos y los totales fueron de 1,1 y 8,7g/kg de c.c, respectivamente.

Determinación gravimétrica de la humedad del café pergamino -Gravimet. ING 0829.

Se desarrolló un método fácil de utilizar y de bajo costo para evaluar la humedad del café en secadores solares, denominado Gravimet (Figura 22). El método está basado la relación en peso, existente entre el café pergamino lavado y escurrido (como llega al secador) y el café pergamino seco con humedad al 11%. En la aplicación del método se utiliza una balanza de cocina de bajo costo (\$7.000 a \$40.000 según el modelo) para pesar una muestra de 200g de café lavado y escurrido que se coloca en una canasta construida en alambre y malla plástica. Cuando el peso de la muestra esté entre 105 y 106g el contenido de humedad estará cerca del 11%. En ensayos realizados en Cenicafé se ha obtenido café con un promedio



Figura 22. Balanzas utilizadas en el método GRAVIMET desarrollado en Cenicafé para monitorear la humedad del café secado al sol

de humedad de 11,3% con límites inferior y superior (al 95%) de 10,6 y 12,0%.

Evaluación de tecnologías solares parabólicas para el secado del café. ING 0831. Los secadores Solares Parabólicos desarrollados en Cenicafé se utilizan con gran éxito en diferentes regiones del país especialmente en fincas pequeñas. Con el fin de disminuir el costo por m^2 de construcción y facilitar su construcción en terrenos de alta pendiente, el manejo del producto y el mantenimiento y limpieza, se diseñó y construyó un nuevo modelo de secador con estructura construida en guadua, piso en malla polisombra de 70% de sombra, con cortinas laterales para regular la entrada de aire. El nuevo modelo con $20m^2$ de piso se denominó SAMBA-20 (Figura 23). Para agilizar el secado en días lluviosos se diseñó un generador de aire caliente de bajo precio, en el cual se utiliza leña de café como combustible y un intercambiador de calor que entrega aire caliente y limpio. El nuevo modelo se denominó SAMBA-20H (híbrido). Con los nuevos modelos se ha logrado secar café entre 3 y 7 días, en las condiciones climáticas de Cenicafé (Chinchiná, Caldas).

Los costos de construcción y operación del secador SAMBA-20 son $\$19.858/m^2$ y $\$1.175/@$ cps, inferiores a los observados en el secador solar parabólico.

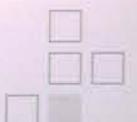
Diseño, construcción y evaluación de un sistema modular prefabricado para el secado del café al sol. ING 0832. Se realizó el diseño final de las paseras solares con capacidades de 1,5@cps, 3@cps y 9@cps. El costo de su construcción es de $\$33.817$, $\$27.567$, $\$30.150$ por metro cuadrado, respectivamente, de los cuales los materiales corresponden al 60,6% y la mano de obra representa el 39,4% restante.

IV. Costos de Producción

Estudios de trampas artesanales para la captura de broca. Se adelantaron estudios preliminares sobre trampas artesanales para la atracción de adultos de broca en el campo. Se evaluaron tres colores de trampas: blancas, rojas y transparentes, con el diseño actualmente recomendado Brocatrap®; no se encontraron diferencias estadísticas entre ellas en la variable



Figura 23. Secador solar para café híbrido (solar y con adición de energía térmica) SAMBA-20H desarrollado en Cenicafé.



capturas diarias de broca. Se evaluaron nuevos atrayentes procedentes del proceso de destilación de etanol de la Industria Licorera de Caldas, sin embargo la eficiencia de atracción de estos fue inferior a la mezcla de metanol: etanol en proporción 3 a 1. Actualmente, se encuentra en evaluación una trampa artesanal de fabricación casera de un costo aproximado de \$1.000 elaborada a partir de la información anterior para ser evaluada en condiciones de campo en fincas empresariales.

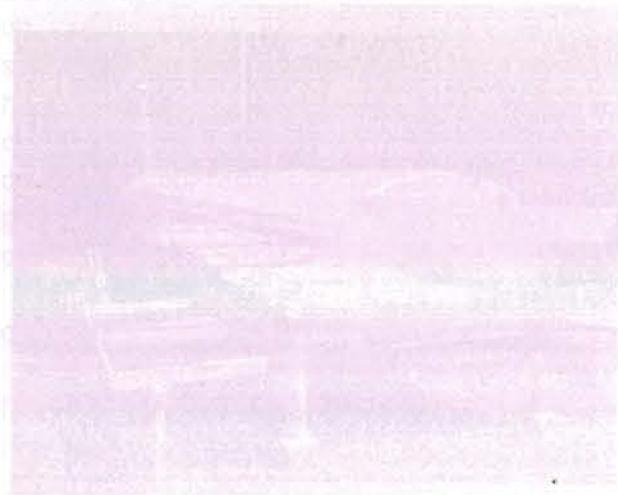
Efecto de fertilizantes químicos y biológicos en el cultivos de café.

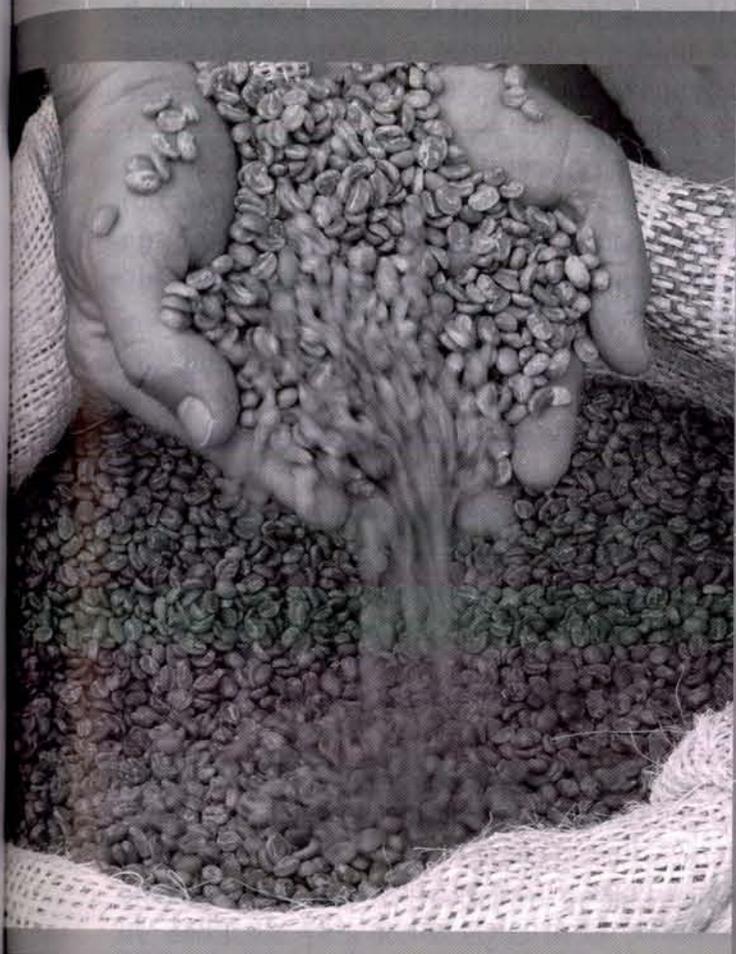
Cafetos de 5 años de establecidos en el campo y con fertilización química (mezcla de DAP, KCl y urea) y el producto biológico Bacthon (formulación comercial basada en bacterias fijadoras de nitrógeno), en tres aplicaciones al año, se obtuvieron los valores más altos de altura de las plantas y número de hojas con el tratamiento de dos aplicaciones químicas al 75% y una de Bacthon. Igualmente, estas plantas mostraron los niveles más bajos de mancha de hierro en hojas y frutos, mientras que las correspondientes al testigo absoluto y al tratamiento donde se aplicó sólo el producto biológico tuvieron los niveles más altos de la enfermedad. Con el mismo tratamiento

se obtuvo la mayor producción de café, en comparación con la aplicación del fertilizante químico al 100%. La calidad del café en trilla no mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos y el factor de rendimiento estuvo por debajo de 92,8. El uso de estos biofertilizantes puede ser una opción en el manejo de plantaciones de café mediante la recuperación y el incremento de microorganismos de la rizosfera, lo que permite una reducción de la cantidad usual de fertilizante químico, dependiendo de las condiciones del suelo, entre muchos factores.

Efecto y distribución de mal rosado en la zona cafetera.

Muestreos de mal rosado en 40 fincas de 17 municipios pertenecientes a seis departamentos permitieron obtener 225 aislamientos de *Corticium salmonicolor* de las diferentes localidades. Debido a la frecuencia de árboles afectados, se cuantificaron las pérdidas económicas en cinco fincas tecnificadas de Chinchiná, Caldas. El análisis de los datos permite concluir que el mal rosado es responsable de pérdidas, en promedio, del 95% de las hojas y 75,8% de los frutos por rama afectada en árboles productivos, reduciendo la productividad y el ingreso bruto.





Calidad y Cafés especiales

I. Calidad de 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. Se busca conocer el efecto de los factores geográficos y climáticos, los del origen del suelo y los de las prácticas agronómicas y del proceso de beneficio en la calidad del café de Colombia.

- **Registros de procesos en la fincas:** Se desarrolló un sistema de información para el registro de la trazabilidad, donde se incluyó información sobre la localización geográfica de la finca y del lote, el tamaño de la finca, el área sembrada en café y el área del lote, la variedad cultivada, el sistema de producción, la fertilización, la altitud, los métodos de inspección y manejo de la broca, las enfermedades y las arvenses, y el tipo y condiciones de beneficio y de empacado.

También se desarrollaron los protocolos para el beneficio del café de acuerdo con las buenas prácticas de manufactura (BPM). Para este estudio se tomaron como testigo muestras de café procedentes de la Estación Central Naranjal, que se beneficiaron siguiendo las recomendaciones de las BPM. La investigación se inició con la cosecha del 2005 (octubre a diciembre) en Antioquia, Quindío, Caldas, Cesar (Sierra Nevada de Santa Marta y Sierra del Perijá) y Santander; también se evaluó la cosecha del 2006 (abril a junio) en los departamentos del Huila y Tolima. La investigación incluyó entre otras:

- La selección de las fincas, de acuerdo con los factores de estudio (variedad, rango altitudinal, unidad de suelo).
- Desarrollo del protocolo de beneficio de acuerdo con las BPM
- La escritura y divulgación de los formatos de registro de la trazabilidad del origen y de los procesos.
- La escritura y divulgación de los formatos de registros de tomas de muestras
- La recolección de la información sobre los procesos del café realizados en las fincas participantes, la toma de las muestras de suelo, agua y café de la finca
- El beneficio de las muestras de café
- La realización de análisis sensoriales (prueba de taza), análisis físicos, químicos, de elementos químicos en café verde, café tostado, suelo y agua.

Durante este primer año se evaluaron muestras de 207 lotes de café localizados en 137 fincas ubicadas en 33 municipios de siete departamentos cafeteros de Colombia, correspondientes a 14 unidades de suelos y a cuatro materiales parentales. Las muestras correspondieron a las variedades Colombia, Típica, Caturra, Tabi, y además en Antioquia se evaluaron las variedades Maragogipe y Catimor. Se incluyeron tanto fincas con beneficio con la tecnología Becolsub como con fermentación natural, y con secado mecánico y al sol.

Se reunió la información sobre los departamentos de Caldas, Cesar, Quindío, Antioquia y Santander, correspondiente a las variedades Caturra, Colombia, Tabi, ocho unidades de suelos (Chinchiná, La Montaña, Montenegro, Parnaso-200, Paujil, Perijá, Quindío, Suroeste), cuatro materiales parentales (cenizas volcánicas, rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas) y tres rangos altitudinales (<1.300, 1.300 a 1.600 y >1.600).

Los cultivos de café se localizaron en 94 lotes de 70 fincas con áreas de café entre 1,3 y 75ha, entre 1.050 y 2.050m de altitud y con sombrío de árboles, en el 42% de ellas. El tamaño de los lotes analizados varió de 0,08 a 12ha. En el 98% de los lotes analizados se fertiliza con abonos químicos, y en el 56% de los lotes usan insecticidas para el control de la broca excepto en los lotes del Cesar.

- **Análisis sensorial:** Para evaluar la calidad sensorial se utilizó la escala de 9 puntos donde con 1, 2 y 3 se califican a los defectos y rechazos, 7, 8 y 9, corresponden a tazas de buena calidad, y aquellas con valores de 4, 5 y 6, corresponden a desviaciones. Para la proporción de tazas con defectos y por tanto, para las tazas rechazadas de las muestras analizadas en este estudio (chi-cuadrado al 5%) se encontró dependencia entre la práctica de beneficio usada (beneficio según finca vs BPM) con el tipo de beneficio. No hubo dependencia

entre la práctica de beneficio con las siguientes variables: variedad de café, departamento, rango altitudinal, unidad de suelo y material parental. Se encontró dependencia entre la variedad con el departamento de origen, para la acidez, el amargo, el cuerpo, el dulzor, el aroma del café tostado y la impresión global; así mismo, se encontró relación entre la variedad y la unidad del suelo. Se encontraron dependencias entre: el departamento y el rango altitudinal, entre el departamento de origen y la unidad del suelo y el material parental, y entre el rango altitudinal y la unidad de suelo.

Ninguna de las muestras procesadas como testigo tuvo defectos, por tanto, todas fueron calificadas por encima de 3 en todas las características sensoriales. Se observó que más del 70% de las tazas fueron calificadas con 8 ó 7 en los aromas, y más del 91% de las tazas recibieron calificación de aceptación (8 ó 7) en las características de acidez, amargo, cuerpo, dulzor e impresión global. Todas las muestras de las fincas se diferenciaron de los testigos en las características sensoriales de la bebida (acidez, amargo, cuerpo e impresión global). El aroma estuvo dentro de los límites de confianza para los testigos BPM.

Para los análisis sensoriales se encontraron diferencias estadísticas (Duncan al 5%) entre las muestras de café procesadas según el criterio de la finca comparado con el café procesado con BPM, tanto para la proporción de tazas con defectos (calificación <4) como para la proporción de tazas de buena calidad (calificación de 7 y 8), para las variables organolépticas aroma, acidez, amargo, cuerpo, dulzor e impresión global de la bebida.

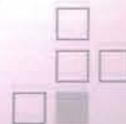
El 18,2% de las tazas de muestras BPM tuvieron defectos comparados con el 29% de tazas de muestras de proceso según finca. En contraste, el 47,7% de las tazas de muestras BPM obtuvieron calificación de 8 ó 7 en la impresión global comparado con el 37,6% para

las muestras procesadas según las prácticas de la finca.

Con respecto al origen de las muestras, se observaron diferencias significativas en la proporción de tazas con defectos en la impresión global entre el café de la unidad de suelo Paujil (Santander) y la Montaña y Perijá (Cesar), con el menor porcentaje tazas rechazadas (12 a 13%) comparado con el café proveniente de la unidad Suroeste en Antioquia que tuvo un 39% de rechazos. Para el dulzor y el amargo, el café de Paujil tuvo menores rechazos (11%) que el café proveniente de la unidad Chinchiná (37%).

Se observó que los defectos encontrados en taza se originaron por contaminaciones del grano con químicos en el cultivo y en el almacenamiento, además por inadecuadas prácticas en el beneficio, por retrasos en el proceso y por un secado inadecuado; por tanto, estos defectos no son atribuibles al origen geográfico de las muestras como tal, sino a las condiciones y prácticas agronómicas y de beneficio efectuadas en esos sitios. **Por consiguiente, el seguimiento de la trazabilidad de las muestras hasta su origen, unidad de suelo, altitud, finca y lote permite determinar en cuáles zonas de estudio están ocurriendo con mayor frecuencia estos defectos que afectan la calidad del café de Colombia y establecer las prácticas adecuadas para su manejo.**

El 60% de las muestras de café provenientes del proceso según finca tuvieron algún defecto en taza y variaron de 43,8% para Antioquia a 100% para Santander. Los defectos predominantes en estas muestras fueron fermento y vinagre en el 40% de las muestras, contaminado químico y fenol en el 10%, ahumado en el 12,5%, y sabores leñosos y extraños en el 45% de las muestras ocasionados por los granos brocados e inadecuado secado. El defecto de ahumado fue mayor en el café beneficiado según el criterio de la finca procedente del Quindío, lo



cual puede deberse a residuos presentes en café secado en secadores mecánicos.

En el 45% de las muestras BPM se observaron defectos. En las muestras BPM predominaron el contaminado químico (10%) y el fermento (29,3%), por falta de control durante la fermentación. Las muestras BPM tuvieron defectos asociados a la falta de control en la fermentación y por contaminaciones químicas durante el almacenamiento en el caso del Cesar, o contaminación en el campo y en el proceso en el caso de Antioquia, donde se encontró el defecto fenol.

En las muestras BPM procedentes de Santander no se observaron defectos en la bebida, lo cual demuestra la aplicación cuidadosa del protocolo BPM.

Con relación a la **proporción de tazas con calificación de 7 y 8** en las muestras evaluadas se observaron diferencias significativas en la impresión global entre las muestras procedentes de las unidades Parnaso-200, Chinchiná, Suroeste y Quindío con respecto a las muestras procedentes de las otras unidades. Las muestras de la unidad Paujil en Santander tuvieron el mayor porcentaje de aceptación con un 70%, seguido de las muestras del café del Cesar y del café del Quindío, las cuales fueron estadísticamente similares.

Para la impresión global no se observaron diferencias entre los rangos altitudinales, pero sí entre la procedencia por departamentos, diferenciándose las muestras de Santander de las de los otros departamentos por su buena calidad, resultado de la variedad y del cuidadoso beneficio, además del bajo riesgo de contaminación química.

La variedad Tabi tuvo el mayor porcentaje de tazas por encima de 7 (67%), y fue estadísticamente diferente de Colombia (42%) y Caturra (38%). Esta variedad también fue significativamente

diferente en todas las cualidades sensoriales con respecto a las otras dos variedades. No se observaron diferencias significativas entre los tipos de beneficio FN o BEC, aunque las muestras de fermentación obtuvieron un mayor porcentaje de tazas aceptadas (44,7%) en comparación con el 36% para las de BEC.

En el aroma, las muestras de Santander y Cesar fueron similares, mientras que en el amargo y el dulzor las muestras de Santander se diferenciaron de las demás. Acerca del cuerpo de la bebida de café, las muestras de Santander y Caldas fueron similares, en contraste con las muestras de Cesar, Quindío y Antioquia, las cuales fueron similares.

Se observaron diferencias significativas para todas las cualidades de la bebida: aroma, acidez, amargo, cuerpo e impresión global, según las prácticas en el beneficio, a favor de las muestras procesadas por BPM, con un 10 a 15% de diferencia con respecto a las muestras de las fincas.

Al comparar la calidad de la bebida de café según el tipo de secado, se observa que en cuatro de los cinco departamentos, del secado al sol se obtuvieron las mejores tazas que del secado mecánico, independiente de la práctica de beneficio (BPM o según finca), debido a los sabores ahumados y a la falta de uniformidad de las muestras obtenidas del secado mecánico.

- **Humedad del café pergamino:** El promedio de la humedad del café fue de 10,9, pero varió de 6,1 a 14%, valores que están por fuera del rango admisible de humedad (10 a 12%), lo cual muestra que muchas fueron resacas lo cual ocasiona pérdida de dinero y calidad y otras superaron el 12%, lo cual ocasionó pérdida de calidad y riesgo para la inocuidad. La humedad del café almendra varió de 9 a 15,6%.

No se observaron diferencias significativas en la humedad del café pergamino entre los factores de estudio, pero si en la humedad de la almendra por procedencia. El café de la unidad Suroeste de Antioquia tuvo los mayores valores en humedad, diferentes a los encontrados en Caldas y Quindío.

Se observaron las mayores desviaciones en el contenido de humedad del grano en las muestras procesadas según el criterio de la finca. Las muestras secadas en secadores mecánicos y beneficiadas con el Becolsub se sobresecaron, en tanto, que aquellas secadas al sol tuvieron mayores contenidos de humedad. Estos resultados demuestran que se hace necesario establecer estrategias para desarrollar tecnologías económicas que permitan medir la humedad del grano en las fincas.

- **Calidad del café pergamino:** El café del Cesar, Unidad La Montaña, tuvo el mayor porcentaje de grano guayaba, significativamente diferente de las otras procedencias. Esto explica el alto porcentaje de grano vinagre en los defectos almendra y los sabores de fermento en la bebida, lo cual permite deducir que faltó realizar control en las clasificaciones del beneficio del café procesado según la finca y en las que se secaron mecánicamente. También se encontraron diferencias significativas entre los granos pelados e impurezas según la práctica de beneficio, los cuales fueron mayores en el café según el proceso de la finca, así como para el BEC y para el secado mecánico.

- **Defectos del café almendra:** Los principales defectos fueron el café brocado, el vinagre, el mordido y el decolorado. Se observó un mayor porcentaje de defectos en las muestras procedentes de fincas ubicadas a $< 1.300\text{m}$, donde los granos brocados, vinagres y decolorados fueron mayores en comparación del café cultivado en las otras altitudes. Los menores defectos se encontraron en el café cultivado a una altitud $> 1.600\text{m}$, con granos brocados

en promedio de 0,79% comparado con 1,86% a 1.300 a 1.600m, y 3,38% para el café de $> 1.300\text{m}$.

Caldas tuvo el mayor porcentaje de defectos seguido de Antioquia y Quindío. El grano brocado fue mayor en Caldas, seguido de Quindío, departamentos que presentaron medias estadísticamente iguales y diferentes de las otras procedencias. El grano decolorado fue mayor en Antioquia y Cesar seguido de Caldas, y el grano mordido fue similar en todos los departamentos.

En el café proveniente de los suelos del Suroeste en Antioquia se encontraron los mayores valores de porcentaje de defectos (14,94%) y granos decolorados, los cuales fueron estadísticamente diferentes de las otras procedencias, a excepción de la Montaña para los granos decolorados. El café proveniente de las Unidades La Montaña (Cesar) y Suroeste tuvieron los mayores porcentajes de granos vinagres. No se observaron diferencias estadísticas entre las variedades de café Tabi, Colombia y Caturra, para la variable porcentaje de defectos.

Se observaron diferencias significativas entre los defectos presentes en muestras procesadas por BPM (6,5%) en comparación con las muestras procesadas según el criterio de la finca (12%), lo cual demuestra la ventaja de controlar el proceso en el beneficio incluyendo la separación de frutos y granos defectuosos a través del proceso.

Las muestras secadas mecánicamente y procesadas por fermentación y por Becolsub, obtenidas de acuerdo con los procesos de la finca, mostraron el mayor porcentaje total de defectos con valores de 14,5 y 12,4%, respectivamente, así como de granos vinagres y decolorados, seguidas del café procesado por Becolsub y secado al sol. Los granos decolorados se originaron por el sobresecado en secadores mecánicos y por mezclas de café durante días en tanques de

fermentación, los vinagres por sobrefermentación y por no retirar completamente el mucílago y la pulpa de los granos antes de su secado.

- **Factor de rendimiento en trilla:** El mayor valor del factor de rendimiento en trilla (88,4) se obtuvo del café de la variedad Tabi, cultivado por encima de 1.600m, procesado por BPM, por fermentación y secado al sol. Las variedades Caturra y Colombia tuvieron valores de rendimiento de 95, independiente del origen y proceso del café. Los mayores rendimientos se obtuvieron en Santander, Cesar, seguidos de Quindío y Caldas.

El rendimiento en trilla fue de 91,6 a >1.600m, mejor que para las muestras cultivadas entre 1.300 y 1.600m, con un valor de 93,9 y este a su vez mejor que el café cultivado a <1.300m con un valor de 97,9, que fue diferente estadísticamente de los primeros. El café proveniente de la Unidad Perijá obtuvo el mejor rendimiento en trilla 88,5, seguido del café de Paujil con 90,4, diferente estadísticamente de los rendimientos obtenidos de las muestras de las Unidades Suroeste (102,9) y Quindío (96,1).

- **Tamaño del grano almendra:** Se observaron diferencias significativas entre el porcentaje de grano sobre mallas 17, 16, 15, y 14 para la variedad Tabi con respecto a Caturra y Colombia. El tamaño del café del Cesar fue mayor y diferente del café de Caldas y Quindío. Las mismas diferencias se encontraron en la suma de los granos de tamaño 17 y 16, 16 y 15, y sobre cada una de las mallas 15 y 14.

La variedad Tabi cultivada en las Unidades La Montaña y Perijá, mostró porcentajes de grano por encima de malla 17 cercanos al 80%.

- **Optimización de técnica ICP-OES para determinación de elementos químicos.** Se avanzó en la optimización de la metodología

para el análisis de elementos químicos por la espectrometría de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado ICP-OES. Se ha logrado la calibración para 42 elementos en muestras de café, para los rangos del contenido de los elementos químicos que incluye el conocimiento de las longitudes óptimas para el análisis y la estandarización de las condiciones de análisis.

- **Análisis de suelos:** Se analizaron 231 muestras de suelos en su fertilidad y caracterización III en elementos químicos disponibles. Se analizó pH, N, Mo, K, Ca, Mg, Na, Al, Cl, P, Fe, Mn, Zn, Cu, B, S, clasificación física en porcentaje de arcillas, limos y textura. Se están analizando 55 muestras de suelos que correspondieron a tres materiales parentales, cuatro departamentos, seis unidades de suelos, tres rangos altitudinales y dos variedades de los lotes donde se tomaron las muestras de café que se beneficiaron por BPM.

Análisis de elementos químicos en café verde y tostado: Se analizaron 70 muestras de café verde y 67 muestras de café tostado en los elementos químicos estandarizados: 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, Sr, Te, Ti, Tl, V y Zn.

Se han encontrado diferencias estadísticas en el contenido de varios de los elementos analizados según los factores de proceso (tipo de beneficio y secado) y por factores de origen geográfico (unidad de suelo, material parental, altitud y departamento) y también por variedad. Se está analizando la información con respecto al contenido de los elementos en los suelos y en relación a las diferencias o correspondencia entre el contenido en café verde y tostado, con el fin de lograr identificar algunos elementos que puedan contribuir a diferenciar el café por origen.

Se destaca que el K es el elemento más abundante en los granos de café, tanto almendra como tostado, seguido de S, P y Mg. El K en café verde tuvo un valor promedio de 17.428ppm (c.v. 20,2%), en el café tostado el promedio fue de 17.011ppm (c.v. 24,1%). Estos valores están dentro del rango reportado en la literatura donde el contenido de K en café verde promedio varía de 13.816 a 18.800ppm, y en café tostado de 17.500 a 19.600 ppm.

El contenido de S en promedio fue de 3.186ppm para café verde (c.v. 36,8%) y 3.346ppm (c.v. 30,5%) para café tostado. El P en el café almendra fue de 1.146 ppm para café almendra (c.v. 22%) y de 1.216ppm (c.v. 22%) para café tostado, valores inferiores a los reportados en la literatura para café tostado de otros orígenes. El contenido de Mg estuvo en 1.076ppm (c.v. 27,8%) para café almendra y 1.204ppm (c.v. 27,1%) para café tostado. En la literatura se reportan contenidos de Mg en café de otros orígenes geográficos desde 582 a 3.917 ppm para café verde y de 1.714 a 3.000ppm para café tostado.

El contenido de Ca en café almendra fue de 468 (c.v. 34,4%) y en café tostado de 605,4ppm (c.v. 36,2%). En la literatura reportan contenidos de calcio en café verde de 362 a 4.000ppm y en tostado valores hasta a 1.000ppm. Los contenidos de Fe, Si, Zn y Cu, entre otros, mostraron grandes variaciones en el café. Por el contrario los coeficientes de variación para K, P, S, Na, Rb y Mg fueron los más bajos. En café tostado los coeficientes de variación fueron más bajos en comparación con los obtenidos para el grano de café verde.

- Análisis de aguas de fincas: Se realizaron análisis microbiológicos, físicos y químicos a las muestras provenientes tanto de acueducto como de nacimiento de las fincas. En el 50% de las muestras se encontró presencia de coliformes fecales, y solo en las muestras de acueducto de tres departamentos no se

encontraron estas bacterias. La mayoría de las muestras evaluadas cumplió con los valores físico-químicos establecidos en el Decreto 475 del Ministerio de Salud 1998, para la calidad del agua; sin embargo, la calidad microbiológica encontrada indica que el agua no es apta para el consumo humano y por consiguiente, no es adecuada para el procesamiento de alimentos, sin tratamiento previo. Por tanto, es necesario establecer estrategias para mejorar la calidad del agua en 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 (experimentos QIN3010 y QIN3011) se continuó con la sistematización de la información para documentar la trazabilidad y manejo de las muestras y resultados obtenidos de ambos experimentos.

- Análisis de calidad físico-química del café: Se realizaron más de 200 determinaciones físico químicas en la muestras de café verde y tostado como: color, pH, Brix, sólidos totales, actividad del agua y contenido de humedad, usando métodos estandarizados. También se mejoraron los protocolos de las Buenas Prácticas de Laboratorio, Normas de Higiene y para la Bioseguridad.

Estudio de la calidad y la composición química de café de varios países de origen. QIN 3011. Investigación desarrollada en Cenicafé con recursos del fondo Nacional del café.

En esta investigación se busca encontrar elementos o compuestos químicos o características sensoriales que diferencien al café de Colombia de los 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 Sudamérica, Centroamérica, África y Asia, incluyendo cafés de reconocida calidad, así

como, de otros países productores de cafés de inferior calidad y precio.

Durante el año 2006 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, los cuales se enviaron a las autoridades de Federación en Bogotá, en varias ocasiones para establecer los contactos pertinentes de agentes en países. No se recibieron muestras en el marco de la investigación. Se recibieron cuatro muestras del extranjero a través de la FNC, con procedencia conocida pero trazabilidad desconocida, éstas fueron analizadas para obtener algunos datos de referencia.

Mejoramiento de la calidad por medio de la prevención de formación de mohos. QIN3501.

Se realizaron tres pruebas interlaboratorio de análisis de OTA en café almendra molido, que fueron coordinadas por Brasil y la FAO en Roma.

Entrenamiento de catadores y funcionamiento del laboratorio de análisis de calidad del café y panel de catación. QIN0302.

Investigación desarrollada en Cenicafé con recursos propios.

- Se iniciaron pruebas de selección de nuevos catadores para conformar junto con las cuatro personas seleccionadas en el primer semestre, el grupo de personas que realizarán las pruebas de entrenamiento a principios del mes de diciembre de 2006.
- Se evaluaron 9.055 tazas provenientes de muestras de investigaciones desarrolladas sobre calidad del café en los experimentos de la Disciplina correspondientes a los experimentos QIN3010, QIN30110 y QIN0302.
- Se prestó el servicio de análisis físicos y de catación a otras disciplinas de Cenicafé correspondiendo a 2.425 tazas y muestras evaluadas.

Efecto de la fermentación posterior al desmucilaginado mecánico en la calidad en taza del café. ING 1120.

Los tratamientos evaluados fueron: desmucilaginado mecánico y secado inmediato (tratamiento 1), desmucilaginado y almacenamiento con agua por una noche (tratamiento 2) y desmucilaginado mecánico y almacenamiento sin agua por una noche (tratamiento 3), cada uno con 12 unidades experimentales. Con los tratamientos 1 y 3 se obtuvo el mayor porcentaje de tazas con calificación mayor o igual a 6 en la característica impresión global, con promedio de 83,3 y 86,8%, respectivamente; con el tratamiento 2 se obtuvo el valor más bajo (69,4%). En la variable factor de rendimiento en trilla (FR) el valor más bajo se obtuvo con fue el tratamiento 2 (94,6), seguido por el tratamiento 1 (95,1) y el más alto con el tratamiento 3 (96,1). La contaminación generada, en términos de DQO, con el tratamiento 2 fue la de mayor valor (2,53g DQO/kg cc) y con el tratamiento 3 se obtuvo el menor valor (1,16g DQO/kg).

Evaluación comparativa del desmucilaginador con rotor de varillas respecto al desmucilaginador tipo Cenicafé. ING 1121.

Se construyó un dispositivo para medir la potencia empleada en el accionamiento de desmucilaginadores DESLIM -1.000 y con rotor de varillas DVR-1.000. El café empleado fue sometido a etapas comunes de clasificación hidráulica, despulpado sin agua, limpieza, clasificación por tamaño y dosificación del café despulpado por tornillo sinfín. Los subproductos generados fueron mezclados de forma similar por medio de un tornillo sinfín. En cada tratamiento se midió el torque en operación continua y la velocidad de rotación, la remoción de mucílago(%), el daño mecánico(%) y el factor de rendimiento en trilla. Adicionalmente para el tratamiento DRV-1.000, se cuantificó el consumo específico de agua, la demanda química de oxígeno, los sólidos totales, los sólidos suspendidos y el pH.

Los resultados mostraron diferencias estadísticas en la remoción de mucílago con el DESLIM 1.000 con un valor superior al 98%, mientras que el DVR-1.000 osciló entre 79,20 y 82,39%. El daño mecánico con el DRV-1.000 varió entre 0,27 y 0,38% y con DESLIM-1.000 entre 0,84 y 1,06%, aunque son notoriamente inferiores a los máximos establecidos. Los requerimientos de potencia para el DESLIM-1.000 y el DRV-1.000, fueron 2,61kW y 2,72kW, respectivamente, estadísticamente iguales. Los factores de rendimiento en trilla obtenidos con el DRV-1.000 y con el DESLIM-1.000 no presentaron diferencia estadística (93,25 y 94,79, respectivamente). El valor medio 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 la contaminación respecto al beneficio tradicional de 90,4%. El consumo específico de agua con el DVR-1.000 con 2, 3 y 4 enjuagues fue de 3,32; 5,0 y 6,64L/kg de c.p.s respectivamente, mientras que con el DESLIM fue de 0,8L/kg de c.p.s. El potencial medio en el agua de lavado y en lixiviados fue de 4,2 entre tanto los sólidos suspendidos y los totales fueron de 1,1 y 8,7 g/kg de c.c, respectivamente.

■ II. Cafés Especiales

Determinación de los perfiles cromatográficos del aroma del café tostado y molido, procedente de diferentes sitios de siembra del cultivo. Se evaluó el comportamiento de los compuestos volátiles del café tostado y molido proveniente de un rango altitudinal entre 1.100-1.900m. Las fincas donde se obtuvo el café son las mismas que donde se realizó el trabajo preliminar varios años atrás.

En ambas épocas de medición se destacaron las familias de compuestos heterocíclicos (furanos, pirazinas y piridinas, entre otros) como constituyentes en mayor cantidad, y fue el furanometanol el compuesto que mostró los mayores contenidos. También se encontró que el modelo estadístico cuadrático fue el que mejor se ajustó para correlacionar el efecto de la altitud del cultivo del cafeto con la composición de los volátiles de café tostado y molido. La familia de los furanos, mantuvo el mismo comportamiento a través del tiempo; sin embargo, las demás familias mostraron diferencias estadísticas (Figura 24).

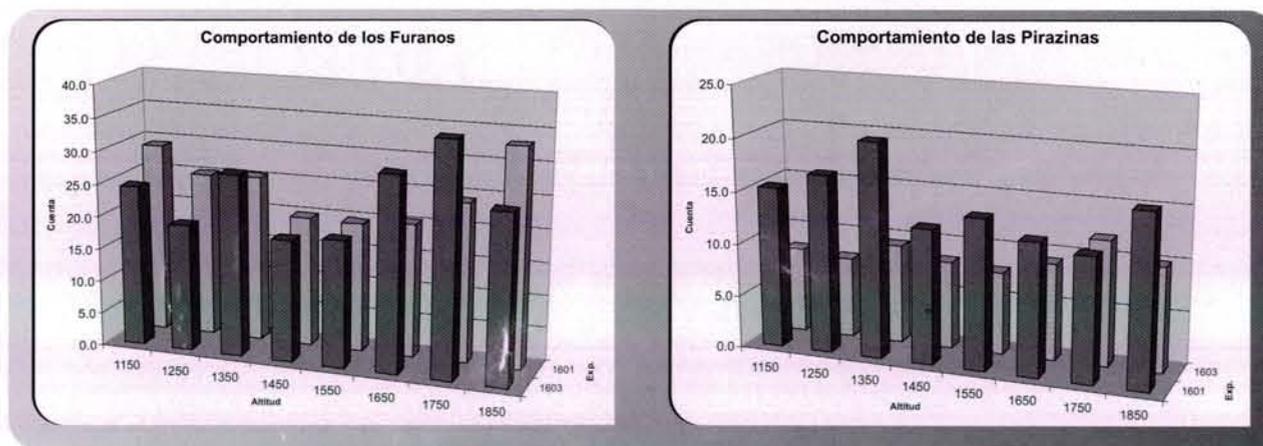


Figura 24. Comportamiento de la familia de los furanos y las pirazinas a diferentes altitudes y experimentos.

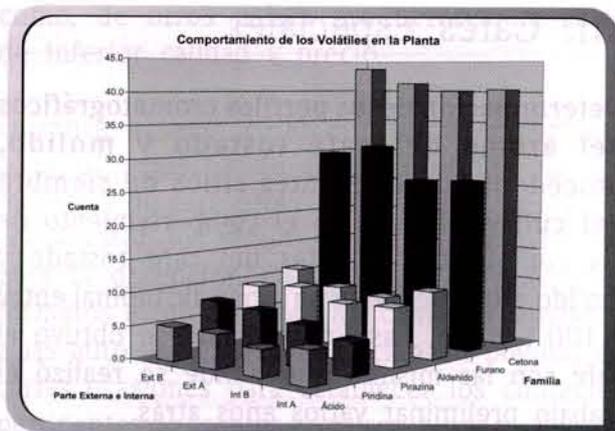


Figura 25. Comportamiento de los volátiles en la planta de café, Ext B (Externa baja), Ext A (Externa Alta), Int. B (Interna baja), Int. A (Interna Alta).

En ambos experimentos, se separaron más de 80 compuestos en el café tostado y molido

provenientes de diferentes altitudes, de los cuales se utilizaron 27 de ellos para la comparación temporal.

Al tomar muestras de la parte interna y externa de las ramas en la zona productiva, no se encontraron diferencias significativas en los diferentes compuestos volátiles analizados (Figura 25).

Adicionalmente, se encontró que con la variación en el grado de tostación se han identificado compuestos como la mayoría de los furanos y las pirazinas, que tienen un comportamiento creciente a medida que el grado de tostión aumenta, lo mismo que el color de la muestra.





Sistemas de producción complementarios

I. Especies Forestales

Conservación de la calidad de la semilla de 7 especies forestales nativas, bajo condiciones de almacenamiento. ETI 012. Esta investigación tuvo como objetivo conocer las condiciones de manejo y almacenamiento de semillas de especies forestales con el fin de conservar su calidad y a la vez fomentar su cultivo. En la Tabla 27 se observan las condiciones más favorables para su almacenamiento.

Tabla. 27. Manejo adecuado de semillas de algunas especies forestales nativas, para conservar su calidad (germinación)

Especie	N° Semillas/kg.	Temperatura de almacenamiento	Tratamiento pregerminativo	Observaciones
<i>Alnus acuminata</i> (aliso)	3.617.796	12 °C (6 meses)	Sin tratamiento siembra directa	
<i>Cordia gerascanthus</i> (solera)	53.408	12 °C (6 meses)	Inmersión en agua T° ambiente (4 horas)	
<i>Guarea guidonia</i> (cedrillo)	2.963	12 °C (6 meses)	Despunte con esmeril	
<i>Juglans neotrópica</i> (cedro negro)	30	4 °C (6 meses)	Despunte con esmeril	
<i>Quercus humboldtii</i> (roble)	101	No toleran almacenamiento	Inmersión en agua T° ambiente (72 horas)	Poner a germinar después del tratamiento
<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (chaquiro)	699	12 °C (6 meses)	Inmersión en agua T° ambiente (72 horas)	Latencia

Ensayo de procedencias y progenies para dos especies forestales tropicales de alto valor comercial de la región cafetera colombiana, *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*. ETI 0011. En los huertos clonales de *Cordia alliodora* establecidos en Paraguaicito y en Darién (Valle del Cauca), se lograron establecer 52 de los mejores individuos de la especie en el país. Para el caso de Paraguaicito se tienen establecidos 620 clones. La producción aproximada para los diferentes rametos en sus dos primeras fructificaciones ha sido de 750g/árbol aproximadamente, con un porcentaje de semillas viables por debajo del 50%, que es característico de la especie. El estimativo futuro para cada rameto a partir del año cuatro es de 1,5kg/árbol (Figuras 26 y 27).

Conservación de recursos genéticos en la región andina colombiana. ETI 0112. Se han establecido 28 especies forestales, y de éstas se ha registrado el desarrollo de 16. El área plantada es de 18,6ha distribuidas así: 9,8ha en la zona cafetera y 8,8ha en zona alta (por encima de 1.800msnm). En la zona cafetera se destaca el tambor (*Schizolobium parahyba*), con un crecimiento en altura de 1,53m/año; el aceituno (*Vitex cooperii*) con un crecimiento de 1,1m/año para Chinchiná y 0,9m/año en Belén de Umbría; el trapiche (*Prunus integrifolia*) con 0,89m/año en Belén de Umbría, 1,1m/año en el Líbano y su mejor desarrollo en el Tambo con 1,25m/año; y el cedro negro (*Juglans neotropica*) por su parte crece 0,95m/año en Belén de Umbría

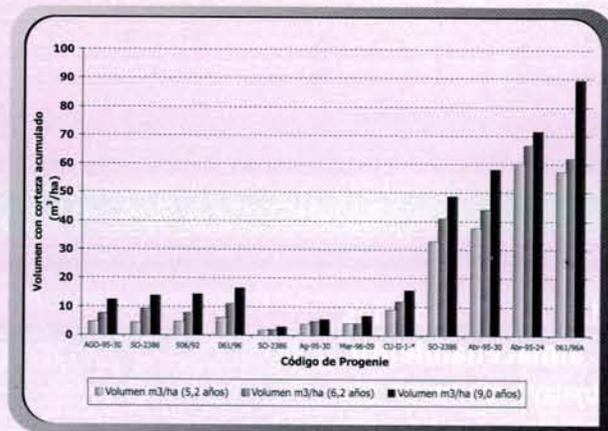


Figura 26. Desarrollo de las mejores progenies de *Tabebuia rosea* en tres localidades, en el noveno año de evaluación

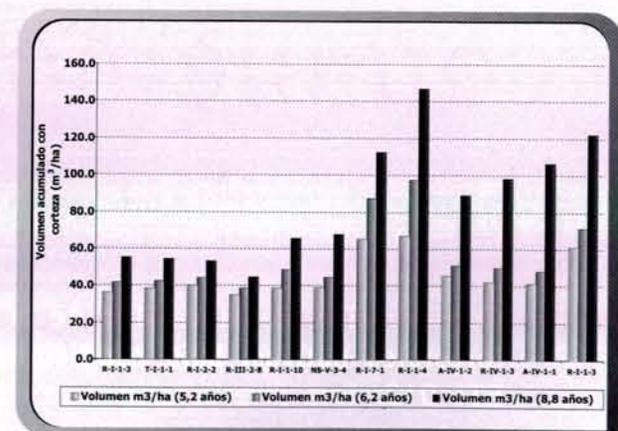


Figura 27. Desarrollo de las mejores progenies de *Cordia alliodora* en tres localidades, en el noveno año de evaluación.

En la zona alta se destacan el mondey (*Gordonia humboldtii*) que crece 1,6m/año en Dosquebradas y 0,9m/año en Herveo; el chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*) con un crecimiento de 0,8m/año en Herveo y 0,85m/año en Dosquebradas; y el Cedro negro (*Juglans neotropica*) con 0,8 m/año en Herveo. Se destaca el desarrollo en Dosquebradas y Herveo de *Podocarpus oleifolius* var *macrostachyus*, especie declarada en riesgo, con 0,65m/año y 0,54m/año, respectivamente.

Huertos clonales. Cenicafé cuenta con dos huertos clonales de nogal cafetero (*Cordia alliodora*) en la Subestación Paraguaicito y en Darién (Valle del Cauca), con 52 de los mejores individuos de la especie. Los huertos semilleros permitirán contar con semilla seleccionada de buena calidad para los programas de reforestación en el país.

Micorrizas y nematodos en especies forestales

Efecto de las micorrizas arbusculares en guayacán rosado (*Tabebuia rosea*) y su relación con el manejo de nematodos del género *Meloidogyne* spp. ETIO 122. Las semillas de *T. rosea* no dependieron para su germinación y vigor de la presencia de las micorrizas arbusculares (MA), pero sí de los sustratos, los valores más altos de germinación se observaron en suelo + arena esterilizados (97%), arena sin esterilizar (91%) y suelo + arena sin esterilizar (88%). El crecimiento y el desarrollo de las plántulas se favoreció en el sustrato suelo + arena sin esterilizar.

Las plántulas de *T. rosea* se asocian en forma temprana, desde el germinador, con el inóculo comercial. Al ser transplantadas en bolsas de 2kg y posteriormente evaluadas se observó un incremento significativo en su crecimiento en ausencia o presencia del nematodo. Estos incrementos fueron de 1.052% en el peso seco de la raíz, 1.053% en el peso seco aéreo.

237% en la altura de las plantas y 238% en el diámetro del tallo, en relación con las plantas testigo. El nematodo no afectó el porcentaje de colonización de la MA, el cual tuvo el valor más alto en el sustrato suelo sin esterilizar (90%). El principal efecto de la MA en la interacción con *M. incognita* y *M. javanica* fue la habilidad para estimular notoriamente el crecimiento de las plantas, compensando el daño producido por el nematodo.

■ II. Especies de Interés Económico

Introducción, caracterización, mantenimiento y evaluación de especies y variedades de cítricos” ETI 0201. Como conclusión final de este proyecto cabe resaltar el buen comportamiento de las mandarinas clementinas, que a pesar de estar registradas como materiales muy exigentes de temperaturas altas, muestran una muy buena adaptación en clima medio, lo que se ve reflejado en su producción y calidad.

Tienen frutos de menor tamaño y dentro del grupo evaluado, hay variedades con tendencia a producir frutos de menor peso (< 100g), tales como **Corsica 1, Corsica 2 y SRA 88;** como también materiales con frutos de mayor peso (> 180g) **Kara** (Tabla 28).

Las variedades Oroval, Nules y Page (Figura 28), tienen una distribución normal del peso de los frutos, y sobre el patrón M. Cleopatra, se registran porcentajes más altos de frutos de mayor peso (Tabla 29). Por ser frutas de mesa, dentro de sus características, además del fácil pelado y el reducido número de semillas, deben tener un sabor agradable, el cual está relacionado con el contenido de sólidos solubles, una baja acidez y una relación alta entre los sólidos y la acidez, denominada índice de maduración o ratio. Para este índice es más importante un

Tabla 28. Producción de las diferentes variedades de clementinas

Variedad	Producción período 2005 - 2006 (kg - 3 árboles)			Producción Acumulada (kg*)		
	Cleopatra	Sunki * E	C. 4475	Cleopatra	Sunki * E	C. 4475
Oroval	752,5	125,0	529,0	3474,0	1274,4	3859,4
Nules	343,5	90,5	382,5	3398,8	2196,0	3606,1
Corsica 2	34,5	447,0	439,0	900,8	3112,0	2849,6
SRA 88	956,5	7,5	581,0	4585,5	1745,8	4084,5
Corsica 1	0,0	445,0	189,5	2232,2	3399,0	3478,6
SRA 92	636,0	757,0	800,5	4883,8	5324,5	3969,5
Kara	487,5	301,0	823,0	4965,3	2896,0	6346,0
Page	266,0	215,5	324,5	2528,3	2841,6	3223,1
Arrayana	955,5	565,0	928,5	4450,6	3739,7	5251,0
Fair Child	54,0	76,5	83,5	871,4	323,7	1029,6
Total	4486,0	3030,0	5081,0	32290,5	26852,6	37697,2

Tabla 29. Distribución de calibres (peso de los frutos) por variedad

Variedad	Patron	< 100	100 - 140	140 - 180	> 180
Oroval	Cleopatra	15,3	54,2	23,6	6,9
Oroval	Sunki * E.	26,4	41,7	22,2	9,7
Oroval	Citrumelo	37,0	43,8	15,1	4,1
Nules	Cleopatra	12,2	34,1	36,6	17,1
Nules	Sunki * E.	17,5	50,8	31,7	0,0
Nules	Citrumelo	18,8	43,8	32,8	4,7
Corsica 2	Sunki * E.	46,3	36,6	17,1	0,0
Corsica 2	Citrumelo	66,0	22,6	7,5	3,8
SRA 88	Cleopatra	47,1	44,3	8,6	0,0
SRA 88	Citrumelo	47,7	38,5	13,8	0,0
Corsica 1	Sunki * E.	56,3	39,6	4,2	0,0
Corsica 1	Citrumelo	45,7	34,8	15,2	4,3
SRA 92	Cleopatra	40,4	51,9	7,7	0,0
SRA 92	Sunki * E.	74,1	20,4	3,7	1,9
SRA 92	Citrumelo	40,0	56,4	3,6	0,0
Kara	Cleopatra	2,2	20,0	77,8	0,0
Kara	Sunki * E.	0,0	11,8	20,6	67,6
Kara	Citrumelo	0,0	2,0	22,0	76,0
Page	Cleopatra	21,2	59,6	15,4	3,8
Page	Sunki * E.	44,4	33,3	22,2	0,0
Page	Citrumelo	28,9	44,4	15,6	11,1

mayor contenido de sólidos solubles (°Brix) que una baja acidez, por lo que un contenido muy bajo (<0,6) de ácido cítrico, implica un sabor insípido de los frutos.

Los contenidos de sólidos solubles, en su gran mayoría, rebasan el valor de 10, y

superan ampliamente los valores registrados por las variedades comerciales cultivadas en el país (Oneco y Arrayana), lo que indica que las variedades introducidas se han adaptado satisfactoriamente a las condiciones de clima del sitio de evaluación (Tabla 30).



Figura 28. Mandarina Page, frutos medianos y con excelente calidad interna

Tabla 30. Calidad interna de los frutos

Variiedad	Patron	Brix	Acidez	Ratio	pH
Oroval	Sunki * E.	10,48	0,94	11,12	3,45
Oroval	Cleopatra	8,07	0,77	10,48	3,52
Oroval	Citrumelo	10,25	0,92	11,12	3,47
Nules	Sunki * E.	9,97	0,51	19,46	3,81
Nules	Cleopatra	11,58	0,68	17,02	3,56
Nules	Citrumelo	10,82	0,70	15,36	3,70
Corsica 2	Sunki * E.	10,98	0,70	15,67	3,63
Corsica 2	Citrumelo	10,35	0,68	15,14	3,56
SRA 88	Citrumelo	10,65	0,77	13,89	3,59
SRA 88	Cleopatra	10,20	0,65	15,61	3,60
Corsica 1	Sunki * E.	10,90	0,87	12,51	3,56
Corsica 1	Citrumelo	9,82	0,64	15,35	3,64
SRA 92	Sunki * E.	10,75	0,62	17,34	3,76
SRA 92	Cleopatra	10,88	0,67	16,14	3,58
SRA 92	Citrumelo	10,68	0,65	16,56	3,70
Kara	Sunki * E.	11,77	1,84	6,41	2,94
Kara	Cleopatra	10,40	1,28	8,13	3,05
Kara	Citrumelo	10,08	1,30	7,74	2,99
Page	Sunki * E.	11,80	0,78	15,21	3,57
Page	Cleopatra	11,53	0,79	14,59	3,68
Page	Citrumelo	11,62	0,78	14,80	3,70
Oneco		9,17	0,54	16,97	3,77
Arrayana		8,80	0,71	12,37	3,59

Al igual que con las naranjas, también se evidencia el efecto positivo de los portainjertos trifoliados (Sunki x English y Citrumelo 4475), sobre el contenido de sólidos solubles de las mandarinas y las clementinas evaluadas.

En las mandarinas, la influencia de la altitud sobre el contenido de ácido cítrico no es tan marcado como en las naranjas, debido a que es una especie de amplio rango de adaptación. Con excepción de la variedad Kara, los valores

encontrados fluctúan entre 0,51 y 0,94, que corresponden a un acidez adecuada para una fruta de consumo en fresco. Esto hace que el índice de madurez o ratio, (relación solubles/acidez), sea superior a 11, lo que le confiere a la fruta un sabor muy agradable; **esta es la razón por la cual, dentro del gran grupo de las mandarinas que se comercializan en el ámbito mundial, las clementinas ocupan el primer lugar de preferencia por los consumidores.**

Dentro del grupo de los híbridos, con excepción de la variedad Ortanique (Figura 29), que corresponde a un tangor (naranja x mandarina), el resto de materiales estudiados fueron severamente afectados por el hongo *Alternaria* sp, patógeno que causó fuertes y frecuentes defoliaciones y daños en las estructuras reproductivas, que disminuyeron drásticamente la producción y demeritaron notoriamente la calidad de los frutos.

El portainjerto más sobresaliente durante todo el período de evaluación fue el Citrumelo 4475.

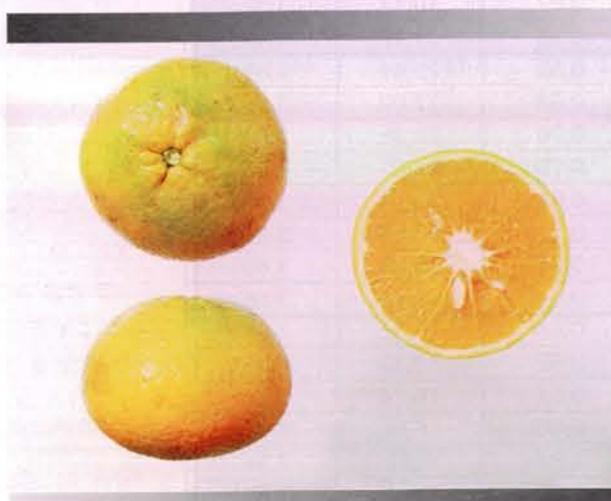


Figura 29. Variedad Ortanique.

La variedad Ortanique mostró en los tres portainjertos evaluados una concentración de la producción en un rango entre 62 y 83cm de diámetro, con un bajo porcentaje de frutos pequeños y grandes. En general, tiene un calibre adecuado para el mercado de fruta fresca del país. Es un Tangor, híbrido entre mandarina y naranja, muy productivo, con frutos de tamaño mediano a grande y buena calidad interna (Tablas 31 y 32).

En general, los híbridos de cítricos (*Citrus reticulata* x *Citrus* sp), al igual que las mandarinas en su gran mayoría son utilizados como fruta fresca, razón por la cual deben tener características especiales como: coloración llamativa (intensa), reducido número de semillas y un sabor muy agradable, el cual está relacionado con el contenido de sólidos solubles, una baja acidez y un alto índice de madurez (Tabla 33).

Los resultados muestran un contenido alto de sólidos solubles y teniendo en cuenta que se trata de un tangor, se nota la influencia de la altitud sobre el mayor contenido de acidez, especialmente sobre los portainjertos trifoliados. La mandarina Cleopatra, por efectos de menor acidez, tiene un índice de madurez más alto, lo cual le confiere un excelente sabor.

Tabla 31. Producción de los diferentes híbridos evaluados

Variedad	Producción período 2005 - 2006 (kg - 3 árboles)			Producción Acumulada (kg*)		
	Cleopatra	Sunki * E	C. 4475	Cleopatra	Sunki * E	C. 4475
Nova	194,5	0,0	313,5	1262,3	13,5	3150,1
Orlando	150,5	139,5	180,5	968,5	1091,1	1244,8
Ortanique	618,5	479,0	445,5	4473,3	5649,9	4062,9
Mineola	88,5	2,0	182,5	188,4	190,0	819,2
Ellendale	72,5	63,0	72,5	213,1	624,5	800,1
Total	1124,5	683,5	1194,5	7105,5	7569,0	10077,1

Tabla 32. Distribución de calibres (diámetro ecuatorial de los frutos)

Variedad	Patrón	< 61	62 - 71	72 - 83	84 - 92	> 93
Ortanique	Cleopatra	2	15	72	11	0
Ortanique	Sunki * E.	9	36	49	6	0
Ortanique	Citrumelo	4	40	47	9	0

Tabla 33. Calidad interna de la variedad Ortanique

Variedad	Patrón	Brix	Acidez	Ratio	pH
Ortanique	Cleopatra	12,30	0,90	13,6	3,6
Ortanique	Sunki * E.	12,63	1,58	8,0	3,2
Ortanique	Citrumelo	11,83	1,33	8,9	3,3

Este híbrido, en condiciones de menor altitud y con mayor temperatura, seguramente tendrá un comportamiento diferente respecto al contenido de ácido cítrico. Debido a la productividad, la resistencia a *Alternaria* y su buena calidad interna, este material puede tener un gran futuro en condiciones de la zona cafetera baja.

Respuesta del cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en suelos de la zona cafetera colombiana. SUE 1101. En este experimento se evaluó durante tres ciclos la respuesta del cultivo de espárrago a la fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en dos fincas de la zona cafetera central colombiana (La Marina y La Molienda), ubicadas en el departamento de Caldas. Solo en una de las fincas (La Marina), se encontró respuesta a la fertilización nitrogenada en una de las cosechas, comportamiento que se relacionó con una posible baja disponibilidad hídrica. El K ocasionó incrementos en la producción de turiones durante el tercer ciclo en La Marina y el segundo ciclo en la Molienda, cuando los niveles de este nutrimento disminuyeron a valores inferiores a $0,5\text{cmolc.kg}^{-1}$. Los altos niveles iniciales de P (resultado de fertilizaciones realizadas antes de comenzar el estudio), disminuyeron con el tiempo, pese a ello no alcanzaron valores bajos, razón por la cual en

ninguna de las localidades hubo efecto de la aplicación de este elemento. Con la aplicación de las diferentes combinaciones de N y K no se lograron incrementos significativos en la producción. Las dosis crecientes de N ocasionaron una ligera acidificación (descenso del pH e incremento de aluminio intercambiable), y pérdidas de calcio y magnesio. Los menores contenidos de K en el suelo se registraron en los tratamientos con bajas dosis de este nutrimento y altas dosis de N. Por el contrario, los mayores niveles de K correspondieron a los tratamientos con dosis medias y altas de éste en mezcla con bajas cantidades de N, indicando que las concentraciones de K están directamente relacionadas con las aplicaciones del mismo y que sus niveles decrecen una vez se incrementan las fertilizaciones nitrogenadas. Se encontraron las siguientes extracciones para la producción de una tonelada de espárrago fresco: 2,84kg de N, 0,60kg de P_2O_5 , 3,03kg de K_2O , 0,23kg de CaO, 0,23kg de MgO, 9,3g de Fe, 1,32g de Mn, 4,49g de Zn, 1,26g de Cu y 1,67g de B.

Macadamia. En la investigación sobre hemípteros plaga en el cultivo de la Macadamia se obtuvieron los siguientes logros:

1. Estandarización de la metodología y la época de muestreo para los chinches en el cultivo del macadamia de la siguiente manera:

Los hemípteros plaga que continúan causando daño económico son: *Antiteuchus* sp. y *Loxa* sp.; por tanto, el muestreo debe centrarse en la evaluación de estos dos insectos.

Es necesario realizar un muestreo detallado y simultáneo en cada uno de los lotes que se encuentren en producción, en el menor tiempo posible (máximo una semana).

Dentro de cada lote se hace necesario estratificar el muestreo, evaluando un árbol por estrato (parte alta, media y baja), con el propósito de identificar los focos, ya que cada finca tiene lotes con condiciones adecuadas para el establecimiento y la reproducción de éstos insectos.

Con la identificación de los focos y teniendo en cuenta las poblaciones encontradas se define cómo se debe realizar el manejo.

El muestreo debe repetirse cada dos meses en toda la finca.

2. Evaluación de cepas de hongos entomopatógenos de cuatro casas comerciales (Hongos del Trópico, Bioprotección, Laverlam y Sanoplant), con dos coadyudantes (Kem-kol y Break thru), para el control de chinches en el cultivo de la macadamia.

De los cinco ensayos realizados en el laboratorio y uno en el campo, se tienen los siguientes resultados preliminares:

El desarrollo de una metodología de evaluación de hongos entomopatógenos para el manejo de hemípteros plaga en condiciones de laboratorio.

El tiempo de evaluación de estos hongos en condiciones de laboratorio no puede ser superior a los 20 días, ya que a partir de este momento los hemípteros pierden vigor y ocurre una mayor mortalidad.

Las cepas evaluadas de las empresas comerciales difieren en comportamiento y expresión (esporulación). Se destacan: Fungiplant, de la empresa Sanoplant; *Metarhizium anisopliae*, de la empresa Bioprotección y *Beauveria bassiana* de Hongos del Trópico.

A nivel general, la utilización de los coadyudantes Kem-kol y Break thru, mejoraron la eficacia de los hongos evaluados entre un 20 y un 60%, debido a que se registraron mayores porcentajes de mortalidad en los chinches.

En el ensayo realizado en el campo para evaluación de los hongos entomopatógenos se observó que:

- Los hongos evaluados permitieron disminuir las poblaciones de los chinches entre un 85 y un 93% en el día 14 de evaluación.

- El tratamiento que tenía los hongos más un insecticida químico, disminuyó la población de *Antiteuchus* sp. en un 98%.

Se continuarán los ensayos con hongos entomopatógenos tanto en el laboratorio como en el campo para definir una recomendación confiable, efectiva y económica al cultivador de macadamia.

3. Ensayos sobre el incremento de chinches y sus parasitoides en el laboratorio. A la fecha en el laboratorio solo se lograron obtener individuos hasta ninfa tres del chinche *Antiteuchus tripterus*.

Los últimos ensayos realizados para el incremento de este insecto, ubicando material arbustivo (*Crotto* sp. e *Hibiscus* sp.) dentro de las jaulas de cría, han permitido sostener poblaciones de chinches vivos durante un período mayor a 30 días y también se ha logrado obtener posturas viables en estas condiciones, las cuales han eclosionado y sus progenies se mantienen vivas.

Estas últimas observaciones justifican la solicitud realizada a Asohfrucol, para construir una casa de mallas en uno de las fincas donde se encuentran ubicados los cultivos de macadamia, colocando plantas vivas de macadamia, soya, san joaquín y croto, en donde las condiciones de temperatura y humedad relativa sean las mismas que las condiciones de cría natural de *A. tripterus*.

Para la multiplicación de los parasitoides *Trissolcus bodkini*, *Phanuropsis semiflaviventris* y *Tdenomus polymorphus* colocar todo el nombre científico, se estudiaron varias formas de mantener el pie de cría. Actualmente estos pueden sobrevivir hasta 40 días en condiciones controladas con una alimentación a base de miel (100%) y un fotoperíodo de 12 horas día y 12 horas noche 12D:12N.

El parasitoide *Trissolcus remus*, el cual se trajo del laboratorio de control biológico de Smurfit Cartón de Colombia (Restrepo Valle del Cauca) no parasitó los huevos de *A. tripterus* y *A. tripterus limbiventris*.

Los huevos obtenidos de las especies *Euschistus heros*, *Banasa* sp. y *Acrosternum* sp., han sido muy pocos, además los que se han obtenido no han sido parasitados por *T. bodkini* y *P. semiflaviventris*.

Como un logro importante para este período se aprobó en el mes de septiembre por parte del Ministerio de Agricultura la conformación de la cadena productiva de la macadamia en Colombia.

Estudio de la pudrición de la corona en cultivos de espárrago. En lotes con diferentes manejos (herida y sin herida) y niveles de enfermedad, se evaluó la efectividad de los productos *Trichoderma* (50ml/planta), Microorganismos Eficientes (50ml/planta), S-Cuper, (50ml/planta), Amistar (50ml/planta), Ridomil (50ml/planta), Ridomil + Mertect +

Ergostin, en tres sistemas de aplicación: en Drench (50ml/planta), Inyección a las coronas (80ml/planta) y en Aspersión foliar (20ml/planta), para el control de las pudriciones radicales de espárrago. Las plantas pertenecientes al lote con mayor grado de severidad de la enfermedad y a las que además se les ocasionaron heridas en sus raíces, mostraron los menores valores para las variables sanidad de la corona, producción de yemas, crecimiento aéreo, además de peso total, número y calibre de turiones, lo que ratifica que las heridas o las condiciones de estrés ocasionan en las plantas una baja productividad. Sin haber completado el análisis estadístico no se perfila ninguno de los tratamientos como superior en todos los lotes evaluados y para todas la variables. En invernadero se evaluaron los mismos productos más un tratamiento con micorrizas (20g/planta). La mezcla de Ridomil + Mertect + Ergostin, así como las micorrizas, mostraron los valores más altos para las variables altura, peso fresco de la parte aérea, sanidad y peso fresco de la raíz. Para producir plantas con mayor sanidad y vigor, una alternativa puede ser la incorporación de micorrizas al momento de transferir las plantas de germinador al almacigo. Hasta ahora los resultados indican que en la zona cafetera este problema no parece ser atribuible a un solo organismo, como tampoco su manejo depender exclusivamente de productos químicos. Se trata al parecer de un disturbio en el que influyen notoriamente las condiciones ambientales.





Sostenibilidad Ambiental

■ I. Captura de Carbono y el Protocolo de Kyoto.

La comunidad internacional y particularmente los países desarrollados, han adquirido compromisos para la reducción de los gases de efecto invernadero, responsables en parte por el cambio climático global. La FNC-Cenicafé, han desarrollado metodologías que le permitan contabilizar las reducciones asociadas con proyectos forestales, agroforestales y silvopastoriles en las condiciones de ladera de la zona cafetera colombiana.

En el período del informe, se desarrolló un aplicativo en MS-Excel, que permite con base en el modelo CREFT®, llevar a cabo un análisis ex-ante preliminar para un proyecto del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto (MDL).

El paso subsiguiente es elaborar el Project Design Document (PDD), se adaptaría la metodología china de línea de base y su monitoreo (que es la que actualmente se encuentra aprobada), en la cual se incluya el CREFT®, y realizar el registro del proyecto ante la entidad nacional y en la secretaria ejecutiva del MDL, paso prioritario para poder negociar el proyecto.

Este trámite es requisito indispensable para iniciar las negociaciones tanto en el mercado regulado (Kyoto) como en el voluntario. Los beneficios de este tipo de proyectos, están relacionados con la obtención de ingresos adicionales por el servicio ambiental “captura de carbono”, a través de la venta de los certificados de reducción de emisiones, la disminución de la erosión, la estabilización de los caudales y el incremento en la biodiversidad, entre otros; así como los beneficios que se obtendrían sobre la productividad y la rentabilidad, puesto que se mantendría una caficultura joven y social, puesto que se generaría empleo y mayores ingresos para los agricultores.

■ II. Conservación de suelos

Determinación de la relación entre la resistencia al corte y las propiedades físicas y químicas de algunos suelos de la zona cafetera colombiana. SUE 0909. El área del estudio comprende tres departamentos (Caldas, Quindío y Tolima) y 11 unidades cartográficas de suelo (Chinchiná, Montenegro, Fresno, 200, Manila, Sincerín, Tablazo, Cascarero, Violeta,

Chuscal, Guamal). Para el muestreo, por cada unidad de suelo, se seleccionaron 3 laderas naturales sembradas en café a libre exposición con pendientes superiores a 65%. Teniendo en cuenta que los suelos plásticos (aquellos que presentan mayor proporción de partículas finas) se comportan diferente que los no plásticos (a aquellos en los que predominan fracciones gruesas), en este trabajo se analizaron de manera separada.

El valor máximo de resistencia al corte fue obtenido en una muestra proveniente de la Unidad 200 (194,3kPa), en contraste, el valor mínimo fue obtenido en una muestra de la Unidad Fresno (83,2kPa). Para la cohesión el mayor valor se obtuvo en la unidad Fresno (107,9kPa), mientras que se encontraron valores de 0 kPa en muestras provenientes de las Unidades Chinchiná y Cascarero. El valor mayor de ángulo de fricción se encontró en la Unidad 200 (44°) y el valor más bajo en la Unidad Montenegro (13°). De los suelos evaluados 19 fueron plásticos y 13 no plásticos.

En suelos plásticos hubo 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, el contenido de materia orgánica, el contenido de aluminio y el índice de plasticidad (Figura 30). La resistencia al corte, determinada por el método directo, no mostró correlación en suelos plásticos con la resistencia al corte determinada *in situ*. En suelos no plásticos se encontró correlación lineal directa entre la resistencia al corte determinada por el método directo y la cohesión.

La resistencia al corte, determinada por el método de la veleta *in situ* en suelos no plásticos, tuvo una correlación directa con la resistencia al corte directo y la resistencia a la penetración, y mostró una correlación inversa con el pH y el calcio (Tabla 34).

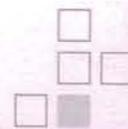


Tabla 34. Coeficientes de correlación lineal simple (r) entre la resistencia al corte por el método de la veleta y algunas propiedades físicas y químicas de suelos no plásticos.

PROPIEDAD	r	$P < 0,05$
Corte Directo	0,55	0,0482
Resistencia a la penetración	0,83	0,0004
pH	-0,60	0,0300
Calcio	-0,57	0,0394

La resistencia al corte medida *in situ* por el método del Torvane, no mostró relación significativa con ninguna de las propiedades del suelo evaluadas, ni con los otros métodos de medición de resistencia al corte.

Evaluación del riesgo por erosión potencial de la zona cafetera central del departamento de Caldas. SUE 0914. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los suelos, de acuerdo a la erosión potencial, procedimiento que puede ser utilizado como herramienta de planificación, con el fin de contribuir con la sostenibilidad de los recursos. El área de estudio correspondió a la zona cafetera central del departamento de Caldas, ubicada entre $4^{\circ} 55'$ a $5^{\circ} 42'$ de Latitud Norte y $75^{\circ} 45'$ a $75^{\circ} 20'$ de Longitud Oeste, con altitudes entre 1.000 y 2.000m y precipitación entre 1.708 y 2.695mm. La zona abarca 11 municipios, 34 estaciones climáticas de la red meteorológica de Cenicafé y 14 tipos

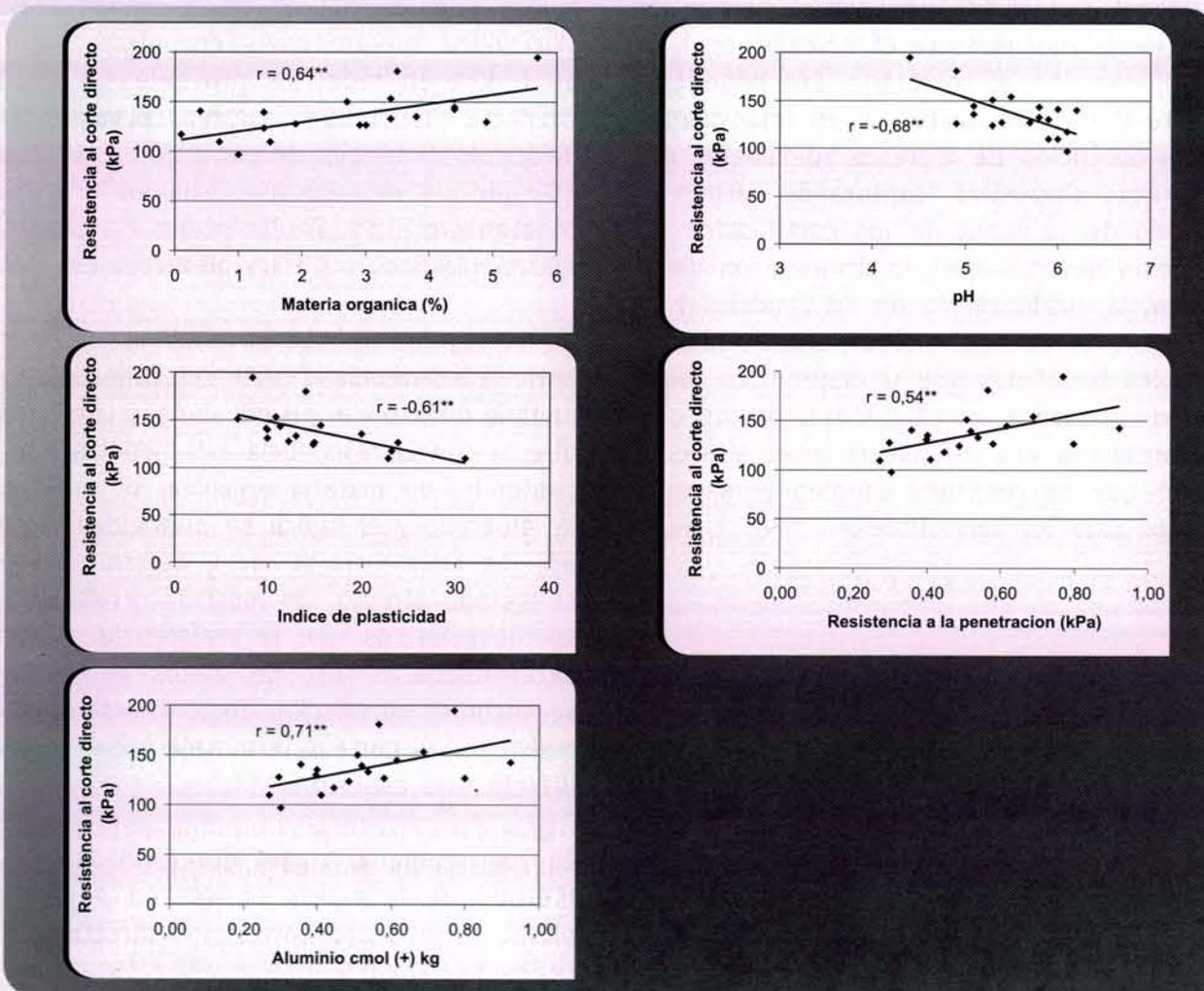


Figura 30. Relación entre la resistencia al corte directo y algunas propiedades en suelos plásticos. ****** significativo ($p < 0,01$).

de suelo (unidades cartográficas). Se empleó la ecuación universal de pérdida de suelo con modificaciones, utilizando el análisis multiplicativo de los factores erosividad (R), erodabilidad (K) y longitud y gradiente de la pendiente (LS). La erosividad se determinó mediante el Índice de Erosividad EI30, calculado a partir del índice de Fournier modificado $IFM = \sum (p^2/P)$, y espacializados mediante interpolación Kriging; la erodabilidad o factor K se determinó en forma directa en condiciones de laboratorio, utilizando un simulador de lluvias y muestras de suelo disturbadas. Cada punto de muestreo fue georeferenciado, y los factores longitud y gradiente de la pendiente se determinaron con la ayuda del modelo de elevación digital. A partir de las pérdidas de suelo por erosión, obtenidas mediante la multiplicación de los factores evaluados (R, K y LS), y con los valores de la profundidad del horizonte A, se diferenciaron zonas por el riesgo a la erosión mediante un ambiente SIG-ILWIS.

La erosividad fue alta (7.500 a 10.000MJ.mm.ha) en el 92% del área estudiada y muy alta (10.000 a 15.000MJ.mm.ha) en el 8%. La erodabilidad varió entre 0,00082 a 0,00864t.ha.MJ⁻¹.mm⁻¹.ha⁻¹, considerada como natural a muy baja, lo cual indica que los suelos estudiados son en general, resistentes a los procesos erosivos. Se encontró una relación entre el factor LS y el material de origen, y se encontró que los suelos derivados de cenizas volcánicas presentaron los menores valores de LS, por la presencia de pendientes de longitudes cortas e inclinación baja, mientras que los suelos originados a partir de rocas ígneas y metamórficas tuvieron altos valores de LS asociados a la presencia de pendientes fuertes y longitudes largas.

Se encontró que el 78% de la zona estudiada tiene alto riesgo a la erosión potencial (Figura 31), con pérdidas potenciales de suelo superiores a 20t.ha⁻¹.año⁻¹, debido a la alta erosividad de las lluvias y a las fuertes pendientes con longitudes largas que favorecen la acción erosiva del agua.

Impacto de la erosión en la producción del cultivo de café y en la calidad del suelo.

SUE 0918. En este experimento, localizado en la Subestación Experimental El Rosario (Venecia, Antioquia), se está evaluando el efecto de cuatro fases de erosión (leve a severa) y dos sistemas de manejo del suelo (con y sin control integrado de arvenses), sobre la productividad del cultivo de café y sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo.

Se ha encontrado que la erosión tiene un efecto negativo sobre algunas propiedades del suelo, tales como: contenido de materia orgánica, densidad aparente, retención de humedad, infiltración, estabilidad de los agregados y resistencia a la penetración. A través del tiempo, se ha encontrado un efecto positivo del manejo de coberturas sobre las pérdidas de suelo.

Los resultados de producción de café de la primera cosecha no han mostrado diferencias entre las fases de erosión I, II y III; pero sí entre éstas con la fase IV (erosión severa). No se han encontrado diferencias entre la producción de café, obtenida en suelos con manejo de coberturas y suelo desnudo en las diferentes fases de erosión.



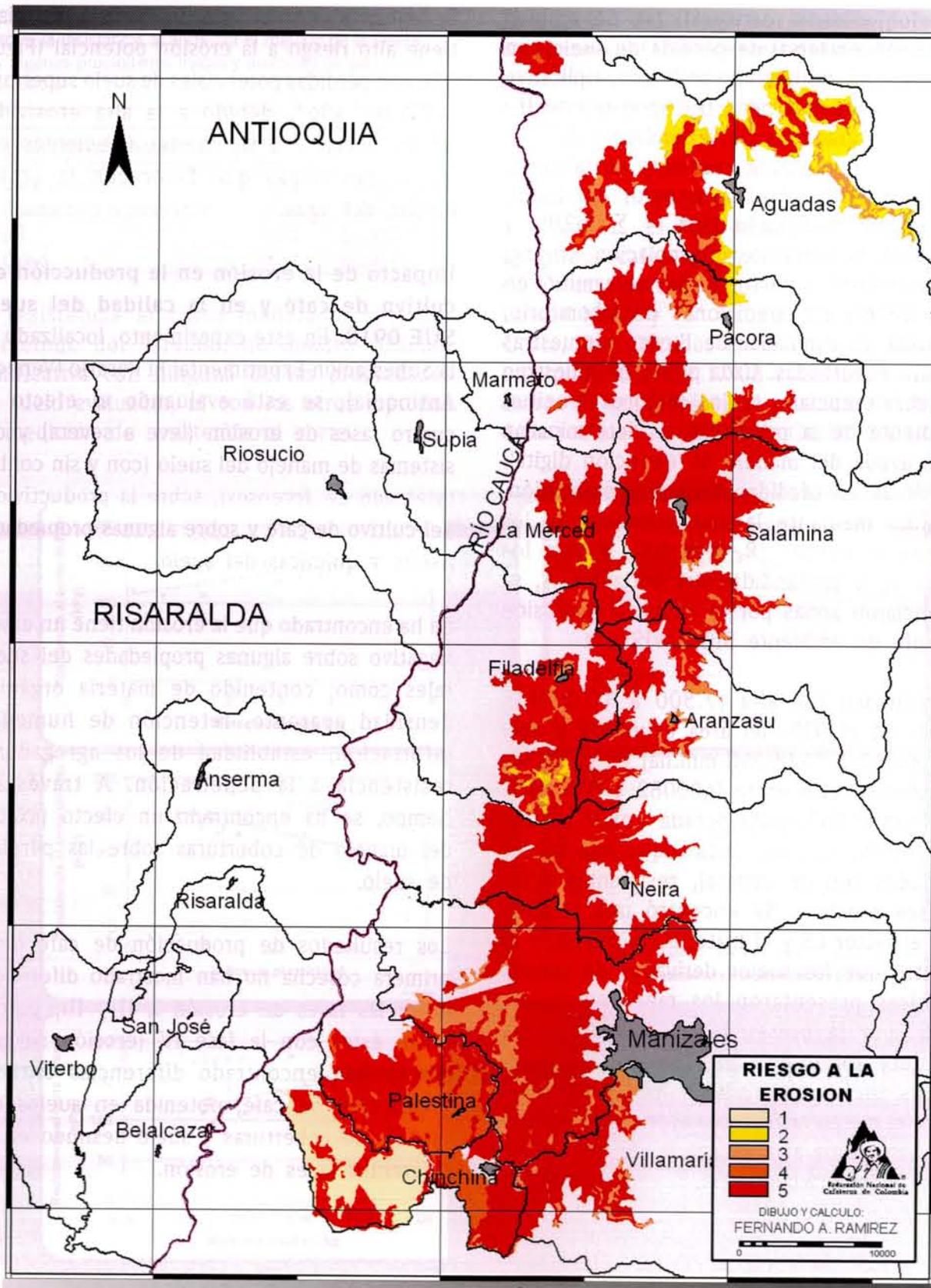


Figura 31. Mapa de riesgo a la erosión en la zona central del departamento de Caldas.

■ III. Manejo Integrado de Arvenses

Efecto del sistema de producción de café con cultivos intercalados y manejo integrado de arvenses sobre algunas propiedades del suelo. SUE 0912. El experimento se llevó a cabo en la Estación Central Naranjal de Cenicafe ubicada en el municipio de Chinchiná (Caldas), se instalaron 24 parcelas de escorrentía, donde se aplicaron 8 tratamientos con tres repeticiones, consistentes en cultivos transitorios de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y yuca (*Manihot sculenta*), intercalados entre las zocas de café con 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.

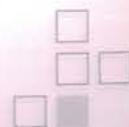
En el primero y segundo ciclo de los cultivos transitorios, las menores pérdidas de suelo ocurrieron en el tratamiento de café intercalado con maíz y MIA, con valores de 2,0 y 1,7t/ha, respectivamente. Durante estos dos ciclos las mayores pérdidas de suelo por erosión se obtuvieron en el tratamiento de café intercalado con frijol con suelo desnudo, con valores que superaron las 6,0t/ha. En los tratamientos de yuca intercalada con café, las mayores pérdidas de suelo ocurrieron después de la cosecha de ésta, superando los demás tratamientos. El flujo de agua por escorrentía no mostró diferencias entre los tratamientos evaluados.

Evaluación de la resistencia de tres arvenses de la zona cafetera colombiana al glifosato y alternativas para su manejo. SUE 1018. Debido a la dificultad para controlar ciertas arvenses con glifosato, se determinó la resistencia de *Eleusine indica* (pategallina), *Erigeron bonariensis*

(venadillo) y *Emilia sonchifolia* (hierba socialista) a dicho herbicida, utilizando dos metodologías, semillas en cajas de Petri y plantas en casa de mallas. Para lo anterior se recolectó semilla de estas tres especies en cuatro fincas cafeteras, tres de ellas caracterizadas por alta frecuencia en la aplicación de glifosato por más de diez años, ubicadas en los municipios de Chinchiná y Palestina, Caldas (biotipos A, B y C), y una finca de referencia, en donde no se han realizado aplicaciones de herbicidas por más de 20 años, localizada en el municipio de Los Santos, Santander (biotipo D). Adicionalmente, se evaluaron alternativas químicas para el manejo de estas arvenses en el campo, en la Estación Central Naranjal (Chinchiná), en la finca Las Américas (Palestina) y en la finca Rumichaca (Manizales).

Para *E. indica*, cuando se empleó la metodología con semillas en cajas de Petri y una concentración por encima de la comercial (48mg i.a.5 cm³), se obtuvo el 100% de control para el biotipo D; en el caso de los biotipos A, B y C el control fue del 53, 75 y 89%, respectivamente. En la metodología con plantas bajo condiciones controladas, con una dosis de glifosato de 960g i.a.ha⁻¹, se obtuvo un control superior al 80% en el biotipo D; en el caso de los biotipos de las fincas A, B y C se requirieron dosis dos veces mayores (1.920 i.a.ha⁻¹) para alcanzar estos mismos valores de control (Figura 32a).

En el caso de *E. bonariensis* bajo condiciones controladas en casa de mallas, el biotipo de referencia D, obtuvo un promedio de control superior al 90% con la dosis más baja de glifosato (480g i.a.ha⁻¹), entre tanto, para los biotipos A, B y C se necesitó de una dosis 6 veces mayor (2.880g i.a.ha⁻¹) para alcanzar estos mismos valores de control. Con la dosis comercial (1.440 g i.a.ha⁻¹) no se alcanzaron valores de control superiores al 60% en los biotipos potencialmente resistentes (A, B y C) (Figura 32b).



Para el caso de *Emilia sonchifolia*, según los resultados de ambas metodologías, no se apreciaron diferencias significativas en la respuesta al herbicida con el biotipo de la finca de referencia D (Figura 32c).

De lo anterior se concluye que los biotipos de *E. indica* y *E. bonariensis*, de las fincas A, B y C, han adquirido resistencia a glifosato; mientras que los biotipos *E. sonchifolia* no evidenciaron tal resistencia.

La evaluación de otras alternativas químicas para el manejo de estas especies en el campo, dio como resultado que los valores más altos de control (96 y 88%) se alcanzaron con 2,4-D amina y fluazifop butil para las arvenses *E. bonariensis* y *E. indica*, respectivamente. Con glifosato se obtuvieron valores de control de 6,8, 55 y 91% para *E. bonariensis*, *E. indica* y *E. sonchifolia* respectivamente, lo cual coincidió con los resultados encontrados en la evaluación de la resistencia.

■ IV. Controladores Biológicos

Pruebas preliminares *in vitro* para el control biológico de patógenos foliares. Se evaluó el efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* (formulado como Tricho-D) sobre los hongos fitopatógenos *Corticium salmonicolor* (mal rosado), *Mycena citricolor* (ojo de gallo), *Colletotrichum gloeosporioides* (antracnosis), *Rhizoctonia solani* (damping-off), *Phoma* sp. (muerte descendente) y *Colletotrichum* sp., (posible agente causante de la chamusquina). Para las pruebas de antagonismo *in vitro*, se empleó el medio de cultivo Papa Dextrosa Agar, para sembrar los hongos patógenos 8 días antes que el antagonista (10 repeticiones/tratamiento). Ocho días después de sembrado el antagonista se detuvo el crecimiento micelial de los patógenos, al entrar en contacto con el micelio de *T. harzianum*. A los 15 y 20 días,

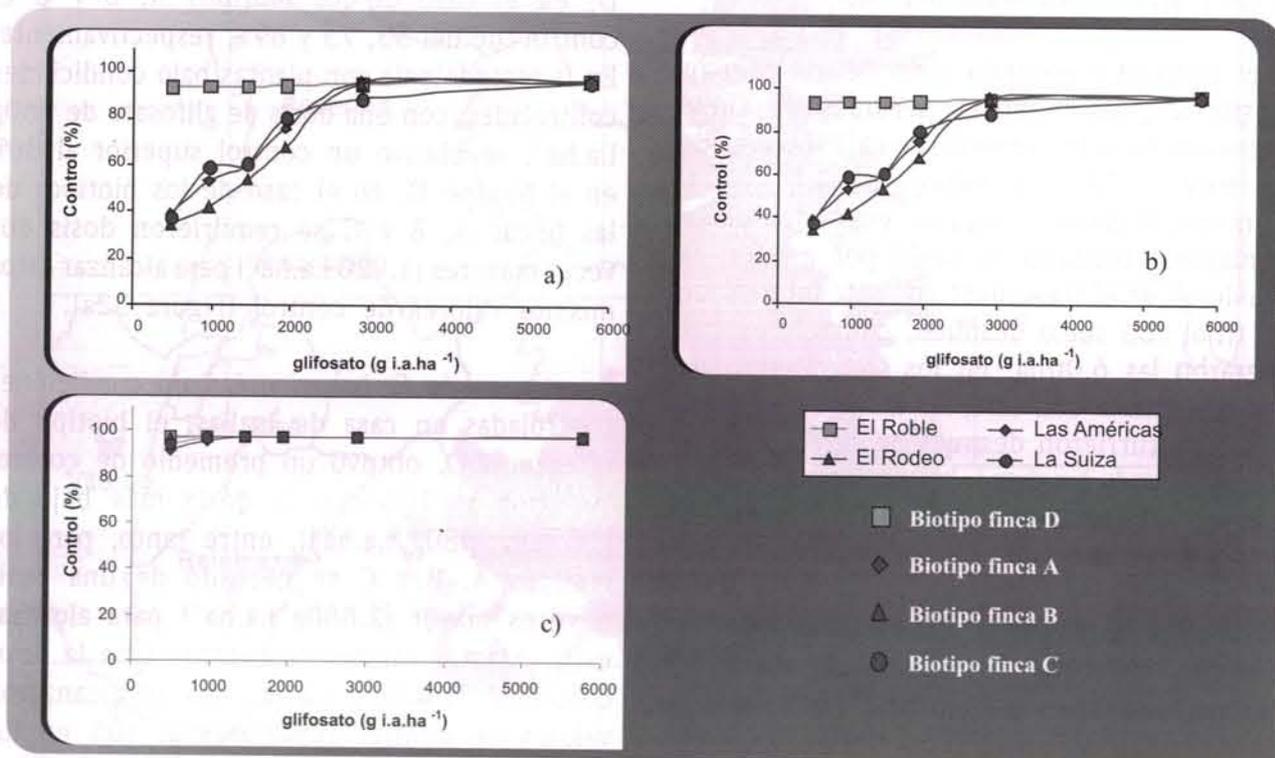


Figura 32. Control (%) de biotipos de *E. indica* (a), *E. bonariensis* (b) y *E. sonchifolia* (c), con dosis crecientes de glifosato, en plantas en casa de mallas.

Trichoderma invadió a los diferentes hongos patógenos, esporulando sobre ellos.

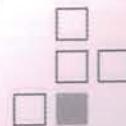
Uso de extractos de plantas para el manejo integrado de nematodos. Bajo condiciones *in vitro* se probaron los efectos del producto comercial Inbiagro®, fabricado a base de ruda (*Ruta graveolens*), y de los extractos acuosos de mucuna (*Mucuna deeringiana*) y nim (*Azadirachta indica*) para conocer su efecto sobre la eclosión de huevos y la mortalidad de larvas del complejo *Meloidogyne incognita* y *M. javanica*. Al aplicar Inbiagro® puro sobre masas de huevos, se redujo la eclosión en 35% y se tuvo una mortalidad de 100% sobre juveniles de segundo estado. Al llevar el producto a una concentración del 50%, aumentó el porcentaje de eclosión en 6% y disminuyó la mortalidad de las larvas en 27%. El extracto puro de mucuna disminuyó la eclosión de las masas de huevos en 42% con respecto al testigo; mientras que al diluir el extracto en 50%, la eclosión fue de 26%. En la evaluación de los extractos acuosos se encontró que la eficacia de los extractos de nim puede estar relacionada con el órgano de la planta del que se origina. Se obtuvo una eclosión del 15% en masas de huevos tratadas con extracto de raíz, y de 80% en masas de huevos tratadas con extracto de hojas. Estos resultados abren una alternativa para el manejo de nematodos en almácigos de café.

Nuevo género de hongo controlador de nematodos de la zona cafetera. Con apoyo del Ministerio del Medio Ambiente y en asocio con la Universidad Nacional sede Medellín, se procedió a completar un estudio morfológico y molecular detallado del hongo Hyphomycete Cenicafé 9501, biocontrolador del nematodo del nudo radical *Meloidogyne* spp. de taxonomía desconocida. Paralelamente, se procedió a identificar los genes que estaban involucrados en la interacción sobre huevos de *Meloidogyne* spp, algunos de los cuales ya habían sido registrados para otros hongos biocontroladores. Los resultados

permiten concluir que efectivamente se trata de un nuevo taxón de ascomycete, al que se le ha asignado un nuevo género, que agrupa dentro de un clado que incluye miembros del grupo de los Hypocreales, el cual se procedió a describir y nombrar. Con el fin de que el nombre no sea invalidado, éste se anunciará en una publicación reconocida, siguiendo las recomendaciones del Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

Producción de una micotoxina como criterio de selección de biocontroladores. Previa identificación por cromatografía de las diferencias en cuanto a producción de alcaloides Ergosta en extractos de micelio de los aislamientos de *Beauveria bassiana* Bb9205 (de amplio uso comercial) y Bb9024 (de baja patogenicidad), se procedió a evaluar las diferencias en la producción de la micotoxina Beauvericina. Mediante una nueva técnica de extracción y análisis HPLC se determinó que en una columna C18 fase reversa, diámetro interno de 4 y tamaño de la partícula de 5 micras; con diluyente metanol y con fase móvil acetonitrilo-agua (70:30), el tiempo de retención promedio es de 10,258 minutos, detectada a una longitud de onda de 210nm. Se comprobó que la cepa Bb9205 produce una mayor cantidad de beauvericina, lo que puede correlacionarse con su mayor patogenicidad sobre la broca del café. La concentración de la toxina puede ser incluida en un proceso de selección de aislamientos del hongo *B. bassiana* como un nuevo criterio en la búsqueda de formulaciones más eficientes para el control biológico de plagas.

Colección, identificación y preservación de cepas de microorganismos de interés para el control biológico de insectos plagas y enfermedades en cultivos en la zona cafetera colombiana. Con el fin de establecer el estado actual de las colecciones de microorganismos de Cenicafé, se inició el inventario del cepario de Entomología, en el cual se encuentran almacenados 168 aislamientos del hongo



Beauveria bassiana, uno de *B. Brongniartii*, 61 de *Metarhizium anisopliae*, 15 del género *Paecilomyces*, seis de *Lecanicillium lecanii* y siete del hongo *Fusarium*; estos hongos fueron aislados de insectos procedentes de diferentes órdenes y familias. La mayoría de estos hongos se encuentran preservados en Glicerol al 10%, nitrógeno líquido (NL) y liofilización. Para determinar la viabilidad de los hongos preservados en NL, se sembraron en PDA y SDA más extracto de levadura al 1%, aislamientos de 8 y 9 años de almacenamiento, así: 113 de *Beauveria* 113, 24 de *Metarhizium*, siete de *Paecilomyces* y tres de *Lecanicillium*. De las muestras liofilizadas se sembraron 66 aislamientos de *Beauveria* y uno de *Paecilomyces*, con 10 y 11 años de almacenamiento. En Glicerol se sembraron 21 aislamientos de *Beauveria* con 7 y 8 años de almacenamiento, cuatro de *Paecilomyces* y dos de *Fusarium*, almacenados por 5 años. En total se han sembrado 241 aislamientos. Los resultados obtenidos hasta el momento, mostraron mejor recuperación de los hongos *Beauveria* y *Metarhizium*, a partir de las muestras almacenadas en nitrógeno líquido. De los aislamientos de *Beauveria* y *Paecilomyces* liofilizados no se recuperó ninguno de los aislamientos sembrados. En la disciplina de Fitopatología se encuentran almacenados aislamientos de diferentes microorganismos como bacterias, hongos entomopatógenos, hongos antagonistas, hongos fitopatógenos y hongos bio-fertilizantes (micorrizas). En su mayoría, los microorganismos de esta colección están sembrados en los medios de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) y se mantienen refrigerados.

■ V. Entomofauna de la Zona Cafetera

Reconocimiento, colección, identificación y biología de artrópodos plagas y benéficos de la zona cafetera. En la actualidad el Museo

Entomológico “Marcial Benavides Gómez” de Cenicafe cuenta con 10.587 ejemplares distribuidos en 16 órdenes, 148 familias y 1.912 especies. De la totalidad de los ejemplares 5.675 están determinados hasta género o especie y 4.912 hasta familia. En este período se registraron 36 especies del orden Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae determinados por el Dr Stephen L. Wood de la universidad de Provo; entre éstas se registran nueve especies del género *Hypothenemus* recolectadas en la zona central cafetera; también se registraron, 155 especies del orden Hymenoptera: Formicidae del experimento “Caracterización morfológica y molecular de hormigas de importancia en la zona cafetera colombiana” y 130 especies de insectos de importancia en la zona, de las cuales 50 son nuevos registros para el museo.

Inventario y biología de artrópodos en diferentes condiciones del cultivo del café.

Se reportaron 11 especies de insectos en café almacenado, en trabajo realizado por Almacafé y en el cual se cooperó en la determinación de estas muestras, que en su gran mayoría corresponden al orden Coleoptera. Se destaca la presencia de insectos vivos de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari); adicionalmente se registró una alta población de la especie *Cathartus* sp. (Coleoptera: Cucujidae) en la mayoría de los sitios muestreados. Se registraron dos especies de insectos en alimentos procesados por la casa Luker, *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae), esta especie ya se había reportado en la empresa Super de alimentos y en la segunda muestra analizada se determinó la especie *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae). Se está adelantando el inventario de insectos benéficos en los cultivos asociados al café, en el cual se han reportado como depredadores 21 especies del orden Coleoptera: Coccinellidae.

Caracterización morfológica y molecular de hormigas de importancia en la zona cafetera colombiana. La zona cafetera colombiana se

caracteriza por ser un mosaico de sistemas productivos y elementos de relictos de bosques, los cuales gracias a sus condiciones particulares, albergan especies características de la zona, y aportan de manera conjunta a la diversidad faunística regional y nacional. Las cifras globales y el hallazgo en cultivos sin sombrero de especies raras o poco frecuentes, características de bosques o áreas bien conservadas, como *Leptanilloides biconstricta* y *Tatuidris tatusia*, dan muestra de la importancia de los diferentes elementos del paisaje cafetero, como refugio para la fauna de hormigas colombiana y demuestran que la caficultura con diferentes alternativas de manejo constituye un sistema productivo con posibilidades para apoyar la conservación de la biodiversidad.

El estudio morfológico de las especies de hormigas que habitan en la zona cafetera colombiana, de la mano de estudios moleculares con técnicas como RAPD's y AFLP's, brinda la posibilidad de esclarecer problemas relacionados con la identificación de especies de grupos catalogados como plagas. El reconocimiento preciso de las hormigas problema, permite enfocar los esfuerzos de manejo o control en la especie indicada y evita el desgaste en grupos similares o cercanos, inocuos para la productividad agrícola.

Los análisis morfológicos y moleculares de las especies del género *Acropyga*, realizados a partir de muestras separadas teniendo en cuenta la uniformidad de la dentición en las mandíbulas de los especímenes, confirman la variabilidad morfológica de *A. fuhrmanni*. Tanto los resultados obtenidos morfológicamente como los obtenidos empleando marcadores moleculares RAPD's y AFLP'S, agrupan las muestras en cuestión con muestras típicas de esta especie y establecen marcadas diferencias con una especie recientemente sinonimizada en la última revisión mundial del género (LaPolla 2004), *A. berwicki*.

Pese a los esfuerzos en programas de control y en investigaciones relacionadas con los grupos de hormigas considerados problema en diferentes regiones del país y en Suramérica, persisten múltiples interrogantes acerca de su biología, taxonomía y relaciones filogenéticas. Estas dudas evidencian la necesidad de nuevos estudios en lo morfológico y lo molecular, con el propósito de llegar a un nivel de conocimiento que permita manejar de manera adecuada los problemas que estos grupos representan.

■ VI. Manejo Integrado de la Broca

Monitoreo de poblaciones de broca en cafetales

Evaluación de marcadores físicos para el estudio de dispersión de adultos de broca.

Con el propósito de evaluar herramientas para realizar estudios de dispersión de la broca del café, se determinó el efecto del pigmento fluorescente Day-glo sobre la mortalidad de la broca, la capacidad para emprender el vuelo y la retención sobre el cuerpo del insecto durante la penetración al fruto y bajo la exposición al agua, para esto se evaluaron tres tratamientos según el grado de marcado: severamente marcados, parcialmente marcados y no marcados.

El porcentaje de mortalidad de adultos de broca fue menor al 10% para todos los tratamientos sin diferencias significativas entre ellos ($P < 0,05$). La retención del marcador durante la penetración al fruto fue mayor al 90%, incrementándose con el grado de marcado; en individuos expuestos al agua lluvia y embebidos en agua con jabón el porcentaje de retención fue del 100% en todos los tratamientos para todas las lecturas (3, 5 y 8 días). Se encontró que el radio de acción de la trampa en un potrero fue mayor a 100m con un porcentaje de brocas capturadas

menor al 10% y en un cafetal el radio de acción fue menor a 30m con un porcentaje de brocas capturadas menor a 3,3%.

De acuerdo con los resultados, los pigmentos fluorescentes son viables para el marcado y evaluación de adultos de broca a cortas distancias por un tiempo no mayor a cinco días y la trampa atrayente es útil para determinar la distancia de vuelo de la broca.

Vuelos de adultos de broca en cafetales, monitoreados con trampas cebadas con alcoholes. El patrón de distribución de las capturas de adultos de broca que puede expresarse como la época de vuelo de estos insectos muestra un comportamiento bastante similar para cada uno de los sitios de estudio en relación con los cuatro años evaluados hasta el momento. Sin embargo, comparativamente se puede observar que las cantidades y la época de vuelo puede variar de acuerdo con el sitio de observación. Se observa cómo en Paraguaicito la distribución es totalmente diferente, lo cual se debe a que la distribución de la cosecha es muy similar tanto para la mitaca como para la principal. En relación con los sitios restantes que tienen una distribución de cosecha muy similar, se observa un patrón de vuelo de broca más abundante en el primer semestre, con los picos entre los meses de marzo y mayo.

En general, en algunos sitios se observan niveles de captura de brocas durante los meses de agosto y septiembre que superan el de los años anteriores. Esto puede explicarse debido a en la distribución de las lluvias y los períodos secos durante el último año, para los casos de Naranjal y Paraguaicito, se observó una variación muy fuerte debido al cambio de los lotes donde se estaban recolectando los datos. Es indispensable que estos registros se lleven año tras año para tener en cuenta las posibles variaciones. Cuando se tiene una misma localidad, los datos pueden mostrar variaciones de año a año, lo cual da un indicio

de los cambios en la dinámica de la broca en los cafetales.

Trampas con atrayentes para la reducción de niveles de infestación de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. En la Subestación Experimental La Catalina, se está buscando la reducción de niveles de infestación de broca en los cafetales con el uso de trampas con atrayentes, bajo un esquema de manejo integrado tratamientos instalados correspondieron a 20, 40 y 60 trampas por hectárea, los cuales se compararon con un testigo sin trapeo, en lotes de 4.000m². Se evaluó el número de brocas capturadas en las trampas, el nivel de infestación de broca y la influencia de la precipitación. Los mayores niveles de infestación en frutos se encontraron en los meses de febrero y marzo para todos los tratamientos, donde el tratamiento de 40 trampas mostró los valores más altos. Durante estos mismos meses se obtuvieron las máximas capturas de brocas para las tres densidades de trampas, lo cual indica que durante este período ocurrieron los vuelos de broca, momento en el cual las hembras adultas abandonan los frutos en los que permanecían, para buscar nuevos frutos. Se pudo observar una tendencia positiva entre el nivel de infestación y la captura de brocas, dado que cuando ocurrieron los niveles más altos de infestación también se obtuvieron las mayores capturas de brocas. No se observó una relación directa entre la precipitación y la captura de brocas.

Evaluación del radio de acción de la trampa de embudos múltiples con atrayentes para la captura de adultos de la broca. Al realizar la evaluación en un potrero se encontró que el mayor porcentaje de brocas capturadas fue del 10% a los 5m; al incrementar la distancia de liberación, la captura decrece hasta valores inferiores del 1% aproximadamente. Sin embargo, la trampa capturó broca en todas las distancias de liberación, lo cual sugiere que el radio de acción, entendido como la distancia máxima

a la cual se logra capturar por lo menos un adulto de broca, puede ser mayor de 120m. Al realizar las evaluaciones en un cafetal el mayor porcentaje de brocas capturadas fue del 12,4% a los 5m; al incrementar la distancia de liberación, la captura decrece hasta valores del 1,6% para los 30m y valores de 0 para las distancias de 60, 90 y 120m. El 94,8% de las 24.000 brocas liberadas volaron, y de éstas solo se recuperó en promedio el 3,3%.

Parasitoides y enemigos naturales para el control de la broca

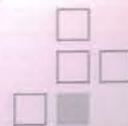
Identificación de enemigos naturales de la broca del café. Con el objetivo de realizar un reconocimiento de enemigos naturales de la broca, y su potencial como biocontroladores para ser involucrados en el programa de manejo integrado, se viene realizando un estudio de tipo exploratorio en 21 fincas de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. En cada una se recolectan 400 frutos brocados en diferentes estados de maduración, tanto de la parte aérea del árbol como aquellos ubicados en el suelo. El primer muestreo se realizó durante la época de mitaca y actualmente se está terminando el muestreo de cosecha principal. El 70% de los frutos recolectados es disecado y el 30% restante se ubica individualmente en frascos para coleccionar depredadores y esperar la emergencia de parasitoides. Los organismos encontrados se ubican con estados de broca para comprobar su acción predatora o parasítica. Los entomopatógenos son aislados mediante la observación de síntomas en brocas muertas, las cuales se ubican en cámara húmeda y medios de cultivo.

En los resultados parciales del experimento, no se ha registrado la presencia de parasitoides nativos de la broca. Se reporta el establecimiento de *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyridae), en el 57,1% de los sitios muestreados. Dentro del grupo de los depredadores se han encontrado dos especies de Coleoptera: Cucujidae,

Cathartus quadricollis (Guérin-Méneville) y otra aún no determinada, ambas depredan estados inmaduros. Además, se registraron dos insectos que depredan pupas de broca, uno del orden Hemiptera: Anthocoridae y otro del orden Dermaptera.

En el grupo de las hormigas se registraron los géneros *Crematogaster* sp., *Solenopsis* sp., *Wasmannia* sp. y *Brachymyrmex* sp. (Hymenoptera: Formicidae), los cuales ya habían sido reportados por Bustillo *et al.*, (2002) y Vélez *et al.*, (2003) como depredadores de todos los estados de la broca. En el género *Pseudomyrmex* sp., se observó el consumo y/o traslado del 100% de las pupas ofrecidas. Se registraron entomopatógenos como: *Beauveria bassiana* atacando adultos, así como larvas dentro de los frutos y posiblemente *Hirsutella* sp. sobre adultos de broca.

Variabilidad genética y evaluación biológica del parasitoide, *Prorops nasuta* Waterston, en Colombia. Con el propósito de determinar diferencias genéticas y biológicas del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston establecido en los cafetales de Colombia, se recolectaron muestras de granos brocados en 81 lotes, en 61 veredas de 17 municipios de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Nariño y Norte de Santander. El parasitoide se encontró establecido en el 64,2% de los sitios muestreados, con un rango de adaptación altitudinal entre 1.150 y 1.840m y con porcentajes de parasitismo en el campo entre 0,25 y 50%. A partir del material recolectado en el campo se establecieron 5 crías del parasitoide en el laboratorio con el propósito de determinar diferencias en su capacidad de predación de adultos, de huevos y de larvas de primer instar de broca, porcentaje de parasitismo y longevidad. Se observó que adultos de *P. nasuta* pueden preda entre 6 y 14 adultos de broca en un período entre 3 y 5 días. Se observó una preferencia de las avispas por preda estados larvales más que huevos. Los adultos de la avispa predaron ambos estados durante 8 días, consumiendo los 50



estados de broca que le fueron suministrados, la mortalidad del parasitoide en este proceso fue baja. Se encontró que una avispa de la cría de Cenicafé pudo parasitar 1,6 granos y el parasitismo total osciló entre 13 y 22% en todas las crías evaluadas. La longevidad de adultos de *P. nasuta* está en proceso de evaluación, sin embargo, los adultos han permanecido vivos después de 70 días, alimentados con diferentes estados de desarrollo de la broca.

Se realizaron pruebas para determinar la variabilidad genética del parasitoide en Colombia, utilizando la técnica de polimorfismo en la longitud de fragmentos amplificados (AFLP) con 202 muestras de *P. nasuta*. Avispas de Brasil, México y de la unidad de cría de parasitoides de Cenicafé se vienen evaluando como patrón de comparación y distancia genética. Durante este estudio se encontró a la falsa broca, *Hypothenemus obscurus*, como huésped alternativo de *P. nasuta* y *Cephalonomia* sp. La especie no determinada de *Cephalonomia* ha sido criada exitosamente en *H. hampei*.

Tecnología de aplicación y aspersión

Evaluación física de las aplicaciones con diferentes equipos de aspersión para el control de *Hypothenemus hampei*. Con el propósito de determinar el rendimiento de aplicación, el desprendimiento de frutos por el desplazamiento de los operarios y evaluar físicamente las aspersiones, en términos de cubrimiento y tamaño de gota, para el control de la broca del café, se evaluaron los equipos de: palanca, presión previa retenida, (PPR), presión previa retenida con aguilón vertical (PPR+A.V), motorizado de espalda y semiestacionario. Se seleccionaron lotes de café variedad Colombia de cuatro años, dos densidades de siembra y dos pendientes. Se laboró en jornadas de ocho horas, con un operario por día, y una semana por equipo. La evaluación física se realizó utilizando colectores de papel kromacote y azul de metileno al 1%.

Los resultados mostraron que el mayor promedio de árboles asperjados por jornal se registró con el equipo motorizado de espalda y el menor con el de P.P.R.; sin embargo, con el equipo semiestacionario se asperjó el mayor promedio de árboles pero se trabajó con tres operarios. Los equipos motorizado de espalda y de palanca, produjeron el mayor desprendimiento de frutos y el menor el P.P.R. en cafetales con 5.000 y 10.000 plantas/ha y pendiente mayor al 40%. En cafetales con 10.000 plantas/ha y pendiente menor al 40%, el mayor desprendimiento lo produjo la aspersora de palanca. Los mayores cubrimientos lo registraron los equipos motorizados de espalda y semiestacionario, en las cuatro condiciones experimentales. Los equipos de palanca, P.P.R y P.P.R + A.V., mostraron cubrimientos similares entre ellos, superiores a 300 gotas/cm². El equipo de palanca presentó el mayor Diámetro Medio Volumétrico y los menores, los equipos semiestacionario y motorizado de espalda.

Eficacia de insecticidas usando diferentes equipos de aspersión para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. Con el propósito de clarificar aspectos relacionados con la eficacia de los insecticidas, teniendo como base los principios fundamentales sobre la tecnología de aplicación de plaguicidas y equipos de aspersión, para el control de la broca del café, se evaluaron los equipos de aspersión: de palanca Royal Cóndor (boquilla RC 350 B101 X- descarga 350cc/min. a 40 psi), presión previa retenida (PPR) Triunfo 40 -100 - 10 (boquilla TX 3 - descarga 200cc/min. a 40 psi) PPR + Aguilón vertical (4 boquillas TX 3 - descarga 800cc/min. a 40 psi) motorizado de espalda Maruyama MS 056 (lanza de doble salida con dos discos D-35 - descarga de 1.400cc/min. a 15kg/cm²) y el semiestacionario Maruyama MS 253, (lanza de doble salida con dos discos D-35 - descarga de 1.400cc/min. a 15kg/cm²) y los insecticidas: fenitrotion (Sumithion 50 EC), clorpirifos (Lorsban 4EC) y Fentoato (Fentopen 500 EC) de categoría toxicológica III, en dosis

de 6cc/L de agua, y dos infestaciones: natural y artificial. Para esta última se utilizaron mangas entomológicas y se infestaron con 100 brocas recién emergidas por rama, en lotes con una densidad de 10.000 plantas por hectárea, de variedad Colombia de cuatro años de edad y pendiente mayor al 40%.

Los tratamientos, se evaluaron bajo un diseño experimental completamente aleatorio, en arreglo factorial $5 \times 3 + 1$ y siete repeticiones. La evaluación de la mortalidad, se realizó 8 días después de la aplicación, en 100 frutos brocados por parcela, disecando los frutos de café y registrando la posición y estado de la broca en el fruto (viva o muerta). Los resultados mostraron que la infestación natural varió entre 3,05 y 10,2% y la artificial entre 88,41 y 98,50%. La mortalidad corregida de los insecticidas en la infestación natural estuvo entre 77,4 y 82,6 % y en la artificial entre 81,7 y 97,0%, con los diferentes equipos de aspersión.

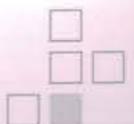
Puede concluirse que no se presentaron diferencias estadísticas entre los equipos de aspersión; sin embargo, la mayor eficacia de los insecticidas se obtuvo con el semiestacionario, seguido por PPR y por último, con el equipo de palanca. Los insecticidas evaluados tuvieron una eficacia superior al 75%, y no se encontró diferencias significativas entre estos, lo que demuestra que puede utilizarse cualquiera de ellos para el control de la broca del café.

Evaluación de la eficacia de mezclas de cepas del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. Se evaluó en el laboratorio y en el campo la mortalidad de la broca, utilizando seis cepas individuales, dos mezclas de cepas de alta y baja patogenicidad y la formulación de la Planta Piloto de *Beauveria bassiana*. Las cepas se sembraron en PDA y se prepararon las mezclas. Se multiplicó el hongo en arroz cocido. En el campo, se utilizaron 110 parcelas con 25 árboles, de los

cuales se seleccionó uno y de éste una rama con 50 frutos, a la cual se le instaló una manga entomológica y se realizó la infestación artificial. Después de 24 horas, se asperjaron las ramas con una dosis de 1×10^9 esporas/árbol, con un equipo de aspersión Calimax 10 Experimental. La evaluación se realizó 30 días después de la aplicación, disecando los frutos en el laboratorio y registrando las brocas vivas, muertas sin hongo y muertas con hongo. Los resultados en el laboratorio, mostraron que el mayor porcentaje de mortalidad, se obtuvo con la Mezcla B (100%) y el menor con la Bb 9024 (53,33%). La cepa Bb 9001, registró el menor tiempo medio de mortalidad de la broca. En el campo, el mayor porcentaje de mortalidad se obtuvo con la Mezcla B (66,63%) y el menor con la cepa Bb 9020 (53,14%), presentándose diferencias estadísticas entre éstas, pero no con el resto de los tratamientos. En general, puede concluirse que la mezcla B, presentó el mayor porcentaje de mortalidad en condiciones de laboratorio y campo. Con la mezcla A, en el laboratorio, se obtuvo un bajo porcentaje de mortalidad, mientras que en el campo registró uno de los mejores resultados.

Entomonematodos para el control de la broca

Estudio de nematodos parásitos de la broca del café sobre *Galleria mellonella*, para su producción *in vivo*. Debido al potencial que tienen los entomonematodos (EN) como controladores biológicos de la broca, se realizó un estudio en Cenicafe con el fin de optimizar su producción *in vivo*. En este trabajo se evaluó el desarrollo y la multiplicación de dos aislamientos nativos de entomonematodos: *Steinernema* sp. (SNI0198) y *Heterorhabditis* sp. (HNI0100) en larvas de último instar de *G. mellonella*. Los bioensayos se realizaron mediante infección tópica individual de las larvas con 100 juveniles infectivos (JI) de cada género de EN, se utilizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos y 150 repeticiones (larvas)



por tratamiento. Al evaluar la mortalidad, se observaron diferencias significativas a las 24 horas, donde el tratamiento con *Steinernema* sp. TRAT 1, registró un 100% de larvas muertas, mientras que con *Heterorhabditis* sp. TRAT 2, no se tuvo mortalidad para este tiempo. Sin embargo, con este último se alcanzó el 100% de mortalidad a las 48 horas después de la infección (hdi). El parasitismo se determinó como el índice de penetración (IP), donde las larvas tratadas con *Steinernema* sp., tuvieron un IP de 46%, mostrando diferencias significativas ($P < 0,0001$) con *Heterorhabditis* sp. (IP = 16%). En cuanto a la multiplicación, ssp mostró una producción promedio diaria de 6.180 JI/larva y *Heterorhabditis* sp. 2.065 JI/larva, con tiempos máximos de evaluación de 28 y 38 días después de la infección, respectivamente. En los dos entomonematodos se encontró fluctuación en el número de estados encontrados al interior de *G. mellonella*, con una mayor proporción los juveniles durante todo el tiempo de evaluación. Los resultados obtenidos en este estudio, sirven como base para pensar en el posible mejoramiento del sistema de producción de JI que tiene actualmente Cenicafé.

Búsqueda de huéspedes alternos para la producción *in vivo* de entomonematodos virulentos a la broca del café. La producción de entomonematodos bajo el sistema *in vivo*, es una alternativa viable, que garantiza en un alto porcentaje la calidad biológica del producto, reflejada en cualidades como infectividad y sobrevivencia. Con el fin de diversificar esta producción, se evaluó *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) como huésped alternativo para la producción de dos entomonematodos virulentos a la broca del café del género *Steinernema* (SNI0198) y *Heterorhabditis* (HNI0100), utilizando dosis de 10, 100, 500 y 1.000 juveniles infectivos (JI) por larva de último instar del insecto. Los resultados de mortalidad, mostraron que *S. frugiperda* es susceptible a ambos entomonematodos, con porcentajes de mortalidad para HNI0100 entre

61,11 y 100% y para SNI0198 entre 97,22 y 100%. En *Galleria mellonella* la mortalidad para HNI0100 osciló entre 97,22 y 100% y para SNI0198 fue de 100%. La máxima producción por larva para *S. frugiperda* y *G. mellonella* con HNI0100, fue de 186.832 y 151.136 JI, respectivamente, y con SNI0198 fue de 131.466 y 57.043 JI, respectivamente. En la producción masiva o producción de 12 larvas, HNI0100 fue el entomonematodo que mejor comportamiento mostró sobre *S. frugiperda*, sin embargo los procesos de producción deben mejorarse para ser implementados por productores a mediana y baja escala que quieran incurrir en la producción de este biológico.

Evaluación del efecto de diferentes equipos de aspersión sobre la viabilidad de entomonematodos. Se evaluó la viabilidad y la concentración de una suspensión de entomonematodos (EN) de los géneros *Steinernema* sp (SNI0198) y *Heterorhabditis bacteriophora* (HNI0100), después de su aplicación con los equipos: de palanca (Royal Condor y Matabi), presión previa retenida (Triunfo 40-100-10), motorizado de espalda (Maruyama MS 056) y semiestacionario Maruyama MS 253), con el objetivo de determinar el efecto de estas aspersiones de los EN sobre los juveniles infectivos (JI). Para el efecto, se llenaron los tanques con una suspensión de 50JI/ml de los dos EN y se aplicaron con y sin boquillas y filtros, en un transecto de 400m. Durante la aplicación, se tomaron cinco muestras de 100ml de la suspensión a los 0, 1, 15, 30 y 45 minutos de los equipos Royal Condor, Matabi y Triunfo 40-100-10. De la Maruyama MS 056 a los 0, 1, 4, 8 y 12 minutos y de la Maruyama MS 253 a los 0, 1, 10, 20 y 30 minutos. Los resultados mostraron que la permanencia de los JI de *H. bacteriophora* en los tanques de los equipos y en su paso por los filtros y boquillas, no perdieron viabilidad y solo se afectó *Steinernema* sp. en la aspersora Triunfo, con filtros y boquillas. Se puede concluir

que los entomonematodos en los tanques de los equipos y su paso a través de las boquillas y filtros, no reducen su viabilidad y virulencia y solo se observó decantación de los dos EN en la aspersora Triunfo, pero la viabilidad no se redujo más de un 5%.

Viabilidad de varias especies de entomonematodos bajo diferentes sistemas de almacenamiento. Como parte de la caracterización ecológica que se realiza para las nuevas especies aisladas de región cafetera central, se evaluó el efecto del almacenamiento por 18 meses, a $15 \pm 3^\circ\text{C}$., sobre la sobrevivencia y multiplicación de 15 aislamientos correspondientes a cada uno de los cuatro grupos filogenéticos identificados según caracterización molecular utilizando la región 5' terminal de la subunidad larga de DNAr (LSU), y que pertenecen al género *Steinernema*, y un aislamiento de *Heterorhabditis*. Se utilizaron dos medios de almacenamiento: espuma de polietileno y agua destilada. En términos generales, se encontró que cada grupo identificado, se ubica principalmente en tres rangos de sobrevivencia: baja (< 25%) para el grupo 3, media (entre 30 y 50 %) para el grupo 1, y alta (> 54%) para los grupos 2 y 4. Lo anterior estaría relacionado con la calidad y la cantidad de reservas lipídicas con que debe contar el JI luego de incorporar el simbionte en la vesícula y sellar las aberturas naturales (boca y ano). Estas reservas, le permiten al JI sobrevivir durante prolongados períodos, hasta encontrar un nuevo hospedante y su disponibilidad varía entre las diferentes especies existentes. Para el caso de este estudio, podría tener relación directa con el agrupamiento encontrado según la caracterización molecular y su entendimiento además, contribuiría a implementar la calidad de productos biológicos elaborados con este entomopatógeno.

■VII. Biología de la Conservación

Conservación de las aves migratorias boreales en zonas cafeteras de los Andes colombianos. BDC 0120. Durante el último período se inició el tercer año en esta investigación que se realiza bajo un convenio con The Nature Conservancy (TNC) y con el apoyo económico del Servicio Forestal de los Estados Unidos.

Los resultados más sobresalientes de este período pueden resumirse en dos aspectos: hallazgos ornitológicos y avances en la conservación de las aves con las comunidades cafeteras. En total se han registrado 371 especies de aves asociadas a las 20 zonas cafeteras estudiadas, que equivale al 20% de la avifauna del país; entre ellas se destacan 25 especies migratorias, 14 endémicas, 10 casi endémicas y 12 que se consideran amenazadas por la desaparición de su hábitat natural y la fragmentación de los bosques. Como resultado de la investigación participativa y la estrategia de educación, que son componentes de este proyecto, las comunidades han empezado a promover la conservación de las aves de diferentes maneras: realización de videos sobre su avifauna, adopción de aves como emblema que aparecen en los empaques para promocionar su café, conformación de grupos de observadores de aves de jóvenes caficultores, realización de cuñas radiales que promueven la conservación de las aves y elaboración de ocho proyectos ambientales y de educación, que contribuyen no solo a la protección de las aves sino a la sostenibilidad ambiental en estas zonas cafeteras.

Caracterización de las comunidades de anfibios en diferentes elementos del paisaje cafetero. BDC 0123. Como parte del estudio



de la herpetofauna (ranas y reptiles) en zonas cafeteras, se inició un inventario de este grupo en la Reserva de Planalto, entre el 29 y el 31 de agosto. Además, se adelantó la primera fase del muestreo en el municipio de Támesis (Antioquia) entre el 12 y el 30 de septiembre de 2006, en las veredas La Virgen y La Mesa y en las cercanías a la cabecera municipal. Las zonas de trabajo comprendieron altitudes entre 1.490 y 1.850m. Se examinaron tres elementos del paisaje cafetero: cafetales a libre exposición solar, cafetales con sombrío y bosques.

En Planalto solamente se encontraron dos especies de ranas y una especie de lagarto, en las tres localidades, en cerca de nueve horas de muestreo. Esta cifra parecería extremadamente baja y se desconocen las razones. Por tanto, la propuesta es adelantar muestreos similares en la época de lluvias e incluir otras áreas de la reserva. De esta manera podrá establecerse si la aparente ausencia de herpetos se deba al efecto de la estación seca.

En la zona cafetera de Támesis en tres estaciones en cafetales con sombrío se encontraron 12 individuos de tres especies y en tres estaciones en cafetales al sol se encontraron 24 individuos de dos especies. Hasta el momento, en una sola estación en un fragmento de bosque se han encontrado 18 individuos de una sola especie. Los muestreos continuarán en los próximos meses, para determinar las diferencias entre los diferentes tipos de elementos del paisaje y confirmar la aparente baja diversidad de este grupo faunístico.

Evaluación del papel de los cafés especiales con certificaciones ambientales a la conservación de la biodiversidad. BDC 0303. En la elaboración del trabajo de campo se contó con la colaboración del Comité Departamental de Cafeteros de Santander y de muchos caficultores de la región.

En los últimos años se han creado organizaciones que se dedican a otorgar certificaciones

ambientales a la producción cafetera exigiendo algunos estándares de producción, los cuales se supone son amigables con la naturaleza. Pero no existen muchos datos que corroboren que en efecto estas suposiciones son válidas y que en realidad estos cafetales están sirviendo como refugio adicional para la biodiversidad.

Con el objeto de evaluar el papel de las certificaciones ambientales al café a la conservación de la biodiversidad, se compararon los sombríos y las comunidades de aves de tres sistemas de producción cafetera en Santander: sin certificación o convencional, con certificación Rainforest Alliance y con certificaciones Rainforest Alliance y orgánica. No se encontraron diferencias significativas en las comunidades de aves en los tres sistemas evaluados, ni en la composición y estructura de los sombríos. Estos resultados confirman que los cafetales convencionales, sin certificación, en esa región cafetera de Santander cumplen y en algunos casos sobrepasan los requisitos de las certificaciones. Las condiciones climáticas de esa zona obligan a los caficultores a mantener una producción con sombríos densos y diversos lo que a su vez favorece las comunidades de aves en esta región. Pero aunque encontramos una comunidad de aves muy rica y diversa utilizando estos cafetales, que incluye especies de importancia para la conservación, es notoria la ausencia de varios grupos de aves que pueden ser importantes en la dinámica poblacional de un ecosistema. Faltan por ejemplo las especies de aves de sotobosques y los frugívoros de tamaños mayores. Ya que en esta zona cafetera no existen bosques ni cañadas arborizadas, estos resultados permiten evaluar los beneficios y las limitaciones que tienen los sombríos diversos a la conservación de las aves a nivel regional. De esta manera, es posible medir la contribución de las certificaciones ambientales a la conservación y comparar con otros estudios en los que se han evaluado las comunidades de aves en regiones con fragmentos de bosque.

Relaciones entre flora y fauna en remanentes de vegetación nativa en zonas cafeteras.

BDC 0405. Esta investigación se constituyó en la continuación de un estudio sobre los efectos de la fragmentación en la fauna y flora en la región cafetera centro-occidental de Colombia.

Como resultado del análisis del ensamblaje de murciélagos en fragmentos de bosque subandinos de Colombia, se confirmó que los fragmentos de bosque en el paisaje cafetero albergan una alta riqueza de especies de murciélagos. El total de registros obtenidos para este estudio permitió confirmar la presencia de 37 especies pertenecientes a las familias Thyropteridae, Molossidae, Vespertilionidae, Noctilionidae y Phyllostomidae, que representan el 21% de los murciélagos de Colombia. Sin embargo, es importante aclarar que este trabajo solamente es representativo de los murciélagos de sotobosque. Ya que la curva acumulada de especies tiende a su asíntota, se considera que durante este estudio se tuvo una buena representación de las especies que son activas en el sotobosque, principalmente las especies de la familia Phyllostomidae. Debido a que se usaron principalmente redes de niebla a nivel del suelo, se tuvo una baja representación de las especies de murciélagos pertenecientes al gremio de los insectívoros aéreos, quienes ocupan principalmente los estratos superiores del bosque, y que además tienen mayor habilidad de para eludir las redes.

Para obtener una visión completa de las especies de murciélagos que habitan los fragmentos de bosque de la zona cafetera, adicional a las redes de niebla, es importante utilizar otros métodos de estudio, como búsqueda de refugios, redes de dosel y métodos acústicos. De hecho, durante el estudio el registro de las familias Noctilionidae y Molossidae, sólo fue posible al implementar métodos diferentes a las redes de niebla. Algunas especies abundantes en agroecosistemas estuvieron ausentes en los fragmentos de bosque. Las especies *Artibeus jamaicensis* y *Phyllostomus discolor* que han sido

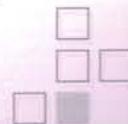
abundantes en otros estudios que involucran agroecosistemas cafeteros, estuvieron ausentes en este estudio, posiblemente estas especies tengan preferencias por las coberturas agrícolas antes que por el interior del bosque.

Adicionalmente se adelantó en el análisis y divulgación de los resultados del estudio sobre la ecología y hábitos alimenticios de los monos nocturnos andinos (*Aotus lemurinus*) en fragmentos de bosque en zonas cafeteras. Éste se constituye además en un estudio pionero sobre esta especie de primate aun presente en las regiones cafeteras, el cual tiene un gran valor científico, pues esta especie de monos sirve como modelo para evaluar el efecto de la fragmentación en la biodiversidad regional.

Consecuencias tróficas de la pérdida de diversidad en las comunidades del suelo en los cafetales de sombra en Colombia.

BDC 0406. El propósito general de este proyecto es comparar las comunidades de micorrizas arbusculares en fragmentos de bosque y cafetales bajo sombra en la zona cafetera central, y medir los posibles efectos de diferentes comunidades de organismos del suelo en el crecimiento de plántulas de café (*Coffea arabica*), carbonero (*Albizia carbonaria*), nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y una especie de guamo (*Inga densiflora*) en el invernadero. Para el componente de campo se inició un muestreo de micorrizas arbusculares en cuatro fragmentos de bosque y cuatro cafetales de sombra en los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío. De cada fragmento o cafetal se tomaron cinco submuestras de suelo de las cuales se aislaron esporas de micorrizas arbusculares y se hizo una muestra compuesta para cada sitio. La identificación de las muestras de esporas se llevará a cabo en la Disciplina de Fitopatología de Cenicafé.

La etapa experimental estuvo constituida por tres factores: tipo de suelo (suelo estéril de las unidades Chinchiná y 200), fuente de



inóculo vivo (suelo vivo recolectado de los mismos cuatro fragmentos y cuatro cafetales de sombra para la parte del muestreo), y especies vegetales (*Coffea arabica*, *Albizia carbonaria*, *Cordia alliodora*, e *Inga densiflora*). El propósito de este experimento es probar si las especies vegetales escogidas obtienen diferente crecimiento con las comunidades de suelo (en este caso la comunidad entera, ya que la inoculación de las plántulas no se hizo sólo con micorrizas) provenientes de fragmentos de bosque y cafetales de sombra. El experimento se inició en julio 31 de 2006 y los resultados se tomarán en diciembre 2006. Posteriormente se continuará con las etapas posteriores en el campo.

Desarrollo del plan de manejo ambiental de la Reserva de Planalto. BDC 0501. Durante este período se avanzó en el desarrollo del plan de manejo ambiental de la Reserva de Planalto y especialmente, en varias tareas de adecuación y restauración de los hábitats de la reserva. Como parte de esta investigación, se adelantó en el desarrollo del documento del plan de manejo de Planalto y de los protocolos para la reglamentación de diferentes actividades en la reserva, como sobre la liberación de fauna y de poda y tala de árboles.

Se ha adelantado además, en forma muy considerable, un programa de restauración de algunas zonas, el cual incluye la siembra de árboles en zonas cubiertas por cañabrava o con poca cobertura arbórea, así como el diseño y la construcción de senderos para el aprovechamiento científico, educativo y turístico de la reserva y la promoción de la reserva en la comunidad de Cenicafé. Durante este período se eligieron las especies símbolo de la reserva.

Desarrollo de herramientas de conservación de la biodiversidad con base en las oportunidades identificadas en las zonas cafeteras. BDC 0509. En los últimos meses se dio inicio a esta investigación, que ha tenido como objetivo

principal el análisis de los resultados de las caracterizaciones regionales de la biodiversidad que se adelantaron como parte del Proyecto Andes que financió el Instituto Humboldt con fondos de la Global Environmental Facility y la Embajada de Holanda.

En las zonas cafeteras colombianas existe una alta heterogeneidad natural que trae consigo una rica biodiversidad. Sin embargo, la elevada intervención y ocupación del territorio ha resultado en un mosaico de sistemas productivos y hábitats naturales con un alto grado de fragmentación. En este contexto es importante evaluar la biota presente y sus respuestas a la configuración de los paisajes rurales, ya que en éstos pueden estar las mejores oportunidades para su conservación. Con el objeto de caracterizar la biodiversidad en paisajes rurales cafeteros, se estudió la avifauna en áreas de 25km² en los municipios de El Cairo (Valle del Cauca), Támesis (Antioquia) y Páramo, Pinchote, San Gil y Socorro (Santander). En cada localidad se seleccionaron los elementos de paisaje representativos y se estudiaron las aves mediante censos visuales y auditivos desde puntos de conteo con radio fijo. Se encontraron 199 especies de aves (4.754 individuos), y aunque la riqueza encontrada en cada tipo de elemento no siempre fue representativa, se destaca una alta diversidad alfa en los cafetales con sombrío (64 especies promedio por localidad), valores medios en hábitats de vegetación semi-abierta (48) y en remanentes de vegetación natural y semi-natural (42) y valores bajos en otros sistemas de producción (17). En cuanto a la diversidad beta, en las tres localidades se encontró una alta diferenciación de las comunidades de cada tipo de elemento, lo que sugiere que cada uno ayuda a conservar un grupo diferente de especies de aves. La diversidad gama al nivel de los paisajes cafeteros, fue mayor en Támesis (145 especies) seguida por Santander (114) y El Cairo (105). En cada región se destacan especies endémicas, migratorias y/o vulnerables a la extinción. Los resultados sugieren la

importancia de implementar herramientas de manejo de paisaje complementarias para procurar la conservación de las aves en zonas cafeteras.

VIII. Tratamientos de los residuos líquidos y sólidos de los procesos del café

Diseño y evaluación de un sistema de depuración con base en plantas acuáticas para el postratamiento de las aguas residuales del beneficio del café tratadas por digestión anaerobia. QIN0 112. La investigación tiene como propósito obtener efluentes del proceso de beneficio del café que no causen impacto biológico en el ecosistema acuático cafetero. Durante el 2006 se evaluó el tercer ensayo consistente en postratar las aguas mieles del café tratadas por digestión anaerobia, empleando cuatro materiales biológicos, tres de ellos plantas flotantes (jacinto de agua, lechuga de agua y salvinia) y una planta emergente (eneá). Se trabajó con los efluentes del Nuevo SMTA instalado en La Granja (Cenicafé) y a un caudal de alimentación de 105ml/min.

Se evaluaron tres líneas de proceso, cada una de ellas conformada por cuatro lagunas de 500 litros, dispuestas en serie. En todas las lagunas de la primera línea se colocaron mezclados, 3kg de jacinto, 700g de lechuga de agua y 500g de salvinia, por laguna. La segunda línea estuvo constituida en la primera laguna por 9kg de jacinto, en la segunda laguna por 1,5kg de lechuga de agua, la tercera contenía eneá (30plantas/m²) y la cuarta 1,5kg de salvinia y finalmente, la tercera línea contenía en cada una de las lagunas 9kg de jacinto.

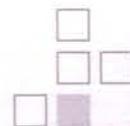
El sistema ha operado durante 380 días, encontrándose después de 11 evaluaciones en estado estable, un porcentaje medio de remoción

de la DBO₅ del 86,7% para la primera línea, del 83,2% para la segunda línea y del 82,3% para la tercera línea y con unos porcentajes de remoción de la DQO muy similares (85,7%, 82,6% y 81,3%, respectivamente).

La remoción de sólidos totales y suspendidos fue de 35,1 y 72,0% para la primera línea, 29,7 y 73,1% para la segunda línea y del 34,5 y 59,7% para la tercera línea. La DQO media de los afluentes en la primera línea de tratamiento fue de 751ppm, con un tiempo de retención de 10,2 días, una carga orgánica aplicada media de 21,8kg DBO₅/ha-día y una carga hidráulica media de 0,14m³/m²-d. Para la segunda línea los valores medios fueron de 590ppm de DQO, 14,5 días de tiempo de retención, 17,8kg DBO₅/ha-día de carga orgánica aplicada y una carga hidráulica media de 0,14m³/m²-d, y para la tercera línea se registraron 481ppm de DQO, 15,2 días de tiempo de retención, 14,2kg DBO₅/ha-día de carga orgánica aplicada y una carga hidráulica media de 0,14m³/m²-d.

Se concluye que es mejor utilizar para el postratamiento de las aguas residuales del beneficio del café, una combinación de varias especies de plantas acuáticas y todas ellas dispuestas en la misma laguna. Con la biomasa resultante del proceso de depuración se prepararon sustratos, utilizando pulpa y aserrín del tallo del café, en los cuales la biomasa representó el 16% en peso seco y se utilizaron para el cultivo de hongos del género *Pleurotus* spp., encontrándose unas eficiencias biológicas medias del orden del 91,06% para *P. sajor caju* y del 71,9% para *P. pulmonarius*.

Convenio de cooperación Interinstitucional ILC- Cenicafé. Contrato 213-2005. En este convenio se acordó asesorar técnicamente para poner en marcha la planta de tratamiento de vinazas de la planta de tratamiento de vinaza de la Industria Licorera de Caldas. PTAR – ILC. (28Dic/05 – 28Ago/06)



Después del seguimiento y el análisis de la información generada en la PTAR - ILC durante los últimos dos años, por parte del personal técnico de Cenicafé y la licorera ILC, para una remoción de la DQO superior al 70% y un intervalo de temperatura de 30 a 40°C, se ha considerado que el sistema puede operarse tal y como se reportó a Corpocaldas en el último informe del mes de julio de 2006: carga orgánica de 5,0kg DQO/m³.día, sin utilizar insumos químicos. Bajo estas condiciones el sistema trataría 304m³ de vinaza por día.

Actualmente se analiza el desempeño del reactor No 1, operándolo de manera convencional con adición de urea para balancear los contenidos de nitrógeno y NaOH para neutralizar el pH de la vinaza, los cuales son aplicados simultáneamente en dosis adecuadas y creando condiciones muy favorables para la biodigestión anaerobia. Esto nos lleva a estimar una carga orgánica aplicada al sistema superior a 11,5kg DQO /m³.día.

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

Esta investigación se realiza en la Hacienda Veracruz (Chinchiná) y Cenicafé (La Granja) con recursos propios y de aportantes.

El objetivo es generar métodos y sistemas de tratamiento y disposición de los residuos del beneficio del café para disminuir su impacto ambiental. Para tal fin se diseñó un Sistema Integral de Tratamiento Anaerobio de Lixiviados "SITAL" y módulo de lombricultivo para la Hacienda Veracruz, para una producción anual (Pa) de 20.000@cps, con un día pico (dp) de 1,3%, una semana pico (Sp) de 6,4% y un consumo de agua en el módulo Becolsub de 1,5L/kg de cps.

El SITAL está conformado por un tratamiento primario y un tratamiento secundario. El tratamiento primario está compuesto por una unidad de control de insolubles (UCI)

que consta de tres tanques de 2m³, y un filtro acondicionador (FA) que consiste en un lecho de piedra de mano y caliza en relación 4:1, el cual está empacado en un tanque de 2m³ hasta un 75% de su volumen total. El tratamiento secundario está compuesto por tres tanques de almacenamiento (TA) de 2m³, tres recámaras de dosificación (RD) de 250L, las cuales suministran el agua residual a 13 reactores metanogénicos (RM) de 2m³, para la depuración final. Adicionalmente se tienen dos lechos de secado (LS) de 250L para la descarga de los lodos de cada una de las unidades del sistema.

En el diseño del SITAL se tuvo en cuenta la implementación de tanques de polietileno para cada una de las unidades de tratamiento e igualmente, una carga orgánica aplicada a la unidad metanogénica de 2,4kgDQO/m³d con las aguas residuales provenientes del tratamiento primario.

Se diseñó un módulo de lombricultivo para manejar el 10% de la pulpa generada anualmente en la Hacienda Veracruz, el cual consta de un sitio de acopio donde se almacena la mezcla pulpa- mucílago proveniente del acondicionador de pulpa, para su posterior disposición en los lombricultivos. El módulo está compuesto por diez eras de 5m² cada uno (ancho: 1m, largo: 5m, alto: 40cm). Adicionalmente, se dispone de un tanque de recibo de 2m³ para la recolección de los efluentes de los reactores metanogénicos del SITAL, para suplir las necesidades de riego en el módulo.

Adaptación e implementación de cinco cepas de hongos comestibles en diferentes subproductos agrícolas para mejorar la productividad y competitividad de la Asociación de productores de hongos comestibles ASOFUNGICOL en el departamento del Huila. QIN 3611. Con el fin de mejorar la competitividad y la productividad de la Asociación de fungicultores de Colombia (ASOFUNGICOL), se evaluaron cinco cepas de

hongos comestibles, tres del género *Pleurotus* spp, conocidas popularmente como "orellanas" y dos variedades de *Lentinula edodes*, conocido como shiitake, sobre diversos sustratos elaborados con los subproductos agrícolas más abundantes del departamento del Huila.

El experimento se realizó en cuatro plantas de producción de hongos en Garzón, Teruel, Rivera y Tesalia. Para cada uno de los sitios se tuvo en cuenta la composición química de los subproductos y las necesidades nutricionales de los hongos. En cada sitio se evaluaron seis formulaciones de sustratos para el cultivo de los hongos *Pleurotus ostreatus*, *P. pulmonarius* y *P. sajor caju*. Para el caso de las dos variedades de shiitake, las 6 formulaciones propuestas fueron iguales para todos los sitios de experimentación.

De los 144 tratamientos evaluados con orellanas, en los cuatro sitios de trabajo, se obtuvieron en 72 tratamientos incrementos en la producción superiores al 50% respecto a los que tenían los cultivadores antes del inicio de la misma.

Teniendo en cuenta un umbral de rendimiento medio del 70%, al cual se considera factible económicamente el establecimiento del cultivo de las orellanas, se encontraron para el grupo Asociativo Terra Nostra en Garzón, 12 combinaciones formulación – cepa, con las que se alcanzaron rendimientos medios que oscilaron entre el 72,19 y 99,96%; para el grupo Asociativo Los Yarumos en Teruel, se identificaron 22 combinaciones cuyos rendimientos medios oscilaron entre el 70,85 y el 114,62%; para el grupo Asociativo Buenavista en Rivera, se identificaron cuatro combinaciones, cuyos rendimientos medios oscilaron entre 73,73 y 86,82% y para el grupo Asociativo Mujer Campesina de Tesalia, se identificaron ocho combinaciones, cuyos rendimientos medios oscilaron entre 70,53 y 107,11%. Se logró además, reducir a la mitad la cantidad de agua requerida para la fermentación anaeróbica, disminuir el tiempo de escurrido a la quinta parte, reducir el tiempo de la labor de la

siembra y reducir entre una y dos semana el tiempo de la etapa de incubación de los hongos del género *Pleurotus* spp.

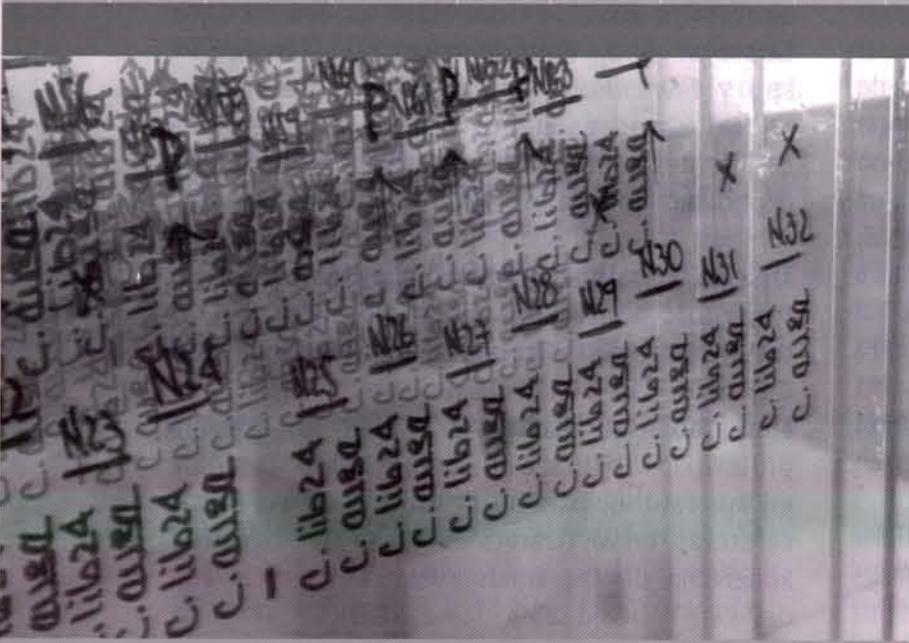
Se identificaron como los principales contaminantes de los cultivos los hongos *Coprinus* spp, *Trichoderma* spp, *Aspergillus* spp y *Penicillium* spp, todos ellos asociados al mal almacenamiento de los sustratos y a deficientes procesos de esterilización tanto en frío como con calor.

Diseño y evaluación de un sistema prototipo utilizable a nivel de finca cafetera para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café. QIN 0103. Esta investigación tiene como objetivo diseñar y evaluar un sistema prototipo, a partir de la información obtenida en laboratorio, para su utilización en las fincas cafeteras en el tratamiento por biodigestión anaerobia de las aguas residuales del lavado del café y residuales domésticas.

Por solicitud expresa de los Comités, se continuó con la participación en capacitación, así:

Programa sembradores de paz, proyecto de café orgánico en la Sierra Nevada de Santa Marta, con la difusión y transferencia masiva de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales del café de lavado en Tanque Tina.

Se realizaron diagramas de flujo del proceso para nueve Sistemas de tratamiento en Beneficiaderos de fincas cafeteras, SMTA, STLB y SITAL. Se incluyó además la respectiva lista de materiales en cada uno. Así: SMTA 380 - Finca Las Peñas (Vereda Valencia, Marsella, Risaralda), SMTA 1.900 - Subestación Experimental Santander, SMTA 50.000 - Finca El Placer, SITAL 5.000 - Finca Génova (Pereira), SMTA 1.500 - Fundación Manuel Mejía FMM, SMTA 2.400 - Estación Central Naranjal, SITAL 10.000 - La Granja (Viterbo, Caldas), SITAL 8.300 - La Esperanza (Viterbo, Caldas) y Manejo de residuos 25.000 @, Finca La Judea en Santuario (Risaralda).



Conocimiento estratégico

■ I. Genómica del café

Genómica del café. En el estudio de la interacción roya-café, se adelantó en la región central cafetera la caracterización de las poblaciones presentes de *Hemileia vastatrix*, agente causal de la roya. La aplicación de estudios moleculares sugiere que los aislamientos tienen un mismo origen filogenético y una diversidad limitada. En la conservación de urediniosporas de este hongo, no cultivable en laboratorio, los resultados muestran eficiencia a -4°C por espacios menores a 6 meses, y a -80°C o en nitrógeno líquido por plazos mayores. En la planta se detectaron 70 polimorfismos entre genes de resistencia presentes en el genotipo resistente Híbrido de Timor y los de la variedad susceptible Caturra. En la interacción entre los dos organismos en condiciones de campo, se observó que 63 horas después de la inoculación de urediniosporas se produce una inducción diferencial significativa de genes de defensa en el genotipo resistente.

Evaluación y conservación de germoplasma de café. MEG 0500. El proyecto tiene como objetivos conservar y evaluar la Colección Colombiana de Café, sistematizar la información de origen, el mantenimiento y la evaluación de cada una de las entradas, como base para su utilización en el mejoramiento genético del café y para decidir sobre su conservación o eliminación, y aumentar la Colección con plantas seleccionadas por ser sobresalientes por diferentes atributos y eventualmente, con nuevas introducciones. En este año cafetero se continuó con la reorganización de los lotes que contienen el germoplasma, específicamente se estudió el origen y las características de las entradas que se mantenían en el experimento MEG 0522, las cuales eran parcelas de propagación de progenies de cruzamiento de Caturra por portadores de genes de resistencia a la roya provenientes de *C. arabica*. Después del estudio del origen de cada una de las introducciones y de los resultados de las evaluaciones de resistencia a roya y características del grano, se finalizó el experimento conservando las plantas que aún tienen interés por resistencia a roya y buenas características agronómicas. En otros lotes de germoplasma se prosiguieron las actividades habituales de mantenimiento, y renovación.

Dentro del proyecto MEG 1800 y GEN 0100, se continuaron las evaluaciones de germoplasma buscando resistencia a la broca. Se continuó con la documentación de las entradas de la Colección y se adicionaron 43 nuevos genotipos provenientes de la selección en los proyectos MEG 0100, MEG 0200, MEG 0600 y MEG 1300.

Construcción de un mapa genético en café y su utilización para la detección de QTL. MEG 1401. Los mapas genéticos basados en marcadores moleculares, son una herramienta de gran utilidad para determinar la herencia de caracteres agronómicos de importancia,

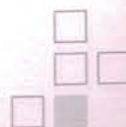
para conocer el número de genes que tienen influencia en un carácter, su localización en los cromosomas, el efecto del número de copias en el genoma en la expresión de un carácter, para estudiar la transmisión de genes específicos o partes del genoma de progenitores a progenies, para clonar genes de importancia con base en sus efectos en el fenotipo, sin requerir conocimiento de sus funciones específicas.

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 el mapeo de la 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.

Hasta el momento se han mapeado 100 marcadores en la población F2 de Caturra x Etiopía 42. De estos marcadores 96 son microsatélites y 4 corresponden a EST de Café.

Para continuar con el mapeo se han evaluado diferentes marcadores de diversos orígenes con los padres de la población Caturra y Etiopía 42, así:

1. 213 microsatélites CMA de la universidad de Trieste con los padres de la población CAT36 x ET 42, encontrando que 29 de ellos que equivalen al 14% fueron polimórficos aptos para el mapeo
2. Se evaluaron 26 secuencias de microsatélites de secuencias BAC en *C. canephora* del IRD, que comprendían di, tri y mononucleótidos, de los cuales sólo el SSR AJ871912 fue polimórfico para los padres.
3. Se buscaron microsatélites utilizando el software MISA en las secuencias de librerías de cDNA de *C. canephora*. Se diseñaron primers y se sintetizaron y evaluaron 642 EST-SSR de los cuales 49 que equivalen al 7,6%, presentaron polimorfismo para los padres y 21 mostraron segregación apta para el mapeo.



4. Se sintetizaron y evaluaron 50 SSR de tomate y papa, los cuales fueron en su totalidad monomórficos.
5. Se mandaron a sintetizar 186 SSR utilizados en el mapa de Nestlé, de los cuales 30 son polimórficos.
6. De las nuevas librerías de cDNA de *C. arabica* desarrolladas en el laboratorio se obtuvieron 307 EST-SSR. De ellos 14 son polimórficos.
7. Se dispone de ocho marcadores mapeados por el IRD y localizados en diferentes cromosomas del mapa de *C. canephora*, los cuales ya se encuentran mapeados CFCA489, CFGA260, CMA105, CMA118, CMA127, CMA199, CMA241, CMA263, CMA276.

Se inició la evaluación agronómica de la población por resistencia a roya, rendimiento, variables de crecimiento y características del grano, con el fin de realizar análisis de QTL.

Establecimiento de técnicas de transformación genética de *C. arabica* L. var. Colombia en las condiciones de laboratorio de Cenicafé.

MEG 1807. Se desarrolló un nuevo método para la regeneración *in vitro* de *Coffea arabica* mediante embriogénesis somática directa y organogénesis. Hasta el momento, este sistema de regeneración no ha sido descrito en la literatura para ninguna especie de café y por su característica de eficiencia y rapidez sería un método muy promisorio para futuros experimentos de transgénesis. El método de laboratorio consistió en inducir directamente la formación de plántulas y embriones somáticos a partir del cultivo de embriones cigóticos provenientes de la semilla del café. Las plántulas y los embriones se desarrollaron después de 20 días de sembrar embriones cigóticos en un medio de cultivo suplementado con la citoquinina 2-isopentenil adenina (2-ip). Los embriones germinaron y formaron plántulas enraizadas después de 2 meses de cultivo, en un medio sin reguladores de crecimiento comparado con los 5 a 12 meses que demoran los otros métodos existentes para *Coffea arabica*.

■ II. Búsqueda de Resistencia a la broca

Búsqueda de nuevos genes de resistencia a la broca del café *Hypothenemus hampei*.

MEG 1810. Se evaluó un extracto proteico de *Brachiaria decumbens* sobre estados biológicos de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). De los huevos colocados en una dieta artificial, el 100% llegaron a estados adultos mientras que ninguno pudo llegar a este estado en la dieta donde se incluyeron 10mg/ml del extracto crudo de *Brachiaria*. Se comprobó que el compuesto responsable de la mortalidad de las larvas de la broca era de naturaleza proteínica.

Diseño de un marcador molecular para estudiar la dispersión de la broca en el campo. Se diseñaron nuevos marcadores moleculares para diferenciar poblaciones de broca en Colombia. Actualmente se mantiene una cría de broca genéticamente diferente, proveniente del Cesar, que contiene un marcador genético que se hereda en al menos un 75% de la progenie. Esta línea genética de broca está además ausente en las Subestaciones Experimentales de Cenicafé localizadas en la zona cafetera central. Esta población se encuentra disponible para adelantar estudios de dispersión en el campo y para ser usados en experimentos de captura y recaptura de adultos de broca.

■ III. Genética de las enfermedades del cafeto

Caracterización e incremento de razas de *Hemileia vastatrix*. Se registraron dos razas de roya que pueden ser nuevas, dado que se identificaron por primera vez en materiales de Híbrido de Timor. Estas razas se han incrementado en invernadero para tratar de determinar su diversidad genética con relación

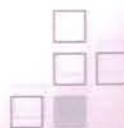
a otras razas presentes en el país. Las razas de roya que se mantienen en invernadero se redujeron considerablemente para evitar problemas logísticos debidos al gran número de aislamientos y materiales de café que se mantenían. Paralelamente se realizaron pruebas para el incremento de razas de *H. vastatrix* provenientes de materiales de café con resistencia parcial (MCRP). En hojas de café desprendidas se registraron períodos de incubación (PI) y de latencia (PL) de 13d y 20d en Caturra y 16d y 27d en MCRP, mientras que en condiciones de almácigo fueron de 24d y 28d para Caturra y 24d y 32d en MCRP. También fue posible incrementar *H. vastatrix* en condiciones de campo en los MCRP. Se demuestra que es posible producir en corto tiempo, suficiente cantidad de urediniosporas de *H. vastatrix* en los materiales con resistencia parcial para utilizarlas en trabajos de investigación.

Uso de variabilidad genética para diagnóstico de *Colletotrichum* asociado a café. Se obtuvieron a partir de tejido foliar de plantas de café, recolectado en los municipios de Chinchiná (Caldas) y La Plata (Huila), 60 aislamientos pertenecientes al género *Colletotrichum*. Por medio de la amplificación y secuenciación de rADN (ITS) y β -tubulina, y el posterior análisis bioinformático, se determinó que las especies encontradas correspondían a *C. acutatum* y *C. gloeosporioides*. Por medio de marcadores moleculares obtenidos de amplificaciones al azar (RAPD), se diferenciaron tres grupos de *C. gloeosporioides* y dos de *C. acutatum*. Al evaluar la prueba de Hidrólisis de Caseína como un método alternativo para diferenciar a las dos especies, se encontró una variabilidad intraespecífica que impide su uso con fines taxonómicos. Comparaciones con el genoma de *C. kahawae*, causante del CBD, permitirán el desarrollo de marcadores para el diagnóstico rápido y confiable de los patógenos.

Identificación de organismos asociados a “la chamusquina”. Mediante técnicas moleculares al igual que siembras en medios de cultivo se han identificado en forma recurrente los hongos *Phoma* spp y *Colletotrichum* spp. Mediante inoculaciones artificiales en hojas tiernas desprendidas de plantas de café variedad Caturra, se han obtenido síntomas en sitios previamente heridos con la punta de un alfiler e inoculados con aislamientos de *Colletotrichum* spp. Con aislamientos de *Phoma* spp. no se han logrado síntomas de chamusquina, pero si de “muerte descendente”. Mediante microscopía electrónica de barrido se observaron en lesiones de chamusquina estructuras correspondientes al hongo *Colletotrichum*. Las herramientas moleculares hasta ahora han identificado a *Colletotrichum acutatum* como microorganismo asociado a las lesiones de chamusquina.

Roya del Cafeto

Variedades con resistencia simultánea a llaga macana y a roya. De 16 progenies en cuarta generación (F4), producto del cruzamiento entre (F4 de Borbón resistente a macana-BRM x Caturra) x Híbrido de Timor, previamente seleccionadas por su alta resistencia a *Ceratocystis fimbriata* y por su grano tipo Supremo superior al 70%, se seleccionaron ocho progenies con resistencia a *Hemileia vastatrix* en evaluaciones en plantas de almácigo. De estas progenies, se establecieron en el campo 50 plantas para posteriores evaluaciones de resistencia a *C. fimbriata*. Igualmente, se seleccionaron 22 progenies en F2 del cruzamiento (BRM x Caturra) x Variedad Castillo®, con resistencia a llaga macana y roya y con grano tipo supremo superior al 70%. Las semillas de las plantas de la quinta generación (F5) estarán en condición de ser distribuidas a los caficultores como una variedad.



■ IV. Fisiología del Cafeto

Fisiología de la semilla. Se iniciaron las actividades relacionadas con la determinación de los cambios químicos y bioquímicos de la semilla durante su germinación. Se midieron algunas variables químicas relacionadas con la composición de la semilla del cafeto (*Coffea arabica* L. Variedad Castillo® – Naranjal), con el 11% de humedad, las cuales servirán de línea de base para determinar los cambios relacionados con la germinación de la semilla y con el tratamiento postcosecha del grano.

La Tabla 35 muestra la composición de aminoácidos libres tanto en la almendra como en el pergamino. La almendra tiene en su composición mayores valores de aminoácidos neutrales y polares como la glutamina (GLU) y la glicina (GLY). El pergamino posee algunos de los aminoácidos.

El ácido graso predominante es el C16:0 que corresponde a ácido palmítico, seguido por el ácido linoléico (Tabla 36)

Tabla 35. Aminoácidos libres en la almendra y el pergamino de la semilla de *Coffea arabica* L. cv. Castillo® – Naranjal, en mg/100g de muestra.

Aminoácidos	Almendra	Pergamino
GLU	386,95	
ASN	228,47	10,42
ASP	96,78	5,37
SER	58,83	4,82
PRO	30,94	1,91
GLN	29,49	34,82
LYS	21,98	
PHE	20,34	
ALA	19,04	0,58
TRP	14,68	2,96
ORN	13,52	
ILE	9,36	
TYR	9,13	2,48
THR	7,96	
LEU	7,29	
VAL	3,12	
GLY	1,45	

Los triglicéridos que se encuentran en mayor cantidad en la almendra de la semilla del cafeto, son en su orden: 1,3-Dipalmitoyl-2-Linoleyl-glycerol (PLP), seguido por el 1,3-Dipalmitoyl-2-oleoyl-glycerol (POP) (Tabla 37).

El contenido de polifenoles como equivalentes de catequina, en la almendra de la semilla, es de 6,71g/100g de muestra.

Fotosíntesis y productividad.

Efecto de la humedad del suelo y la disponibilidad de nitrógeno sobre la actividad fotosintética de la hoja del cafeto *Coffea* sp. Los resultados obtenidos indican que el potencial hídrico del suelo tiene un gran efecto sobre la fotosíntesis

Tabla 36. Composición de ácidos grasos en la almendra y el pergamino de la semilla de *Coffea arabica* L. Variedad Castillo® – Naranjal, en g/100g de muestra.

Acido graso	Almendra	Pergamino
C16:0	3,20	0,02
C18:2	2,63	0,01
C18:0	1,54	0,01
C18:1	0,87	0,01
C22:0	0,14	0,00
C16:1	0,00	0,00
C20:0	0,00	0,00

Tabla 37. Composición de triglicéridos en la almendra de la semilla de *Coffea arabica* L. Variedad Castillo®, en g/100g de aceite.

Triglicérido	Almendra
PLP	2,74
POP	1,13
PLS	0,92
PLO	0,80
POS	0,42
SLS	0,31
POO	0,24
SLO	0,17
SOS	0,16

de la hoja del cafeto y la actividad microbiana del suelo, lo que ratifica los resultados obtenidos en otras investigaciones de Cenicafé, que muestran que bajo una humedad volumétrica de 35% aproximadamente, que equivale a un potencial de $-0,2 \pm 0,05$ MPa, se obtienen las mejores asimilaciones de CO_2 . De igual manera, para este potencial hídrico la actividad microbiana, medida como respiración del suelo, mostró la mayor actividad, lo que indica que en este punto se tienen las mejores condiciones para que se produzcan los procesos de transformación del nitrógeno, que conducen a una mayor disponibilidad de éste para la planta.

Es necesario profundizar en el estudio de la actividad microbiana del suelo, pues los resultados anteriores indican que hay un efecto de esta actividad sobre la disponibilidad del nitrógeno, la cual favorece los procesos fisiológicos que requieren de este nutrimento. El aumento de nitrógeno adicionado al suelo incrementa la actividad microbiana y su respiración, hasta una cantidad donde ocurre una limitación en la asimilación de éste por parte de los microorganismos, dejándolo expuesto a perderse por volatilización y lixiviación si no es tomado por las plantas. De otra parte, esta disponibilidad, tiene efecto directo sobre la actividad fotosintética.

Comportamiento del intercambio gaseoso de la hoja del café bajo cambios en la humedad del suelo y el aire, en varios suelos de la zona colombiana. Se usaron plantas de *C. arabica* L. cv. Caturra, sembradas en materos que contenían suelos representativos de la zona cafetera colombiana (derivados de rocas ígneas: Unidades 200 y San Simón; metamórficas: Unidad Salgar; sedimentarias: Unidades Villeta y Guadalupe; y cenizas volcánicas: Unidad Fresno), las cuales fueron sometidas durante 29 días a una temperatura del aire de $26,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ y humedad del aire de 65 ± 5 y $85 \pm 5\%$.

En general, puede afirmarse que el comportamiento del intercambio gaseoso se afectó en mayor medida por la variación de la humedad del aire al que estuvieron expuestas las plantas que por el tipo de suelo donde fueron cultivadas, a pesar de las diferencias en las propiedades físicas y a las variaciones en el potencial hídrico del suelo y al contenido de humedad gravimétrica del mismo.

Cuando las plantas cultivadas en los diferentes tipos de suelos se sometieron a las condiciones de humedad del aire de 65 ± 5 u $85 \pm 5\%$, ninguna de las variables del intercambio gaseoso evaluadas mostró diferencias significativas entre suelos; mientras que al comparar la respuesta de plantas cultivadas en un mismo suelo bajo estas dos condiciones de humedad del aire, se encontraron diferencias estadísticas.

Aunque los antecedentes de investigaciones de este tema en café indican que el déficit de humedad del suelo combinado con una baja humedad del aire favorece el incremento en la resistencia estomática que conduce a una reducción en la transpiración, los resultados obtenidos demuestran que para las condiciones de humedad del aire y de temperatura evaluadas, las plantas con menor humedad alcanzaron una mayor tasa de transpiración que aquellas con mayor humedad.

También se encontró que tanto la fotosíntesis como la transpiración del cafeto responden de manera positiva a valores de déficit de presión de vapor en el aire (DVP) cercanos 1,5 kPa. No se descarta la posibilidad de que el comportamiento de la transpiración a menor humedad del aire se relacione con una disminución del agua en el suelo y un alto DVP, que al favorecer un aumento de la temperatura foliar y del gradiente del vapor de agua determinaron un incremento en la transpiración como un mecanismo para disipar calor.



Se observó que la fotosíntesis neta o ganancia neta de CO_2 asimilado (fotosíntesis bruta - respiración oscura) fue estadísticamente igual bajo las dos condiciones de humedad del aire. Mientras que a una humedad del aire del $65 \pm 5\%$ la planta alcanzó mayores valores de fotosíntesis bruta, y en igual proporción tuvo mayor liberación de CO_2 por respiración oscura, quedando un balance neto igual al que se obtiene cuando este mismo se hace para condiciones de humedad del aire del $85 \pm 5\%$ (Tabla 38).

Arquitectura, interceptación de la radiación e intercambio gaseoso en introducciones de café. Esta investigación permitió caracterizar 19 genotipos de la Colección Colombiana de Café por atributos relacionados con la actividad fotosintética: la arquitectura, la interceptación de la radiación, el intercambio gaseoso en plantas completas, el contenido de clorofila y la densidad de estomas.

El análisis de resultados muestra diferencias significativas entre los genotipos tanto para las variables evaluadas en el campo como en el laboratorio, excepto para el albedo (reflección de la radiación por el follaje). CU 1812 componente de la Variedad Castillo®,

se sitúa entre los materiales que conjuntamente mostraron mayores valores de interceptación de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) (Figura 33) y mayor producción de café en cereza en los primeros 15 meses de recolección (julio 2004 - octubre 2005) (Figura 34).

La arquitectura de tipo plagiófila con predominio de hojas con inclinación entre 31 y 60° , fue la más común entre los genotipos evaluados. La distribución de los ángulos de inserción de las ramas en los 19 genotipos mostró un comportamiento erectófilo, gradualmente mayor del ápice a la base del árbol (Tabla 39).

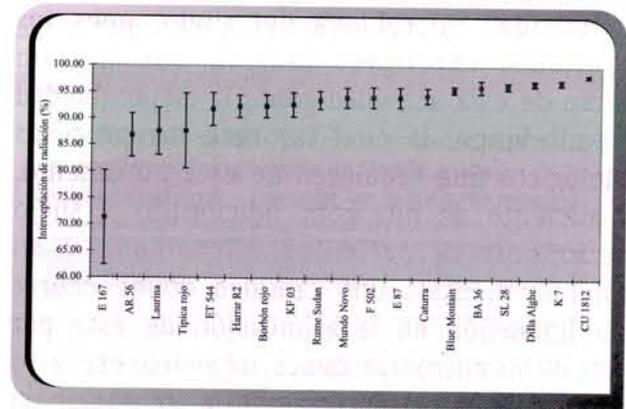


Figura 33. Interceptación de la RFA en 19 genotipos del género *Coffea* (Las barras indican el error estándar).

Tabla 29. Efecto de la humedad del aire sobre la tasa de fotosíntesis bruta ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$) de plantas de café cultivadas en diferentes tipos de suelos.

Material parental	Unidad de suelo	Humedad del aire (%)			
		65%		85%	
		\bar{x}	CV	\bar{x}	CV
Ígneo	200	17.794,0 A*	12,0	7.360,2 B	27,6
Ígneo	San Simón	19.741,4 A	27,8	7.927,6 B	20,6
Metamórfico	Salgar	16.255,7 A	10,0	6.099,0 B	25,9
Sedimentario	Villeta	17.487,5 A	11,9	8.545,7 B	16,9
Sedimentario	Guadalupe	19.713,9 A	27,6	7.719,4 B	22,7
Cenizas volcánicas	Fresno	19.584,9 A	28,5	8.188,2 B	38,1
	\bar{x}	18.430,0 A	20,3	7.640,0 B	24,5

*Promedios con igual letra entre condiciones de humedad del aire no presentaron diferencias significativas ($n = 3$; LSD = 5%).

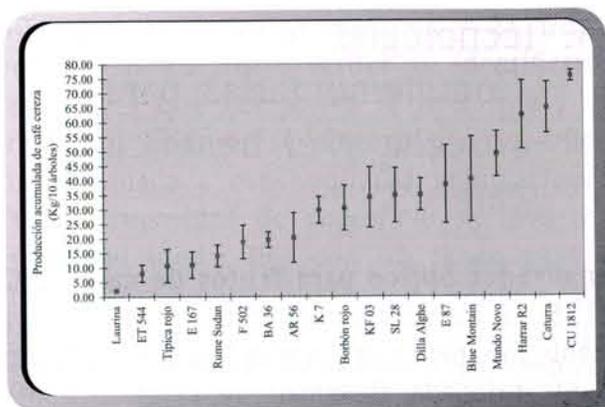


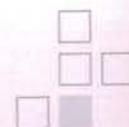
Figura 34. Producción acumulada de café cereza en 19 genotipos del género *Coffea* (Las barras indican el error estándar).

De acuerdo con el análisis de componentes principales, las variables medidas con mayor efecto sobre la variabilidad total corresponden a las morfométricas (área foliar, índice de ocupación, diámetros y área de proyección de la copa, altura total, longitud de las ramas), la producción de café cereza, los contenidos de clorofilas b y total, y la relación de clorofilas a/b.

Los genotipos fueron separados en tres grupos estadísticamente diferentes (Tabla 40) de acuerdo con la diferenciación de la prueba de Duncan sobre los promedios de producción de café

Tabla 39. Promedio del ángulo de inserción de las ramas por estrato, de 19 introducciones de la Colección Colombiana de Café.

Genotipo	Estrato			
	Superior	Medio	Inferior	Promedio
AR-56	24	31	34	30
BA-36	29	36	38	34
Blue Mountain	37	43	49	43
Borbón rojo	30	37	39	35
Caturra	28	36	40	35
CU-1812	19	26	36	27
Dilla Alghe	33	37	43	38
E-167	43	47	47	46
E-87	43	44	47	45
ET-544	41	46	48	45
F-502	36	38	39	37
Harrar R2	32	37	40	36
K-7	28	32	34	31
KF-03	37	41	43	40
Laurina	40	43	43	42
Mundo Novo	28	30	33	30
Rume Sudan	34	36	37	36
SL-28	35	41	45	40
Típica rojo	21	25	28	25
Promedio	33	37	40	37



cereza. Caturra, CU-1812 y Harrar R2 fueron los genotipos de mayor producción.

Los análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre los tres grupos de genotipos para las variables área foliar, índice de ocupación, albedo, pares de ramas, diámetros de la copa en direcciones N-S y E-W, altura total, altura de la copa, área de proyección de la copa, clorofila *a*, relación de clorofilas *a/b*, interceptación de RFA, longitud de la rama y producción de café cereza. No se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos de genotipos con las variables índice de área foliar, clorofila *b* y clorofila total, área estomática, relación ancho/largo del estoma y densidad de estomas.

Tabla 40. Clasificación de 19 genotipos del género *Coffea* con base en su producción de café cereza

Grupo	Genotipo
1	Caturra
	CU-1812
	Harrar R2
2	Blue Montain
	Borbón rojo
	Dilla Alghe
	E-87
	K-7
	KF-03
	Mundo Novo
	SL-28
3	AR-56
	BA-36
	E-167
	ET-544
	F-502
	Laurina
	Rume Sudan
Típica rojo	

V. Tecnologías

Complementarias para la cosecha y el beneficio del café

Analizador óptico para frutos de café. ING 0155. Se diseñó un analizador con una nueva fuente lumínica y una nueva forma de entregar la luz reflejada al sensor de color TCS230. Este dispositivo fue evaluado y se encontraron excelentes resultados para continuar con la construcción de todo el sistema.

Para el nuevo analizador, se encontró la matriz de identificación que relaciona color con estados de maduración según el algoritmo AIFC (*Algoritmo de Identificación de Frutos de Café*) desarrollado el año anterior. Fueron necesarios, para la creación de la matriz, 1.200 frutos de café, 240 de cada estado de maduración. Luego de obtener las regiones por estados de maduración, la matriz fue llevada a la memoria del computador para que en tiempo real identificara el estado de maduración de un fruto observado. Se desarrolló un software con el que se adquiere la señal entregada por el sensor, se acondiciona y finalmente se lleva a la matriz para encontrar una correspondencia con algún estado de maduración; como resultado el software muestra el nombre del estado de maduración del fruto analizado.

Los análisis desarrollados hasta el momento son análisis de frutos sin movimiento, para esto se desarrolló un sistema dinámico que le da movimiento a los frutos y a la vez determina el estado de maduración.

Caracterización morfológica del epicarpio de los frutos de las variedades Caturra, Colombia y el Híbrido de Timor. ING 0167.

Se realizó la caracterización de la rugosidad de frutos del café por microscopía de fuerza atómica en áreas de 60 x 60 μm y 40 x

40 μm , para 30 frutos maduros y 21 frutos verdes. En los frutos verdes se identificaron las células que componen el epicarpio y en los frutos maduros se observó una superficie más aplanada y con pequeñas granulaciones. Para la rugosidad de superficie se tuvo una rugosidad media (R_a) con un rango para el fruto maduro entre 0,056 y 0,191 μm y para el fruto verde entre 0,226 y 0,382 μm y una raíz cuadrática media de la rugosidad (R_{ms}) con un rango para el fruto maduro entre 0,069 y 0,244 μm y para el fruto verde entre 0,290 y 0,487 μm . Mientras la rugosidad de línea tuvo una R_a con un rango para el fruto maduro entre 0,0277 y 0,1595 μm y para el fruto verde entre 0,2335 y 0,3800 μm y una R_{ms} con un rango para el fruto maduro entre 0,0492 y 0,2015 μm y para el fruto verde entre 0,2870 y 0,4700 μm , a partir de lo cual se puede inferir que los rangos de rugosidad son diferentes para cada estado de maduración estudiado y por tanto, puede hacerse la diferenciación de los frutos verdes y maduros por medio de la rugosidad. Las células tienen forma elipsoidal con promedios del radio mayor de 21,346 μm , del radio menor de 11,370 μm y promedio del área de 194,616 μm^2 . El número de células promedio por cada 3.600 μm^2 fue de 15,143, de allí que el promedio de la densidad de las células fuera de 0,00421 células/ μm^2 . Esta investigación provee información que puede ser utilizada para el diseño y construcción de herramientas de clasificación de frutos de café por estado de maduración en el campo y el beneficiadero. Esta investigación se realiza en colaboración con la Universidad Nacional sede Manizales

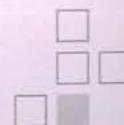
■ V. Transformación genética

Construcción de vectores de transformación con genes de quitinasas, para producir plantas transgénicas resistentes a plagas. Con el fin de evaluar la funcionalidad de los

vectores para transformación de plantas que contienen genes de quitinasas; candidatos de inhibición de insectos, bajo el control de los promotores de café, constitutivo (alfa tubulina) o inducible (Arabicina), se han venido realizando transformaciones de tejido de tabaco *Nicotiana bentamiana* vía *Agrobacterium tumefaciens*. Los cuatro vectores evaluados corresponden a: pBin19- promotor Arabicina/ gen quitobiosidasa, pBin19- alfa tubulina/quitobiosidasa, pBin19 Arabicina/endoquitinasa, pBin19- alfa tubulina/ endoquitinasa. Con el vector alfatubulina/ endoquitinasa se evaluaron dos líneas de plantas correspondientes a la F2, el 80 % de las plantas resultaron positiva y se cuenta con semillas de estas F2 positivas para evaluar su actividad contra insectos.

De la transformación con el vector arabicina/ endoquitinasa se ha completado la evaluación de la F1 y se identificaron dos líneas de esta F1 positivas para los 3 genes de interés de la cual se obtuvieron semilla para sembrar la F2. De la transformación con el vector alfa tubulina/quitobiosidasa se evaluó por PCR la F1, se identificaron las plantas positivas para los tres genes y se cuenta con las semillas para sembrar la F2. Con el vector arabicina/quitobiosidasa, hasta el momento se han identificado T0 transformantes y ya se recolectaron semillas para producir la F1. Para todos los vectores de transformación se espera contar con plantas correspondientes a la F2. En estas plantas, se identificarán por PCR los tres genes de interés, y se determinará la actividad enzimática, endoquitinasa o quitobiosidasa y se colocaran insectos sobre ellas con el fin de determinar su actividad biológica.

Transformación genética de café con vectores que contienen genes de quitinasas. El Tejido Embriogénico (TE) de café *Coffea arabica* var. Colombia BK 620 y BI 625 fue transformado vía *Agrobacterium tumefaciens* usando la cepa LBA 4404 conteniendo los vectores pBIN 19 arabicina-quitobiosidasa, alfa tubulina-



quitobiosidasa, arabicina-endoquitinasa, alfa tubulina-endoquitinasa.

De la primera transformación correspondiente al genotipo BI 625 con el vector alfa tubulina/endoquitinasa se generaron 281 plantas *in vitro* (plantas con tres o mas pares de hojas). De éstas se han evaluado por PCR 114 plantas para identificar la presencia de los genes *nptII*, alfatubulina y endoquitinasas. 71 plantas (62%) resultaron positivas para el gen endoquitinasa. De una segunda transformación con este mismo vector y genotipo se han generado 58 plantas que aun no se han evaluado. De tres transformaciones del genotipo BI 625 con el vector alfa tubulina/quitobiosidasa se han generado hasta ahora 75 plantas, tanto en embriones como plántulas (plantas *in vitro* con dos pares de hojas) en crecimiento. De la transformación de T.E de café genotipo BK 620 con el vectores Alfa tubulina/endoquitinasa,

no se han generado plantas con más de tres pares de hojas pero existen 7 plántulas y alrededor de 100 embriones en etapa de crecimiento, para este mismo genotipo BK 620 transformado con alfatubulina/quitobiosidasa, se han generado 34 plántulas y alrededor de 200 embriones. La transformación correspondiente al genotipo BI 625 con el vectores arabicina/endoquitinasa ha generado 26 plantas, 136 plántulas y 275 embriones y con el vector arabicina/quitobiosidasa se tienen 17 plantas, 101 plántulas y 576 embriones. Para el genotipo BK 620 transformado con el vectores arabicina/endoquitinasa se tienen 5 fiolas regenerando embriones y 11 embriones. Para la transformación con arabicina/quitobiosidasa se han regenerado tres plantas, nueve plántulas, y 22 embriones. Se planea contar al menos con 50 plantas de cada genotipo con cada vector de transformación para ser evaluadas por presencia de genes y actividad enzimática.



Divulgación y Transferencia

■I. Documentación

Es importante destacar la acogida que ha tenido el módulo del Centro de Documentación en el portal web de Cenicafé, en el cual se registraron 1.468 usuarios con 5.352 consultas durante esta vigencia. El 34% de las personas que han consultado fueron estudiantes, seguido de los profesionales con el 17%. A la base de datos CENIC se agregaron 1.200 referencias, llegando a 32.200 registros, lo que representa un incremento del 63,6%. Se renovó la suscripción de 126 títulos de revistas, a las bases de datos en disco compacto y al Current Contents. En la biblioteca se atendieron 4.731 usuarios, que realizaron 8.539 consultas y prestaron 3.975 documentos. Se adquirieron 334 libros como apoyo a los diferentes programas de investigación del Centro.

II. Sistemas

www.cenicafe.org.

Con el fin de mantener vigente el contenido del portal de Cenicafé, asegurar su disponibilidad permanente y mantener atenta su audiencia, se han desarrollado las siguientes tareas:

- Desarrollo, actualización, recopilación y redacción de los contenidos.
- Incorporación de los productos asociados al manejo integrado de enfermedades en el módulo de enfermedades y disturbios del café.
- Incorporación de la Variedad Castillo® en el módulo de Variedades de Café.
- Incorporación del Balance Hídrico al módulo de Estado del Tiempo en la Zona Cafetera Colombiana.

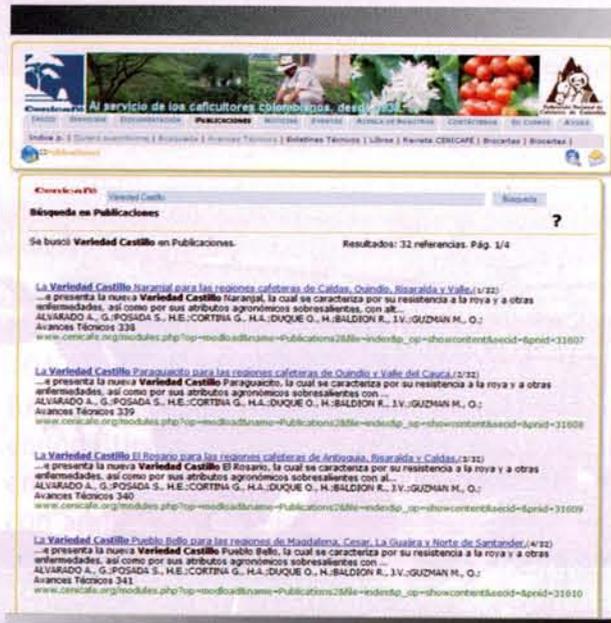


Figura 35. Nueva indización del Portal de Cenicafé

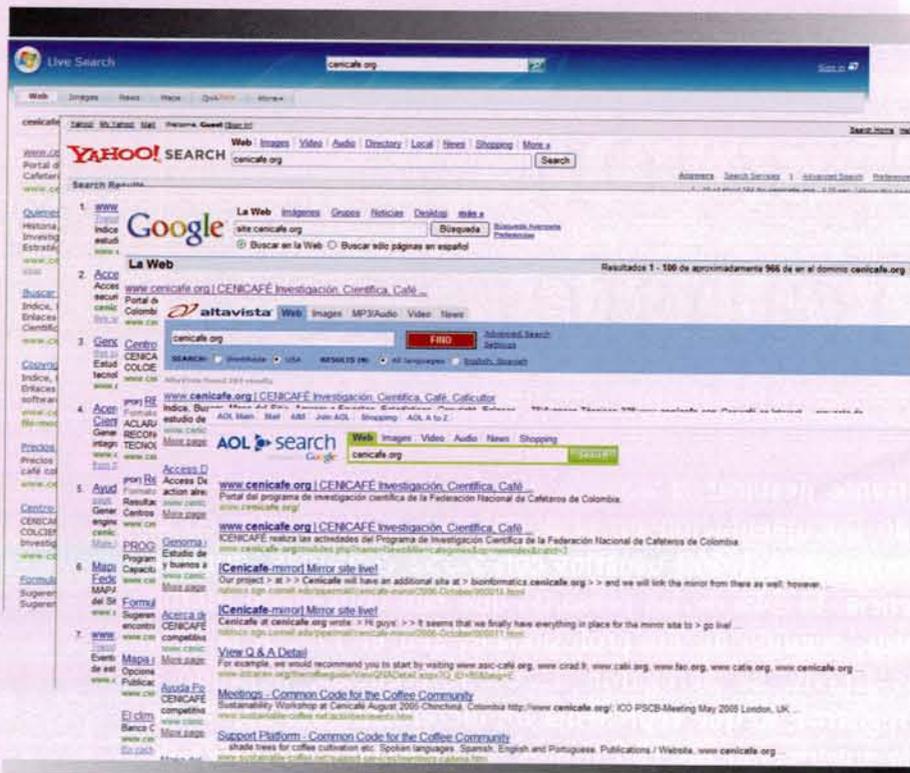


Figura 36. Reconocimiento de www.cenicafe.org por diferentes motores de búsqueda

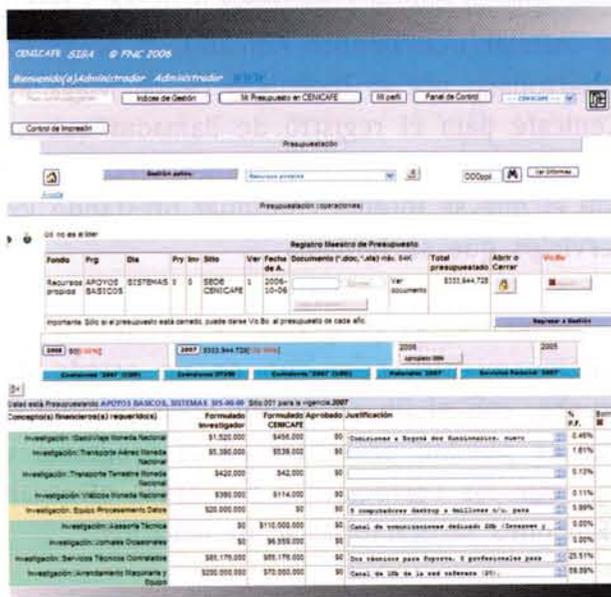


Figura 37. Pantalla de ejemplo del Sistema SIGA

- Actualización del módulo de Noticias.
- Desarrollo del nuevo módulo: Producción de hortalizas en estructuras de guadua y cubiertas plásticas.
- Incorporación del buscador tipo Google para el módulo de Publicaciones.
- Actualización de las páginas principales con el propósito de cumplir con las recomendaciones de la organización w3c, encargada de mantener los estándares en la publicación de páginas web.
- Respaldo y optimización de las bases de datos.
- Vigilancia del desarrollo, el contenido y la seguridad del portal.

Sistema de Gestión Administrativa y Técnica de Investigaciones y proyectos SIGA v.1.0. Sistema web que permite:

- La gestión del Presupuesto de un programa, disciplina o investigación en sus versiones: inicial o de usuario, aprobada por Comité y aprobada por Oficina Central.
- Establecer y definir los índices de gestión de cada investigador.
- Realizar el seguimiento a los recursos de impresión por red.

Fue desarrollado en la plataforma XAMPP para Windows Version 1.5.0-pl1 © 2002-2006 Apache Friends , PHP version 5.0.5, mysql 5.0.15, con la asesoría del Departamento de Servicios Administrativos y la Disciplina de Biometría.

Actualización del NOS de red y la implementación del NDPS y su auditoría. Actualización del Sistema Operativo de Red Novell Netware. Con el propósito de preparar nuestra red para las futuras versiones Netware, compatibles con Linux, se actualizó el Sistema Operativo de Red a la nueva versión de su plataforma de servicios de red avanzados (Enterprise), la cual incorpora capacidades que aseguran la continuidad en los procesos, la compatibilidad con software de fuente abierta, aplicaciones para servicios Web y características de oficina virtual que, en su conjunto, pretenden mejorar la comunicación, simplificar y automatizar la gestión de la red (aligerar las tareas de administración y ampliar la seguridad de la red) y permitir a los usuarios ser más productivos.

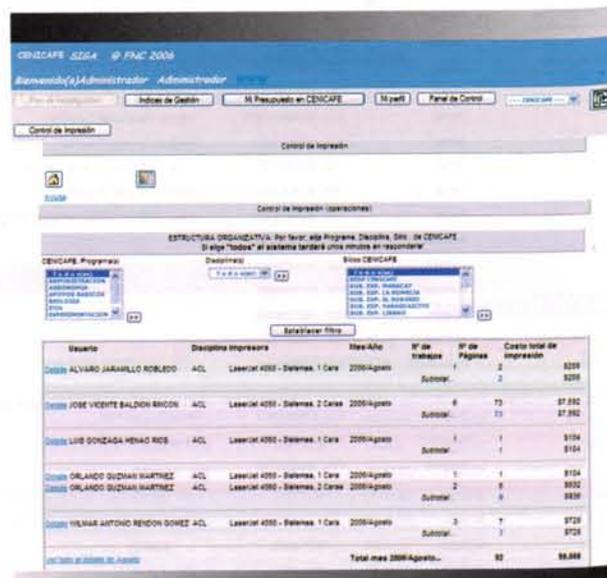


Figura 38. Auditoría del sistema de impresión bajo la plataforma NetWare

Reimplantación del software para ADMATEL para el control del Sistema de Llamadas Telefónicas. A comienzos del año 2006 se instaló una nueva planta telefónica marca NEC, con la cual se renovó la tecnología que permite prestar el servicio telefónico. Con la nueva planta se instaló un programa desarrollado por la empresa Quadrix, el cual permite llevar un registro y cuantificar el valor de las llamadas que se hacen por parte de los usuarios del Centro, y con el que se intentó hacer el respectivo cobro del servicio de llamadas personales a través de las líneas telefónicas de Cenicafé. Sin embargo el uso del programa presentó diferentes dificultades que, al no poder ser

solucionadas con el fabricante, llevaron a tratar de instalar nuevamente Admatel, el programa desarrollado por el Ingeniero Felipe Maya en Cenicafé para el registro de llamadas que se utilizaba con la anterior planta telefónica y con el que se intenta continuar prestando los servicios que se tenían.

Actualmente, el programa se encuentra en funcionamiento, pero aun en un estado de prueba, con el fin de revisar otros problemas que se puedan presentar en el programa y de que las correcciones realizadas ofrezcan soluciones satisfactorias a los usuarios.

WBX Sistema de Control Telefónico

Ordenado por: Fecha y Hora

Operadores: N/A

Llamadas del día [2006-11-7 2006-11-7] Oficiales Particulares Auditoría Todas

Agrupar consumo de operador por: Clasificación telefónica:

Tipo	Extensión	Teléfono	Destino	Localidad	Fecha	Hora	Duración	Costo
Particular	408	0968507391		Chinchiná - CDS	2006-11-07	09:27:12	00:01:02	417.60
Oficial	131	0968402373	Hacienda Naranjal Chinchiná	Chinchiná - CDS	2006-11-07	09:29:21	00:01:08	417.60
Oficial	131	0968402373	Hacienda Naranjal Chinchiná	Chinchiná - CDS	2006-11-07	09:30:57	00:03:24	835.20
Oficial	351	0963259369	Subestación La Catalina	Pereira - RIS	2006-11-07	09:32:36	00:03:48	835.20
Oficial	133	0968811433	D.H.L. Manizales	Manizales - CDS	2006-11-07	09:35:09	00:03:54	923.36
Oficial	190	018009153978	Soporte Técnico Dell Computer	Gratuita	2006-11-07	09:36:23	00:05:56	0.00
Oficial	151	0963259369	Subestación La Catalina	Pereira - RIS	2006-11-07	09:42:17	00:00:51	208.80
Auditoría	172	0968812292		Manizales - CDS	2006-11-07	09:44:51	00:01:15	461.68
Oficial	162	0955793191	Subestación Pueblo Bello	Pueblo Bello - CES	2006-11-07	09:51:32	00:00:53	289.84
Oficial	171	0963259369	Subestación La Catalina	Pereira - RIS	2006-11-07	09:55:44	00:04:03	1044.00
Auditoría	121	0968783883		Manizales - CDS	2006-11-07	09:55:55	00:02:40	692.52
Auditoría	127	0968867603		Manizales - CDS	2006-11-07	09:56:36	00:06:28	1615.88
Oficial	329	0968504760	Hongos del Trópico	Chinchiná - CDS	2006-11-07	09:59:30	00:00:18	208.80
Oficial	190	018009154755	Soporte Dell	Gratuita	2006-11-07	09:59:54	00:00:34	0.00
Oficial	190	018009153978	Soporte Técnico Dell Computer	Gratuita	2006-11-07	10:01:12	01:08:26	0.00
Oficial	129	0968402373	Hacienda Naranjal Chinchiná	Chinchiná - CDS	2006-11-07	10:10:19	00:02:20	625.40
Oficial	135	0968897070	Conté de Cafeteros Caldas - Recinto	Manizales - CDS	2006-11-07	10:10:47	00:00:22	230.84
Oficial	108	0916203382	Biofertiliza Ltda - Bogotá	Bogotá	2006-11-07	10:11:00	00:01:31	417.60
Oficial	125	0968835323	Gobernación de Caldas Secretaría de Agricultura -	Manizales - CDS	2006-11-07	10:13:23	00:01:23	461.68
Auditoría	162	0968845760		Manizales - CDS	2006-11-07	10:13:58	00:05:36	1385.04
Auditoría	129	3117808861		Celular COMCEL	2006-11-07	10:14:39	00:01:46	2320.00
Auditoría	131	3117808861		Celular COMCEL	2006-11-07	10:16:25	00:08:07	8120.00
Auditoría	233	0963293969		Pereira - RIS	2006-11-07	10:18:04	00:00:35	208.80
Auditoría	329	0916079997		Bogotá	2006-11-07	10:19:44	00:01:19	417.80
Particular	305	0968500114		Chinchiná - CDS	2006-11-07	10:21:59	00:00:26	208.80
Auditoría	0	0968508389		Chinchiná - CDS	2006-11-07	10:22:55	00:02:33	626.40
Particular	322	0968506063	Bancafé - Chinchiná	Chinchiná - CDS	2006-11-07	10:25:55	00:01:12	417.60
Particular	322	0968506063	Bancafé - Chinchiná	Chinchiná - CDS	2006-11-07	10:28:06	00:01:22	417.60
Auditoría	404	3008511705		Celular COMCEL	2006-11-07	10:31:14	00:00:26	1160.00

Done

Figura 39. Reporte para asignar responsables de llamadas a usuarios

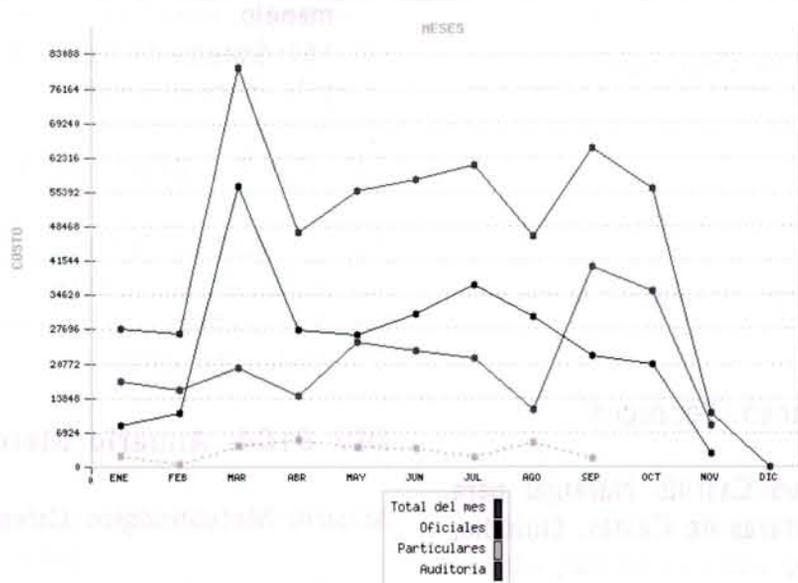


Figura 40. Reporte de llamadas de un usuario

WAX Sistema de Control Telefónico

ADMATEL

Ordenado por: Fecha y Hora Operadores: Agrupar consumo de operador por: Clasificación telefónica:

Llamadas del día [2006-11-7 2006-11-7] Oficiales Particulares Auditoria Todas

Tipo	Extensión	Teléfono	Destino	Localidad	Fecha	Hora	Duración	Costo
Particular	408	0968507391		Chinchiná - CDS	2006-11-07	09:27:12	00:01:02	417.60
Oficial	131	0968402373	Hacienda Naranjal Chinchiná	Chinchiná - CDS	2006-11-07	09:29:21	00:01:08	417.60
Oficial	131	0968402373	Hacienda Naranjal Chinchiná	Chinchiná - CDS	2006-11-07	09:30:57	00:03:24	835.20
Oficial	351	0963259369	Subestación La Catalina	Pereira - RIS	2006-11-07	09:32:36	00:03:46	835.20
Oficial	133	0968811433	D.H.L. Manzales	Manzales - CDS	2006-11-07	09:35:09	00:03:54	923.36
Oficial	190	0180009163976	Soporte Técnico Dell Computer	Gratuba	2006-11-07	09:36:23	00:05:56	0.00
Oficial	151	0963259369	Subestación La Catalina	Pereira - RIS	2006-11-07	09:42:17	00:00:51	208.80
Auditoria	172	0968812292		Manzales - CDS	2006-11-07	09:44:51	00:01:15	461.68
Oficial	182	0955793191	Subestación Pueblo Bello	Pueblo Bello - CES	2006-11-07	09:51:32	00:00:53	288.84

Figura 41. Reporte de llamadas por operador

■ III. Divulgación y Transferencia

DIV 0101 – Revista Cenicafé

Volumen 56 Número 3, trimestre julio - septiembre 2005

Volumen 56 Número 4, trimestre octubre - diciembre 2005

Volumen 57 Número 1, trimestre enero - marzo 2006

DIV 0102 – Avances Técnicos

No. 338: La variedad Castillo Naranjal para las regiones cafeteras de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle.

No. 339: La Variedad Castillo Paraguaicito para regiones cafeteras del Quindío y Valle del Cauca.

No. 340: La variedad Castillo El Rosario para regiones cafeteras de Antioquia, Risaralda y Caldas.

No. 341: La variedad Castillo Pueblo Bello para regiones de Magdalena, Cesar, La Guajira y Norte de Santander.

No. 342: La variedad Castillo Santa Bárbara para regiones cafeteras de Cundinamarca y Boyacá.

No. 343: La variedad Castillo La Trinidad para regiones cafeteras del Tolima.

No. 344: La variedad Castillo El Tambo, para regiones cafeteras de los departamentos de Cauca, Nariño y sur del Valle del Cauca

No. 345: Paseras solares de bajo costo para secar café.

No. 346: Construya el nuevo rastrillo para revolver café en el secado al sol.

No. 347: La crespera del cafeto.

No. 348: Causas de los movimientos masales y erosión avanzada en la zona cafetera colombiana.

No. 349: Buenas prácticas agrícolas para el café.

No. 350: Estudios de resistencia al glifosato en tres arvenses de la zona cafetera

colombiana y alternativas para su manejo.

No. 351: Sistema de aseguramiento de la calidad y la inocuidad del café en la finca.

DIV 0103 - Boletines Técnicos

No. 28: Cultivo de hongos medicinales en residuos agrícolas de la zona cafetera.

No. 29: Tratamiento anaerobio de las aguas mieles del café.

DIV 0104- Anuario Meteorológico

Anuario Meteorológico Cafetero 2004

DIV 0105 - Manuales y libros

Libro: Sistemas de Producción y Administración de Cafetales.

Edición de la cartilla y protocolos para la producción de hongos comestibles y medicinales, para el SENA regional Huila y la Asociación de Productores de Hongos Comestibles de Colombia - ASOFUNGICOL.

Estudio de crecimiento, fenología y pronósticos de cosecha en naranja valencia sobre sunky x english y citrumelo 4475, en la zona centro occidente de Colombia.

Cartilla: Cómo obtener ingresos adicionales en cafetales renovados. 44p.

DIV 0107 Otros impresos (Plegables, afiches, volantes)

Plegable y afiche sobre Micorrizas arbusculares en frutales de clima frío

Pósteres "Producción de hortalizas en estructuras de guadua y cubiertas plásticas"

Memorias, resúmenes, afiche, plegable, tarjetas de invitación, agradecimientos, pendones, pasacalles, señalización, camisetas, bolso, diplomas, escarapelas, para el XXX Congreso de Entomología SOCOLEN 26 al 28 de Julio de 2006.

Segundo Concurso Caldas Cafés de alta calidad “ El que con limpieza trabaja la buena calidad nunca baja”. Comité Departamental de Cafeteros de Caldas.

Biocartas :

No. 9: Herramientas de conservación de la biodiversidad

No. 10: El cóndor: espíritu de los Andes

DIV 0108 - Otras publicaciones (asesorías a otras dependencias de la Federación).

Diseño de imagen y para la Tercera Feria de Cafés Especiales enero de 2006.

Elaboración de imagen para la Cuarta Feria de Cafés Especiales enero de 2007.

Revisión de la Estructura Curricular del Programa Escuela y Café para la FMM

DIV 0200 – Audiovisuales

DIV 0202 Video

La Sección participó en la planeación, diseño y edición de los cursos virtuales de “Genética y Variedades de Café”. Así mismo, hizo la entrega a la Fundación Manuel Mejía del curso E-learning “Sistemas de Producción y Administración de Cafetales”, que actualmente se encuentra habilitado con el grupo piloto.

Actualmente se encuentran inscritas 135 personas de Cenicafé, entre investigadores, personal

administrativo, de servicios profesionales y estudiantes..

DIV 0203 Multimedia

Día de campo para patieros del departamento de Caldas

DIV 0205 Portal web www.cenicafe.org.

Con el fin de actualizar continuamente la información del portal de Cenicafé www.cenicafe.org, la sección de Divulgación y Transferencia participa con la entrega de las publicaciones del Centro para su consulta en el portal, así como con noticias del sector cafetero de Colombia y el soporte gráfico de la página.

DIV 0400 - Relaciones públicas

DIV 0401 - Atención a visitantes

Se atendieron 224 visitas en la sede principal de Cenicafé en Chinchiná y en la Estación Central Naranjal con un total de 5.823 visitantes (Tabla 41).

DIV 0500 - Servicios de comunicación

Tabla 41. Visitantes por categorías

	Número de visitantes
Caficultores	2.628
Estudiantes	2.483
Extranjeros	203
Particulares	509



DIV 0501 - Fotografía

Rollos de 36 exposiciones revelados (sólo negativo) y digitalizados para archivo	12
Copias fotográficas en color (10x15cm)	0
Fotografías digitales	7.952
Fotografías y otras imágenes digitalizadas	1.403
Dibujos en computador y ediciones y montajes para presentaciones y publicaciones	52

DIV 0502 - Distribución de publicaciones

Durante este período las publicaciones de Cenicafé se distribuyeron así:

143.866 ejemplares de Avances Técnicos
8.306 ejemplares de la Revista Cenicafé
5.519 ejemplares del Boletín Técnico
578 ejemplares del Anuario Meteorológico Cafetero

Actualmente se cuenta con un total de 10.498 suscriptores nacionales y 578 suscriptores internacionales.

DIV 0503 - Apoyo de comunicaciones

Además de la coordinación de los 37 seminarios científicos, también 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, 95 pósters, cartelones y otras ayudas visuales a los investigadores, utilizados en exposiciones, días de campo y atención de visitantes.

DIV 0600 - Cursos y eventos de capacitación**DIV 0601 - Cursos y seminarios**

- Coordinación del curso de la capacitación para Coordinadores de Investigación Participativa de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, dictado entre abril 17 y mayo 12.

- Ferias “El café de mi tierra” en Palestina (Caldas)
- “Fiestas del Paisaje” en Belalcázar (Caldas)
- En total se dictaron 10 cursos y talleres a los extensionistas, estudiantes y caficultores.

DIV 0602 Reuniones técnicas

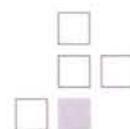
Se programaron 50 reuniones con investigadores de Cenicafé, los extensionistas y los caficultores de distintos departamentos.

DIV 0603 - Días de campo

- Se coordinaron con el Comité de Caldas las actividades realizadas en la Estación Central Naranjal, en los dos días de campo donde se atendió a los caficultores de Palestina y Manizales.
- Día de campo para capacitar a los patieros del departamento de Caldas.
- Día de campo “Producción de hortalizas en estructuras de guadua y cubiertas plásticas”.
- En total, se realizaron 12 días de campo con caficultores de los diferentes Comités de Cafeteros del país.

■IV Productos de investigación y transferencia de tecnología.
Cenicafé 2006

Producto	2006
Número de experimentos	331
Seminarios	26
Artículos revistas nacionales	18
Artículos revista Cenicafé	18
Tesis pregrado	16
Avances Técnicos	10
Folletos	14
Artículos revista extranjera	7
Póster	11
Biocarta	2
Norma Técnica	1
Conferencias	9
Libros	1
Boletín Técnico	2
Tesis maestría	2
Anuario	1
Patentes	1
Cursos de capacitación	6
Días de campo	10
Visitas al portal de Cenicafé	403.381
Distribución de publicaciones	161.061
Visitas a las instalaciones de Cenicafé	224
Visitantes a instalaciones de Cenicafé	5.811
Visitantes a las Subestaciones	6.785
Distribución de semilla variedad Tabi	818
Semilla de variedades porte bajo resistentes a la roya	39.871,50
Suscriptores nacionales	10.498
Suscriptores internacionales	578



Recursos Humanos y Financieros

Investigadores Asociados a Cenicafé		
Nombre	Profesión	Nivel Académico
Villarreal Peña Diana	Licenciado en Biología y Química	Doctorado en Parasitología
Betancur Pérez Jhon Fredy	Licenciado en Biología y Química	Especialización en Biología Molecular y Biotecnología
Padilla Hurtado Beatriz Elena	Bacteriólogo y Laboratorista Clínico	Especialización en Biología Molecular y Biotecnología
Villalba Guott Diógenes Alberto	Ingeniero Agrónomo	MSc. en Fitopatología
Marín Marín Patricia	Bacteriologa y Laboratorista Clinico	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	Licenciado en Biología y Química	Especialización en Microscopía óptica y electrónica
Escobar López Luz María	Bióloga	Maestría en Biología
Pineda Tuirán Rosana Paola	Ingeniero Agrónomo	Maestría en Biotecnología
Rangel Lema María Paola	Bióloga	Maestría en Biotecnología de plantas
Velásquez Velásquez Nubia Yineth	Microbióloga	Maestría en Ciencias Agrarias
Basto Galvis Natalia	Licenciado en Biología	Maestría en Ciencias Básicas Médicas
De La Torre Cepeda Gloria Esther	Licenciado en Biología	Maestría en Ciencias Biomoleculares
Constantino Chuaire Luis Miguel	Biólogo Entomólogo	Maestría en Gerencia del Parásito
Moreno Cárdenas Edilson León	Ingeniero Agrícola	Maestría en Ingeniería Agrícola con Mención en Mecanización y Energía
Alfonso Carvajal Oscar Alberto	Ingeniero Agrícola	Pregrado
Álvarez Valencia Juan Alejandro	Diseñador Industrial	Pregrado
Arbeláez Alvarado Daniel	Biólogo	Pregrado
Aristizábal Arias Carolina	Economista Empresarial	Pregrado
Bolívar Forero Claudia Patricia	Tecnólogo en Química	Pregrado
Chalarca López Andrés Fernando	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
Chica Morales María José	Ingeniero de Alimentos	Pregrado
Díaz Gaitán Diego	Ingeniero Agrícola	Pregrado
Echeverri Giraldo Luz Fanny	Química Industrial	Pregrado
Escobar Ochoa Carolina	Microbiólogo	Pregrado
Flórez Varón Juan Carlos	Biólogo	Pregrado
Galeano Vanegas Narmer Fernando	Microbiólogo	Pregrado
Galindo Leva Luz Angela	Bióloga	Pregrado
Gallego Agudelo Claudia Patricia	Bacteriólogo	Pregrado
García Bastidas Fernando Alexander	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
García Cortés Paula Marcela	Salud Ocupacional	Pregrado
Giraldo Betancurth Angelica María	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Godoy Bautista José Alexander	Ingeniero Forestal	Pregrado
González Rodríguez Alexandra Milena	Bióloga	Pregrado
Idárraga Ortiz Sandra Milena	• Biólogo	Pregrado
Isaza Gil Luis Eduardo	Ingeniero Agrícola	Pregrado

Lentijo Jimenez Gloria María	Biólogo con énfasis en Zoología	Pregrado
López Fisco Hugo Andrés	Ingeniero Agrícola	Pregrado
López López Andres Mauricio	Médico Veterinario Zootecnista	Pregrado
Mantilla Afanador Javier Guillermo	Biólogo	Pregrado
Martínez Díaz Claudia Patricia	Bacteriólogo	Pregrado
Miranda Arango Paula Tatiana	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
Montoya Cartagena Juan Carlos	Biólogo	Pregrado
Navarro Escalante Lucio	Biólogo	Pregrado
Orozco Serna Carlos Eduardo	Ingeniero Eléctricista	Pregrado
Ospina Perez Erika María	Tecnólogo en Química	Pregrado
Ossa Ossa Gustavo Adolfo	Licenciado en Biología y Química	Pregrado
Patiño Ramírez Mauricio Andrés	Tecnólogo en Química	Pregrado
Pérez Henao Carolina	Ingeniero de Alimentos	Pregrado
Pineda Sandoval Rocio del Pilar	Ingeniera de Alimentos	Pregrado
Ramos Giraldo Paula Jimena	Ingeniero Electrónico	Pregrado
Rodríguez Lara María del Rosario	Diseñadora Visual	Pregrado
Romero Juan Vicente	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Rosero Ortegon Lady Carolina	Bióloga	Pregrado
Rubio Gómez José David	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Salazar Echeverry Hugo Mauricio	Ingeniero Agrónomo	Pregrado
Sánchez Clavijo Lina María	Ecóloga	Pregrado
Sánchez Sánchez Alejandra María	Biólogo	Pregrado
Sánchez Sosa Henry Walforth	Ingeniero Agrónomo	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
Zárate Neira Luz Angela	Bióloga	Pregrado
Díaz Dagua Carlos Arturo	Biólogo	Pregrado
Rivera Serna Luis Fernando	Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones	Pregrado
Henao Pineda Adrian Hernando	Mecánica Industrial	Técnico
Aristizábal Valencia Fabio Alonso	Técnico Profesional Forestal	Técnico
Pinilla Garzón Carlos Alberto	Administrador de Negocios	Técnico



Estudiantes vinculados a Cenicafé Año 2006

Nombre	Código Investigación	Título Investigación	Universidad
Cárdenas Ramírez Angela Biviana	ENT1608	Evaluación de la eficacia de cepas del hongo <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin para el control de la broca del café	UNISARC
Cárdenas Díaz Fabian Leonardo	GEN0203	Interacción molecular entre la planta de café y fitopatógenos	INDUSTRIAL DE SANTANDER
Cardona Duque Julián Andrés	ING0165	Diseño, construcción y evaluación de una herramienta portátil para la cosecha semi-mecanizada de café	TECNOLOGICA DE PEREIRA
Cardona Puerta Gonzalo Enrique	ENT1408	Trampas con atrayentes para la reducción de niveles de infestación de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)	DE CALDAS
Cardona Quintero Yenny Paola	ING0167	Caracterización de la rugosidad de frutos del café en dos estados de madurez	NAL. SEDE MANIZALES
Carmona González Claudia Yoana	FIS1010	Eficiencia en el aprovechamiento del nitrógeno en diferentes genotipos de <i>Coffea</i> sp.	DE CALDAS
Castaño Marín Angela María	ENT1302	Integración del uso de nematodos entomopatógenos en el MIB	DE CALDAS
Díaz Miranda María Alejandra	MEG0151	Estudio de la variabilidad en materiales de Híbrido de Timor de generaciones avanzadas (S3 y S4)	DEL VALLE
Guzmán Piedrahita Oscar Adrian	PAT0172	Evaluación de la resistencia parcial a la roya del cafeto (<i>Hemileia vastatrix</i> Berk Br.) en tres localidades con diferente oferta ambiental	DE CALDAS
Leal Varon Luis Alfredo	SUE0332	Mineralización y volatilización del nitrógeno en dos suelos de la zona cafetera colombiana	DEL TOLIMA
López Gartner Germán Ariel	GEN0100	Genómica estructural de café	DE CALDAS
Maldonado Londoño Carlos Ernesto	ENT1821	Variabilidad genética y evaluación biológica del parasitoide <i>Prorops nasuta</i> Waterston en Colombia	DE CALDAS
Monsalve Flórez Marian Alejandra	ETI0111	Ensayo de procedencias y progenies para dos espec. forest. tropic. de alto valor comercial de la región cafetera colombiana (<i>Tabebuia rosea</i> y <i>Cordia alliodora</i>).	AUTÓNOMA DE MANIZALES
Medina López Sandra Bibiana	SUE0909	Determinación de la relación entre la resistencia al corte y propiedades físicas y químicas en algunos suelos de la zona cafetera colombiana	DE CALDAS
Mejía González Claudia Alexandra	ING1121	Desmucilaginado del café con rotor de varillas	DEL VALLE
Osorio Lotero Óscar Iván	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	NAL. SEDE MEDELLÍN

Pabón Usaquen Jenny Paola	ING1120	Efecto de las prácticas posteriores al desmucilaginado mecánico y antes del secado en la calidad del café	DEL VALLE
Paiba Alzate Jorge Eduardo	BDC0304	Evaluación del potencial de los robledales cafeteros del Huila para las certificaciones ambientales: Etapa 1. Caracterización de la avifauna y la vegetación	DE CALDAS
Quintero Vargas Juliette Catalina	ENT1706	Determinación de las especies más eficientes de entomonematodos para el control de la broca en frutos infestados caídos en cafetales	DE CALDAS
Ramírez González Jorge Andrés	GEN0100	Genómica estructural de café	DE CALDAS
Ramírez Ortiz Fernando Andrés	SUE0914	Evaluación del riesgo a la erosión potencial de la zona cafetera central y occidental del departamento de Caldas	DEL TOLIMA
Rendón Saenz Jose Raúl	FIT1529	Estimación de la producción de café con base en los registros de floración	DE CALDAS
Rivas Ortega Cristian Mauricio	BDC0501	Desarrollo del plan de manejo ambiental de la reserva de Plan Alto	NAL. SEDE MEDELLÍN
Rodríguez González Andrés Fernando	PAT2003	Evaluación en plantas de café y tabaco de genes heterólogos con actividad antifúngica	JAVERIANA
Romero Guerrero Gladys	MEG0269	Estudio de herencia de la resistencia incompleta a roya, en progenies de Caturra por Híbrido de Timor. Experimento 1	PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
Sosa Mesa Omar Ali	SUE0538	Fertilización foliar en el cultivo de café en etapa de producción	PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
Valdés Gutiérrez Sandra Patricia	PAT2401	Identificación de organismos causantes de un nuevo disturbio en café denominado chamusquina	DE CALDAS
Vásquez Ramírez Luisa Mayens	PAT2501	Efecto de los extractos de plantas en el manejo de <i>Meloidogyne</i> spp en raíces de café	DE CALDAS
Vera Montoya Leyre Yicell	ENT1815	Identificación de enemigos naturales de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)	DE CALDAS
Zambrano Giraldo Andres Julián	QIN0115	Adaptación y Evaluación de un sistema integral de tratamiento de las aguas residuales provenientes del proceso de beneficio del café.	CATÓLICA DE MANIZALES



Recursos Aportantes Nacionales 2006

Entidad Aportante	Convenios	Experimentos	Miles \$	%
Biodiversidad	1	15	389.176	43,38
Colciencias	3	6	207.243	23,10
Sena Secab	1	1	121.858	13,58
Luker	1	1	106.662	11,89
Asohofrucol	1	1	36.496	4,07
Orius	1	1	11.380	1,27
Asocítricos	1	1	10.497	1,17
Erupción	1	1	7.168	0,80
Fundación Natura	1	1	2.280	0,25
Hydro Agri	1	1	2.180	0,24
Corp. Auton. Regional Quindío	1	1	1.845	0,21
Agromil S.A	1	1	431	0,05
Totales	14	31	897.214	100

Recursos Aportantes Internacionales 2006

Entidad Aportante	Convenios	Experimentos	Miles \$	%
Defra Darwin	1	2	111.980	28,12
TNC	1	1	79.585	19,99
FAO Procuencia	1	1	60.699	15,24
Kali Und Salz Monomeros	1	2	43.753	10,99
ICGEB	1	1	40.327	10,13
Sopib	1	1	38.402	9,64
SQM North America	1	1	23.432	5,88
Totales	7	9	398.178	100

Índice de localización de Experimentos Regionales*

Municipios	Páginas	Municipios	Páginas
Anserma Nuevo (Valle del Cauca)	87	Piendamó (Cauca)	87
Armenia (Quindío)	31	Pijao (Quindío)	31, 32, 87
Belén de Umbría (Risaralda)	102	Pinchote (Santander)	128
Buenavista (Quindío)	31	Pitalito (Huila)	30
Calarcá (Quindío)	31	Pueblo Bello (Cesar)	19
Chaparral (Tolima)	30	Quimbaya (Quindío)	31
Chinchiná (Caldas)	12, 26, 44, 87, 89, 90, 102, 115, 130, 135, 149	Restrepo (Valle del Cauca)	109
Circasia (Quindío)	31, 32	Riosucio (Caldas)	13
Ciudad Bolívar (Antioquia)	87	Rivera (Huila)	131
Concordia (Antioquia)	83, 84	Salamina (Caldas)	30
Córdoba (Quindío)	31	Salento (Quindío)	31, 32
Darién (Valle del Cauca)	102, 103	San Francisco de Sales (Cundinamarca)	85
El Cairo (Valle del Cauca)	128	San Gil (Santander)	128
El Tambo (Cauca)	76, 102	Santuario (Risaralda)	30
Filadelfia (Caldas)	30	Sasaima (Cundinamarca)	83, 84, 85
Filandia (Quindío)	31, 32	Socorro (Santander)	128
Garzón (Huila)	131	Támesis (Antioquia)	126, 128
Génova (Quindío)	31	Tesalia (Huila)	131
Guaduas (Cundinamarca)	30	Teruel (Huila)	131
Jamundí (Valle del Cauca)	33	Venecia (Antioquia)	82, 113
Jericó (Antioquia)	47	Villamaría (Caldas)	12, 44
La Plata (Huila)	30	Villeta (Cundinamarca)	30
La Tebaida (Quindío)	31, 32	Viterbo (Caldas)	131
Líbano (Tolima)	39		
Los Santos (Santander)	115		
Manizales (Caldas)	12, 44, 81, 87, 115, 150		
Marsella (Risaralda)	131		
Montenegro (Quindío)	31, 32		
Palestina (Caldas)	12, 30, 44		
Páramo (Santander)	128		
Pereira (Risaralda)	24, 87, 131		

* 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 registrados en este informe.



RESUMO		TOTAL	
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
Total	

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

Control Interno

Luis Alfredo Amaya F., Administrador Público
Gloria Liliana Gómez R., Contador Público

Divulgación y Transferencia

Héctor Fabio Ospina O., Ing. Agrónomo M.Sc.
Sandra Milena Marin López, Ing. Agrónoma

Documentación

Nancy Cecilia Delgado R., Bibliotecóloga

Economía

César Alberto Serna G., Contador,
especialización en Gerencia de Finanzas

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.

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

Álex Enrique Bustillo P., Coordinador

Entomología

Álex Enrique Bustillo P., Ing. Agrónomo Ph.D.
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*
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
Aristóteles 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.
Carlos Alberto Galvis G. Ing. Agrónomo

Mejoramiento Genético y Biotecnología

Gabriel Alvarado A., Ing. Agrónomo M.Sc.
José Ricardo Acuña Z., Biólogo Ph.D.
Hernando Alfonso Cortina G., Ing. Agrónomo M.Sc.
Juan Carlos Herrera P., Biólogo Ph.D.**
María del Pilar Moncada B., Ing. Agrónomo Ph. D.
Huver Elías Posada S., Ing. Agrónomo Ph.D.
Diana María Molina V., Bacterióloga*

PROGRAMA DE AGRONOMÍA Y EXPERIMENTACIÓN

Jaime Arcila P., Coordinador

Fitotecnia

Jaime Arcila P., Ing. Agrónomo Ph.D.
Argemiro Miguel Moreno B., Ing. Agrónomo M.Sc.
Fernando Farfán V., Ing. Agrónomo

Suelos

Siavosh Sadeghian Kh., Ing. Agrónomo M.Sc.
Hernán González Osorio., Ing. Agrónomo
Luis Fernando Salazar G., Ing. Agrónomo
Édgar Hincapié G., Ing. Agrónomo
Albeiro Salamanca J., Ing. Agrónomo

SUBESTACIONES DE EXPERIMENTACIÓN

Estación Central Naranjal

Juan Carlos García L., Ing. Agrónomo
Guiovanny Cuesta Giraldo, Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Tambo

Carlos Rodrigo Solarte P., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Rosario

Jhon Wilson Mejía M., Ing. Agrónomo

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, Agrónomo

Subestación Experimental Pueblo Bello

José Enrique Baute B., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Santander

Pedro María Sánchez A., Ing. Agrónomo

PROGRAMA DE POSTCOSECHA

Carlos Eugenio Oliveros T., Coordinador

Ingeniería Agrícola

Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph.D.
César Augusto Ramírez G., Arquitecto
Juan Rodrigo Sanz U., Ing. Mecánico Ph.D.
Aída Esther Peñuela M., Ing. Alimentos

Química Industrial

Gloria Inés Puerta Q., Ing. Química, Ing. Alimentos M.Sc.
Diego Antonio Zambrano F., Ing. Químico
Nelson Rodríguez V., Ing. Químico

PROGRAMA ETIA

José Arthemo López R., Coordinador

Gloria Esperanza Aristizábal V., Bióloga M.Sc.
María Cristina Chaparro C., Tec. Alimentos, Química
Claudia Rocío Gómez P., Tec. Química Ind.

Juan Mauricio Rojas A., Ing. Alimentos
Carlos Mario Ospina P., Ing. Forestal

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Luz Miryam Corredor Restrepo., Administrador de Empresas, especialización en Finanzas

Sección Contabilidad

Martha Elena Vélez H., Contador Público
Jesús Danilo Gonzalez O., Contador

Sección Mantenimiento y Servicios

Jairo Zapata Z., Ing. Electricista

Personal

Gonzalo Augusto Chaura N., Administrador de Empresas

Tesorería

Janeth Alexandra Zuluaga M., Administrador de Empresas

Sección Presupuesto

Carlos Arturo González V., Ing. Industrial
Jesús Alberto Cardona L. Ing. Industrial
Diana Lorena Sánchez Ramírez, Ing. Industrial

Sección Suministros y Bienes

Carlos Arturo González V., Ing. Industrial
Mauricio Loaiza M., Ing. Industrial
Germán Uriel Granada, Administrador de Empresas

* Comisión de Estudios

** Post-doctorado

(E): Jefe encargado

