

Resumen del Informe Anual de Actividades

Cenicafé
2001 - 2002

1A6Ga:xk
C25
2001-2002



Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural



FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL DE CAFETEROS

Ministro de Hacienda y Crédito Público
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministro de Comercio Exterior
Director del Departamento de Planeación Nacional

Miembros elegidos para el período 1999-2002

PRINCIPALES

Luis Ignacio Múnera Cambas
Mario Gómez Estrada
Alfonso Jaramillo Salazar
Rodrigo Múnera Zuloaga
Julio Ernesto Marulanda Buitrago
Diego Arango Mora
Floresmiro Azuero Ramírez
Carlos Alberto Martínez Martínez

SUPLENTES

Jorge Alberto Uribe Echavarría
Jorge Cala Robayo
Ramón Campo González
Rodolfo Campo Soto
Edgar Dávila Muñoz
Alfredo Yañez Carvajal
Luis Ardila Casamitjana
Ernesto Sayer Martínez

Gerente General
GABRIEL SILVA LUJÁN

Gerente Administrativo
LUIS GENARO MUÑOZ O.

Director General Técnico
EDGAR ECHEVERRI GÓMEZ

Director Programa de Investigación Científica
Director Centro Nacional de Investigaciones de Café
GABRIEL CADENA GÓMEZ

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.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL DE CAFETEROS

Asesoría de Estudios y Estudios de
Muestreo y Estadística
Asesoría de Control de Calidad
Asesoría de Estudios de Fertilidad del Suelo

Estadísticas elaboradas para el periodo 1989-2002

SECRETARÍA

Enrique Pérez Martínez
Luis Andrés Camargo
Alfonso Yáñez Cárdenas
Elián Dávalos Muñoz
Reinaldo Campuzano
Ramón Campuzano
Jorge Cárdenas
Jorge Alberto Uribe Bohórquez

PREMIERAS

Enrique Pérez Martínez
Luis Andrés Camargo
Alfonso Yáñez Cárdenas
Elián Dávalos Muñoz
Reinaldo Campuzano
Ramón Campuzano
Jorge Cárdenas
Jorge Alberto Uribe Bohórquez

Gerente General
GERENTE GENERAL

Gerente Administrativo

PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ

Editor: Héctor Fabio Ospina - Ing. Agr. M. Sc
Diagramación y diseño: Carmenza Bacca Ramírez
Fotografías: Gonzalo Hoyos Salazar - Archivo Cenicafé y Disciplinas de Investigación
Impresión: Editorial Blanecolor Ltda. Manizales

Contenido

5	PROGRAMA PRESENTACIÓN ORAL
10	RESUMEN EJECUTIVO
16	AGRONOMÍA Fitotecnia Química Agrícola Conservación de Suelos
51	BIOLOGÍA Entomología Fitopatología Mejoramiento genético y biotecnología Fisiología vegetal
83	POSTCOSECHA Ingeniería agrícola Química industrial
100	PROGRAMA ETIA
107	EXPERIMENTACIÓN
120	APOYOS BÁSICOS Agroclimatología Biología de la Conservación Biometría Documentación Economía Sistemas Divulgación y Transferencia
149	ANÁLISIS DE LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN
151	CONVENIOS CENICAFÉ-OTRAS INSTITUCIONES
153	BECARIOS EN CENICAFÉ 2001-2002
155	JÓVENES INVESTIGADORES 2001-2002

Informe anual 2001-2002

Presentación Oral

OBJETIVOS

PARTICULARES

- Conocer qué actividades de investigación se realizaron por parte de cada uno de los participantes durante el tiempo comprendido entre Octubre de 2001 y Septiembre de 2002.
- Informar en cuales 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 12 DE NOVIEMBRE AM

MODERADOR:
Carlos E. Oliveros T.

I. AGROCLIMATOLOGÍA		INSTALACIÓN	8:00 AM
Ecotopos cafeteros de Antioquia		José Vicente Baldión R.	8:15 AM
Red climatológica Federacafé y Ecotopos cafeteros		Agroclimatología	
Lluvia efectiva y humedad del suelo en cafetales		Orlando Guzmán M.	8:30 AM
Aplicación de cómputo para el cálculo del balance hídrico		Agroclimatología	
		Alvaro Jaramillo R.	8:45 AM
		Agroclimatología	
		Oscar Fernando Gómez M.	9:00 AM
		Agroclimatología	
II. INVESTIGACIONES EN SUELOS, SU FERTILIDAD Y CONSERVACIÓN			
Efecto de la fertilización de cafetales sobre las propiedades químicas de suelo		Siavosh Sadeghian K.	9:15 AM
Fertilización del café en la etapa de crecimiento reproductivo en varios suelos de la zona cafetera		Suelos	
Disponibilidad de potasio en suelos derivados de cenizas volcánicas y su relación con la nutrición del café en la etapa de crecimiento vegetativo		Eduardo Hernández G.	9:30 AM
		Suelos	
		Martha Cecilia Henao T.	9:45 AM
		Suelos	

RECESO 10:00 AM

Estudio y aplicación del Manejo Integrado de Arvenses en fincas cafeteras		Edgar Hincapié G.	10:30 AM
Estudios sobre interferencia de arvenses y uso racional de herbicidas químicos en el cultivo del café		Suelos	
Caracterización del azufre en algunos suelos de la zona cafetera		Luis F. Salazar G.	10:45 AM
Influencia del sistema radical de cuatro especies vegetales en la estabilización de laderas de la zona cafetera colombiana		Suelos	
Desarrollo de un dispositivo para el control selectivo y ecológico de arvenses por medio de electrocución		Hernán González O.	11:00 AM
		Suelos, U de Caldas	
		Jorge Enrique Barrera G.	11:15 AM
		Suelos, U. de Caldas	
		Paulo César Trejos C.	11:30 AM
		Suelos, U. Nacional - Manizales	
III. TRABAJOS COLABORATIVOS			
Avances en el mejoramiento de maíz para zona cafetera		Henry Vanegas	11:45 AM
		Fenalce-Cymmit	

MARTES 12 DE NOVIEMBRE PM

MODERADOR:
Hernando Duque O.

IV. MANEJO DE CAFETALES			
Opciones agronómicas para renovar los cafetales		Argemiro Miguel Moreno B.	1:30 PM
Relación entre el proceso de beneficio y el disturbio de la raíz bifurcada de café		Fitotecnia	
Materia orgánica y nutrientes en sistemas agroforestales con café		Gloria Patricia Velásquez	1:45 PM
Alternativa de manejo de sombrío en café en zona norte colombiana		Fitotecnia, U. de Caldas	
Sistemas de siembra y densidad de siembra óptima.		Fernando Farfán V.	2:00 PM
Actividades del Programa de Experimentación		Fitotecnia	
		Juan Carlos García L.	2:15 PM
		Experimentación - Sub. Paraguaicito	
		Jaime Arcila P.	2:30 PM
		Fitotecnia	
		RECESO	3:00 PM
V. ENFERMEDADES DEL CAFETO			
Inducción de resistencia con tres productos de origen biológico en plantas de café contra el ataque de la roya		Marco Aurelio Cristancho A.	3:30 PM
Razas de roya en Colombia		Fitopatología.	
		Luis Fernando Gil V.	3:45 PM

**MIÉRCOLES 13
DE NOVIEMBRE AM**
**MODERADOR:
Siavosh Sadheghian K.**
VI. MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA

Conservación de germoplasma e hibridación interespecifica en café
Resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* en genotipos de Caturra x Híbrido de Timor componentes de la Var. Colombia.
Avances proyectos MEG03.00 Mejoramiento por resistencia al CBD y MEG14.00 Mapa genético de café
Resultados en producción en cinco localidades de progenies de Caturra x H. de T.
Evaluación de un promotor específico del endosperma en plantas transgénicas de tabaco y café

Hernando Alfonso Cortina G. 8:00 AM
Mej. Genético
Gabriel Alvarado A. 8:15 AM
Mej. Genético
Maria del Pilar Moncada B. 8:30 AM
Mej. Genético
Huver Elias Posada S. 8:45 AM
Mej. Genético
José Ricardo Acuña Z. 9:00 AM
Mej. Genético-Biotecnología

VII. BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

Estudio de los mamíferos de la zona cafetera
Oportunidades del sombrío para la conservación de la biodiversidad
Avances en la conservación de la biodiversidad
Aplicación de la biotecnología en el uso de la biodiversidad en las zonas cafeteras: El convenio con Minambiente

Harold Castaño S. 9:15 AM
Biol. de la Cons. Joven Investigador
Oscar Orrego S. 9:30 AM
Biol. de la Conservación
Jorge Eduardo Botero E. 9:45 AM
Biol. de la Conservación
Margarita Jaramillo Z.
Biol. de la Conservación

RECESO 10:00 AM

Migraciones altitudinales de las aves de la reserva de Río Blanco
El Dacnis Turquesa: un ave endémica y en peligro en la región cafetera de Támesis

Andrés López L. 10:30 AM
Biol. de la Conservación
Giovanni Torres 10:45 AM
Biol. de la Conservación

VIII. INVESTIGACIONES EN BIOMETRÍA

Sistemas no selectivos para la recolección manual del café
Cosecha manual del café en altas pendientes. Avances
Sistema operativo de la recolección manual del café. Avances
Modelación matemática del cultivo del café: Validación y aplicaciones

Juliana Andrea Wallis G. 11:00 AM
Biometría. U del Valle
Raúl Andrés Martínez R. 11:15 AM
Biometría. U. del Valle
Juan Carlos Vélez Z. 11:30 AM
Biometría
Esther Cecilia Montoya R 11:45 AM
Biometría

**MIÉRCOLES 13
DE NOVIEMBRE PM**
**MODERADOR:
Eduardo Hernández G.**
IX. CONTROL DE LA BROCA

Insectos de importancia económica asociados a plantaciones forestales
Hormigas y su relación con la broca del café
Hypothenemus hampei (Ferrari)
Comparación de métodos de muestreo para determinar la infestación de la broca en cafetales
Comportamiento en campo del parasitoide *Prorops nasuta* Waterston (Hymenoptera: Bethyilidae) sobre poblaciones de broca del café
Establecimiento de parasitoides en el campo y manejo integrado de la broca en producción orgánica
Aplicación de nemátodos entomopatógenos sobre poblaciones de broca en el suelo
Nemátodos entomopatógenos dentro del MIB

Zulma Nancy Gil P. 1:30 PM
Entomología
Moisés Vélez H. 1:45 PM
Entomología Joven Investigador
Alex Enrique Bustillo P. 2:00 PM
Entomología
Paula Marcela Valencia R. 2:15 PM
Entomología. U. de Caldas
Jaime Orozco H. 2:30 PM
Entomología
Juan Carlos Lara G. 2:45 PM
Entomología Joven Investigador
Juan Carlos López N. 3:00 PM
Entomología

**JUEVES 14
DE NOVIEMBRE AM**

**MODERADOR:
Huver E. Posada S.**

X. AVANCES EN COSECHA

Cosecha asistida de frutos maduros por vibro -impactos controla dos a ramas de café	Gonzalo Roa M. Ing. Agrícola	8:00 AM
Evaluación de un método para la cosecha manual de café con el empleo de una herramienta de asistencia	Juan Daniel Buenaventura A. Ing. Agrícola	8:15 AM
Optimización del manejo de mallas poliso mbra para la captura de frutos de café en recolección manual y mecanizada	Alejandro Alvarez V. Ing. Agrícola	8:30 AM
Evaluación de dos dispositivos en la recolección de frutos caídos al suelo	Ricardo Acosta A. Ing. Agrícola	8:45 AM
Avances en cosecha d e café por aplicación de vibraciones al tallo	Jair Granja F. Ing. Agrícola. U. Tecn. Pereira	9:00 AM
Avances en cosecha por aplicación de impactos al follaje. COVAUTO-II e ILTORDO	Robin Benítez M. Ing. Agrícola	9:15 AM
Avances en cosecha con aplicación de impacto a los frutos	César Augusto Ramírez G. Ing. Agrícola	9:30 AM
Avances en detección de frutos por reflexión de luz	Andrés Fernando Salazar R. Ing. Agrícola	9:45 AM

RECESO 10:00 AM

Avances en cosecha de café con equipos portátiles.	Carlos Eugenio Oliveros T	10:30 AM
Avances en evaluación de cubiertas plásticas para el secado solar del café	Ing. Agrícola.	

XI. AVANCES EN QUÍMICA INDUSTRIAL

Evaluación de riesgos para la calidad del café producido en las fincas	Gloria Inés Puerta Q. Química Industrial	10:45 AM
Avances en cultivo de hongos tropicales en subproductos del café y en manejo de producto deteriorado	Nelson Rodríguez V. Química Industrial	11:00 AM
Ensayos preliminares de escalamiento para el cultivo de Shiitake en residuos del café	Carmenza Jaramillo L. Química Industrial	11:15 AM
Tendencias de los costos de producción del cultivo de Shiitake en residuos del café	Ana Luz Arango P. Quím. Industrial. U. Nal. Mzles.	11:30 AM
Estudio de materiales para la reducción de costos en los sistemas de tratamiento de aguas residuales del beneficio del café	Diego Antonio Zambrano F. Química Industrial	11:45 AM

**JUEVES 14
DE NOVIEMBRE PM**

**MODERADOR:
María del Pilar Moncada R.**

XII. INVESTIGACIÓN ADAPTATIVA

Avances en la investigación sobre <i>Cordia alliodora</i> y <i>Tabebuia rosea</i>	Carlos Mario Ospina P. Programa ETIA	1:30 PM
Silvicultura de especies forestales tropicales	Elkin Alonso Jaramillo G. Programa ETIA	1:45 PM
Caracterización física de nueces de macadamia	Clemencia Villegas G. Programa ETIA	2:00 PM
Resultados de la actividad ganadera en la Hacienda la Romelia	María Cristina Cardona B. Programa ETIA	2:15 PM
Resultados de la investigación en cítricos y passifloras	José Arthemo López R. Programa ETIA	2:30 PM
Caracterización y normalización de mango, variedades mejoradas y criollas, aguacate (8 variedades), melón var. Cantaloupe y lulo de Castilla	Juan Mauricio Rojas A. Programa ETIA	2:45 PM
Diseño y normalización del empaque y embalaje para mangos criollos, lulo de Castilla y mora de Castilla.	Claudia Rocío Gómez P. Programa ETIA	3:00 PM

**VIERNES 15
DE NOVIEMBRE AM**

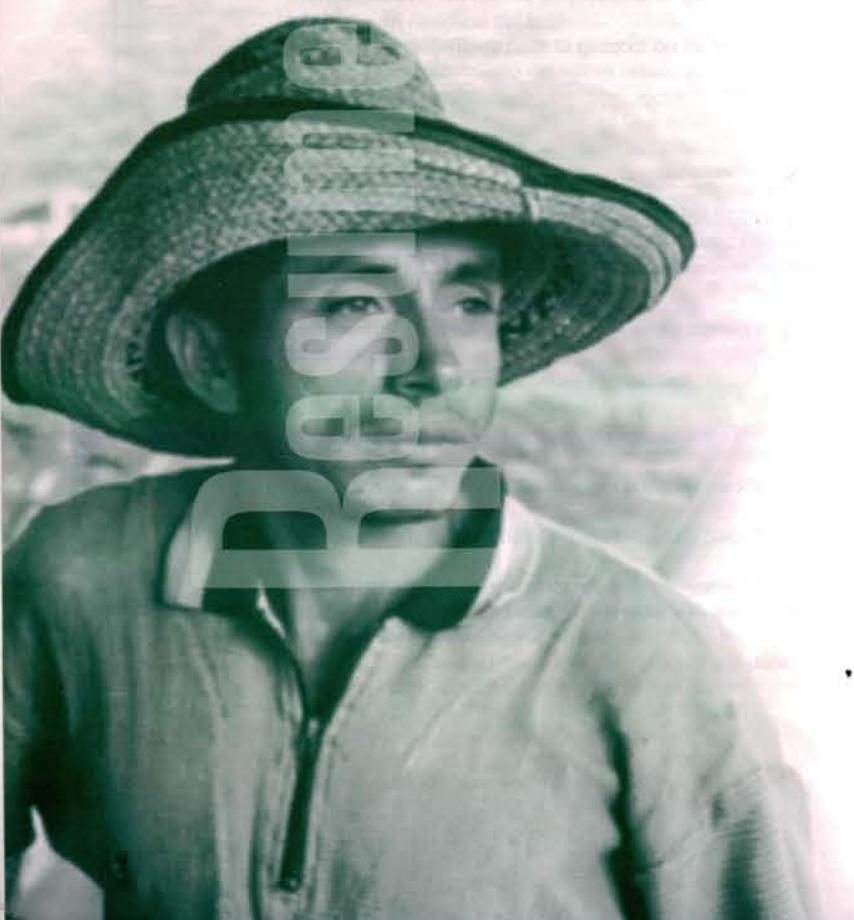
**MODERADOR:
Gloria Inés Puerta G.**

XIV. AVANCES EN ECONOMÍA	Evaluación económica de tres sistemas de producción de café, al sol. Avances Estimación de la función de pérdida causada por la mancha de hierro (<i>Cercospora coffeicola</i> Berk. y Cooke.) en frutos de café. Avances La Biodiversidad y los productores de café colombianos, capacidad para construir valor agregado. Proyecto de la Iniciativa Darwin	Hernando Duque O. Economía - Cenicafé Carlos Ariel Ángel C. Economía - Cenicafé Hugo Mauricio Salazar E. Economía - Cenicafé	8:00 AM 8:15 AM 8:30 AM 8:45 AM
XV. DOCUMENTACIÓN	Informe de la Sección de Documentación	Nancy Cecilia Delgado R. Documentación	9:00 AM
XVI. SISTEMAS	Informe anual de Sistemas 2001	Luis Ignacio Estrada H. Sistemas	9:15 AM 9:30 AM
XVII. DIVULGACIÓN	Actividades de Divulgación	Héctor Fabio Ospina O. Divulgación	9:45 AM

RECESO 10.00 AM

XVIII. DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	Informe de Actividades 2001 -2002	Luis Carlos Carmona L. Depto. Servicios Administrativos	10:30 AM
XIX. INFORME DE LA DIRECCIÓN		Gabriel Cadena Gómez Director	11:00 AM

Resumen Ejecutivo



Elaborado por el Departamento de Asesoría y Planeación Estratégica
Bogotá, D.C., 2012

El presente Resumen del Informe Anual de Actividades de CENICAFÉ, correspondiente al año cafetero 2001-2002, se enmarca en las circunstancias que prevalecieron durante este período, correspondientes al registro de los más bajos precios internacionales del café en las últimas décadas, que han forzado a una reducción considerable de los recursos humanos y económicos destinados a las actividades de investigación y experimentación.

De acuerdo con el Documento CONPES 3139 del 15 de Noviembre de 2001, el Gobierno Nacional acordó con el sector cafetero otorgar un apoyo económico para la investigación. Gracias a dicho apoyo, se presentó a consideración del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, un conjunto de iniciativas de investigación para ser financiadas durante el año 2002. Se acordó la financiación de las actividades contempladas en las disciplinas de Agroclimatología, Conservación de Suelos, Fisiología Vegetal, Fitopatología, Entomología, Ingeniería Agrícola, Química Industrial y ETIA (otros productos). Estas actividades de investigación representan cerca del 50% del total ejecutado en este período.

También en desarrollo de lo acordado en el Documento CONPES, el 8 de Diciembre de 2001 se firmó un Convenio con el Ministerio del Medio Ambiente con el objetivo de lograr "El fortalecimiento de la capacidad institucional para la investigación de la biodiversidad en las zonas campesinas del Eje Cafetero y planeación de la investigación". En este Convenio además participa el Instituto Alexander Von Humboldt. El 5 de Agosto de 2002, el Gerente General de la Federación y el Ministro del Medio Ambiente, firmaron un nuevo Convenio " para la aplicación de la biotecnología en el aprovechamiento de la biodiversidad en las zonas campesinas del eje cafetero". En desarrollo de este Convenio se realizarán 13 proyectos de investigación, en colaboración con cinco universidades (Universidad de Caldas, Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad del Quindío, Universidad Nacional - Medellín y Universidad Nacional - Bogotá) y el Instituto Internacional de Recursos Genéticos Vegetales, IPGR, con sede en el CIAT.

De otra parte, se gestionó ante distintas entidades nacionales (gubernamentales y privadas) e internacionales, la co-financiación de iniciativas de investigación con el fin de compensar la reducción presupuestal proveniente de los recursos de la Federación de Cafeteros. En ese sentido, se participó en las convocatorias públicas para lograr financiación de fondos competitivos de Colciencias y Colciencias - SENA.

En total, se logró la firma de 41 convenios, de los cuales, 16 con Colciencias por un valor cercano a los 1600 millones de pesos. Como resultado de esta gestión fue posible la vinculación de jóvenes investigadores (cofinanciados por Colciencias) y de estudiantes universitarios que realizan sus tesis de pregrado y postgrado sobre temas prioritarios de la agenda investigativa del Centro. Gracias a la obtención de estos recursos, se presenta en este informe un conjunto de resultados de gran impacto para la caficultura colombiana, que de otra manera no podrían lograrse, ya que entre el año de 1998 y el 2001 se desvincularon 39 investigadores de CENICAFÉ.

De acuerdo con los Índices de Gestión de los investigadores del Centro, en este período se logró una sensible mejoría tanto en los logros de investigación (número de investigaciones a cargo, nuevas investigaciones iniciadas en el período, etc.) como en los productos generados por dichas investigaciones, representados por:

Solicitudes de patentes	8
Artículos publicados en la Revista Cenicafé:	29
Artículos en otras revistas nacionales:	17
Artículos publicados en revistas extranjeras	15
Avances Técnicos	11
Boletines Técnicos	2
Capítulos en libros	7
Libros	2
Cartillas cafeteras	12
Ponencias en congresos científicos	94
Seminarios científicos	34

Tesis de Maestría	2
Tesis de pregrado universitario	12
Cursos de capacitación	10
Días de campo	2
Atención a visitantes	19.915
Publicaciones distribuidas	120.000

Como resultados sobresalientes en este año cafetero se destacan los logros en el Proyecto sobre Investigación Participativa, realizado con el apoyo económico del Fondo Común de Productos Básicos de la ONU y la participación de 113 pequeños caficultores de 9 municipios de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. Este proyecto terminó en el año 2001 y los resultados finales fueron presentados en una reunión efectuada en la sede de la Organización Internacional del Café, OIC, en Londres, durante el mes de mayo de 2002. Se publicó un Manual sobre esta metodología participativa tanto en Inglés como en Español. Las lecciones aprendidas con la utilización de las metodologías participativas con pequeños caficultores son muy alentadoras; principalmente, se logra establecer una relación de confianza entre los agricultores e investigadores y la participación de los extensionistas. Los cambios logrados gracias a la adopción de ciertas prácticas como las del Manejo Integrado de la Broca, por parte de los pequeños agricultores son muy promisorios. Por ejemplo, cuando se inició el proyecto, para el 30% de los caficultores su mayor problema era la broca. Al finalizar el proyecto, sólo el 2% de ellos mencionó a la broca como su principal problema. Además, se logró la adopción de otras prácticas de cultivo y como opinión final del 29% de los participantes, se encontró la de que no reconocieron ningún problema para cultivar café. Para dar continuidad a este tipo de proyectos de investigación participativa, CENICAFÉ presentó una propuesta a COLCIENCIAS y fue aprobada para su co-financiación.

También se resaltan los resultados de los experimentos sobre manejo de cafetales, terminados en subestaciones experimentales del Cauca y Cesar (Pueblo Bello) que le permitirá a los caficultores de dichas regiones analizar la posibilidad de su adopción, con el fin de incrementar su productividad y disminuir los costos de producción. En relación con la caficultura

orgánica se destacan los resultados obtenidos con la fertilización de los cafetos exclusivamente con pulpa de café descompuesta (lombricompost), según los cuales, se obtienen producciones equivalentes a las logradas con la fertilización química. También se destacan los resultados sobre la selección de los árboles de sombrío y sus distancias de siembra, con los cuales se obtienen las mejores producciones, lo que resulta fundamental para la producción de los cafés especiales denominados cafés de sombrío, café sostenible, o café amigable con las aves. En este mismo campo, las actividades del Programa de Biología de la Conservación ha logrado informaciones valiosas sobre el estado de la biodiversidad en la zona cafetera gracias al apoyo conseguido a través del Proyecto GEF-Andes con el Instituto von Humboldt y la participación de la Iniciativa Darwing, del Gobierno Británico. En lo relacionado con la transferencia de resultados, se realizó con gran éxito el Seminario sobre Tecnología para la Producción y Beneficio de Café Orgánico, realizado en CENICAFÉ con el apoyo del ICONTEC y el Departamento de Extensión y la División de Estrategia y Proyectos Especiales de la Oficina Central

En el campo del Mejoramiento Genético se destaca la entrega de la variedad TABI, de porte alto, de excelentes características de calidad en taza, con resistencia a la roya del cafeto y recomendable para su siembra bajo sombra. En cuanto a los avances en el conocimiento de la nutrición del cafeto se presentan resultados del gran número de experimentos localizados en toda la región cafetera, especialmente en fincas particulares.

En relación con el objetivo de reducir los costos de producción mediante alternativas para hacer más eficiente la cosecha empleando utensilios manuales o equipos mecánicos, se concluyó el proyecto co-financiado por COLCIENCIAS en el cual se cumplieron ampliamente los objetivos en cuanto se realizó el estudio sobre tiempos y movimientos de la cosecha manual, se realizó el estudio socioeconómico sobre el posible impacto de la mecanización de la cosecha del café en el país, se desarrollaron mejoras al sistema actual de cosecha

manual, se introdujeron las mallas para la recolección del café, se diseñaron diferentes herramientas manuales para agilizar la cosecha, se iniciaron estudios fundamentales sobre visión artificial para lograr la cosecha mecánica selectiva, se hicieron adaptaciones de equipos mecánicos utilizados en otros cultivos, se formaron numerosos profesionales a los niveles de pregrado y postgrado y fundamentalmente se generaron bases sólidas para que en el futuro cercano la caficultura cuente con alternativas que hagan más económica la cosecha del café. Un resultado colateral de estas investigaciones fue la eliminación de la caída de frutos de café al suelo, mediante adaptaciones al recipiente de recolección y el empleo de mallas en el suelo. Este resultado, aunque hasta ahora no reduce los costos de la cosecha, sí hace un aporte significativo en favor del control de la broca del café, ya que como se ha demostrado experimentalmente los frutos brocados dejados en el suelo son la principal fuente para la reinfestación de la nueva cosecha. Datos obtenidos por el Servicio de Extensión indican que entre un 8 y hasta un 24% de la cosecha puede quedar en el suelo sin recoger. El solo valor de este porcentaje justificaría la adopción del uso de mallas sobre el suelo.

Dentro del proyecto co-financiado por la FAO, para prevenir la formación de hongos sobre los granos de café y preservar su calidad se presentan resultados muy importantes, para tenerse en cuenta, con el fin de que se planeen campañas educativas que permitan evitar este tipo de problemas que afectan sensiblemente la calidad del café y que pueden convertirse en barreras para su exportación a los países europeos.

La Disciplina de Fisiología Vegetal presenta resultados relacionados con la medición de la captura de carbono, tanto por las plantaciones de café como de especies forestales que pueden ser de importancia económica en desarrollo del Protocolo de Kyoto. Se realizan investigaciones sobre la guadua apoyadas por el fondo Federacafé-Proexport, así como también por la Corporación Regional del Quindío. En forestales se realiza una amplia investiga-

ción con CONIF, la cual también complementa los proyectos con especies forestales nativas que se adelanta con el apoyo del Fondo Federacafé-Proexport.

Co-financiado por Colciencias, una empresa privada productora de plásticos para invernaderos y una empresa productora de semillas de hortalizas, se lleva a cabo un importante investigación sobre el cultivo de tomate, pepino, pimentón y lechuga bajo invernadero en condiciones de la zona cafetera óptima (Chinchiná) y en colaboración con la Universidad de Caldas en la zona cafetera marginal alta (Manizales). Estos plásticos también son utilizados en un experimento sobre secado del café al sol.

Con el apoyo del Fondo Federacafé-Proexport, se continúan las investigaciones sobre la producción de hongos comestibles (*Pleurotus* y *Shiitake*), en substratos constituidos por residuos de la producción cafetera. Se trabaja con caficultores y se cuenta con el apoyo de la Fábrica de Café Liofilizado.

Las investigaciones sobre otros cultivos se han reducido pero se continúan los proyectos sobre la normalización de frutas y hortalizas y el diseño de empaques apropiados, gracias al apoyo del SENA y la Corporación Colombia Internacional. Se destaca que el equipo de investigadores del ETIA, fue merecedor de una Mención Especial del Premio de Normalización "Javier Henao Londoño" otorgado por el ICONTEC, por la generación de los resultados que han servido para la expedición de 14 normas técnicas, dos de las cuales reconocidas internacionalmente por el *Codex Alimentarius Commission*.

En el campo de las investigaciones económicas se presentan resultados sobre reducción de costos en la etapa de establecimiento, empleando prácticas como la siembra de colinos de café "descopados", para obtener el doble del número de tallos por hectárea que cuando se utilizan colinos con un solo tallo. La diferencia en los costos de siembra es del 50%, para obtener una densidad de 10.000 tallos por hectárea. Durante la etapa de levante (14

meses), utilizando los colinos "descopados", se logra una reducción de costos totales equivalente a un 38,5%. De acuerdo con todas las investigaciones adelantadas por CENICAFÉ sobre el tema del incremento de la productividad, se ha encontrado que el número de plantas sembradas por hectárea (densidad de siembra) es el que más contribuye al incremento de la productividad. De acuerdo con estos resultados, si se desea intensificar nuestra caficultura para lograr metas de producción en un menor número de hectáreas, sería necesario incrementar la densidad de siembra. La mejor opción por ser la más económica, sería el empleo de colinos "descopados" producidos en la propia finca o dejando dos chupones durante la práctica de renovación por zoca, si la densidad inicial es de hasta 5.000 plantas por hectárea.

Debido a que en el presente año se concluye el Plan Quinquenal de Investigación 1997-2002, se llevó a cabo en el mes de mayo una reunión en CENICAFÉ, a la cual asistieron dirigentes cafeteros de todo el país, con el fin de analizar conjuntamente con ellos las actividades que el Centro realiza y recibir de ellos las recomen-

daciones sobre los temas que consideran prioritarios para que sean investigados por CENICAFÉ. Fue esta una reunión muy provechosa, porque se tuvo la oportunidad de mostrarle a los caficultores directamente en los campos experimentales de la Estación Central Naranjal los experimentos en marcha y los resultados que se están obteniendo. Igualmente los caficultores organizados en grupos deliberantes presentaron una serie de temas que han sido ya incorporados a las propuestas de investigación para el nuevo Plan Quinquenal de Investigación 2003- 2007.

Finalmente queremos destacar que el Dr. Alex E. Bustillo, Investigador Principal I de la Disciplina de Entomología, fue galardonado con el Premio CAF a la Investigación Tecnológica, otorgado por la Corporación Andina de Fomento, por "su contribución en el campo de la tecnología agrícola así como por el impacto socioeconómico de sus trabajos en el desarrollo del sector cafetalero". El Premio fue entregado en ceremonia especial en Bogotá, el 6 de junio de 2002, de manos del señor L. Enrique García, Presidente Ejecutivo de la CAF.

Gabriel Cadena Gómez
Director

Chinchiná, Noviembre 15 de 2002

Agronomía



SISTEMAS DE CULTIVO Y ADMINISTRACIÓN DE CAFETALES

GERMINADORES Y ALMÁCIGOS

Relación entre el proceso de beneficio y el disturbio de la raíz bifurcada (FIT 0113). Se pretende establecer si en alguna etapa del proceso de beneficio tradicional o ecológico se induce el disturbio de la raíz bifurcada y que influencia tiene este disturbio en el desarrollo de la planta en etapa de almácigo. Se tomaron muestras en diferentes etapas de los procesos de beneficio tradicional, ecológico y un testigo manual (Tabla 1).

A las muestras obtenidas de los diferentes sitios se les terminó el beneficio manualmente, se secaron bajo las mismas condiciones y se seleccionaron por tamaño en el monitor y por características físicas en el panel de seleccionadoras. La semilla de café obtenida (11,5% de humedad) en cada uno de los sitios de muestreo, se utilizó para realizar diferentes

pruebas de germinación: 100 semillas para germinación en arena, 100 para la germinación en cajas plásticas, 100 para tinción con peróxido de hidrógeno y 100 semillas para tinción con hipoclorito de sodio. Para cada prueba se realizaron 10 repeticiones.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las evaluaciones en las pruebas de germinación en arena a los 75 días. Se encontraron altos porcentajes con respecto a la presencia del disturbio de la raíz bifurcada (variable de respuesta) en plántulas provenientes de semilla beneficiada en desmucilaginado mecánico, transporte y paso por el separador de aguas y secado mecánico. Se registraron porcentajes de raíz bifurcada del 11,9; 10,5 y 9,9 % respectivamente. Hubo diferencia significativa de estos sitios de muestreo con respecto a los demás en el beneficio tradicional y el manual.

Lo anterior sugiere que la semilla de café sufre deterioro al pasar por la etapa de desmucilaginado del grano, en la cual se presentan choques y/o abrasiones de la semilla contra la superficie dura del equipo o contra otras semillas. Estos daños, muchas veces causados al embrión en la parte apical de la radícula, sólo se notan después de la germinación y se presentan como anomalías en la

Tabla 1. Sitios de muestreo para evaluación del efecto del proceso de beneficio sobre la presencia de la raíz bifurcada.

SISTEMA	TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
Beneficio Manual	To	Testigo, Beneficio manual del café
Beneficio Tradicional	BT1	Al salir de la despulpadora
	BT2	Al salir del tanque de fermentación
	BT3	Al salir del tanque de lavado
	BT4	Al salir del separador de aguas
	BT5	Al salir del secador mecánico
Beneficio Ecológico	BE6	Al salir de la despulpadora
	BE7	Al salir del desmucilaginator mecánico
	BE8	Al salir del separador de aguas
	BE9	Al salir del secador mecánico

Tabla 2. Promedios y variación del porcentaje de raíz bifurcada en los tratamientos evaluados, germinación en arena.

SISTEMA DE BENEFICIO	ETAPA	PROMEDIO	CV (%)
ECOLÓGICO	Despulpado	0,6 b*	179,2
	Desmucilaginado	11,9 a	53,5
	Transporte	10,5 a	52,2
	Secado	9,9 a	54,6
TRADICIONAL	Despulpado	0,8 b	161,1
	Fermentación	1,1 b	79,1
	Lavado	1,8 b	108,8
	Transporte	1,0 b	77,7
MANUAL	Secado	1,6 b	105,4
		0,3 b	129,1

*Letras no comunes, implican diferencias de promedios, según prueba Tukey al 5 %.

planta en este caso, bifurcándose la raíz pivotante.

OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SIEMBRA DEL CAFÉ

Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de las variedades Colombia y Caturra (FIT 0409 a). En las subestaciones de La Unión (Nariño) y Santa Bárbara (Sasaima - Cundinamarca) se evaluó la respuesta a la densidad de siembra, de las variedades Caturra y Colombia (Figura 1).

En la localidad de La Unión (Nariño), para la cosecha acumulada (1998-2001), se encontró diferencia significativa entre las variedades Colombia y Caturra sin control de roya durante todo el ciclo de cultivo, a favor de la variedad Colombia (11,7%). En la localidad de Sasaima (Cundinamarca), para la cosecha acumulada (1998-2002) se encontró diferencia significativa entre las variedades Colombia y Caturra con control de roya a favor de la variedad Caturra (22,7%). En ambas localidades hubo diferencia significativa entre las densidades

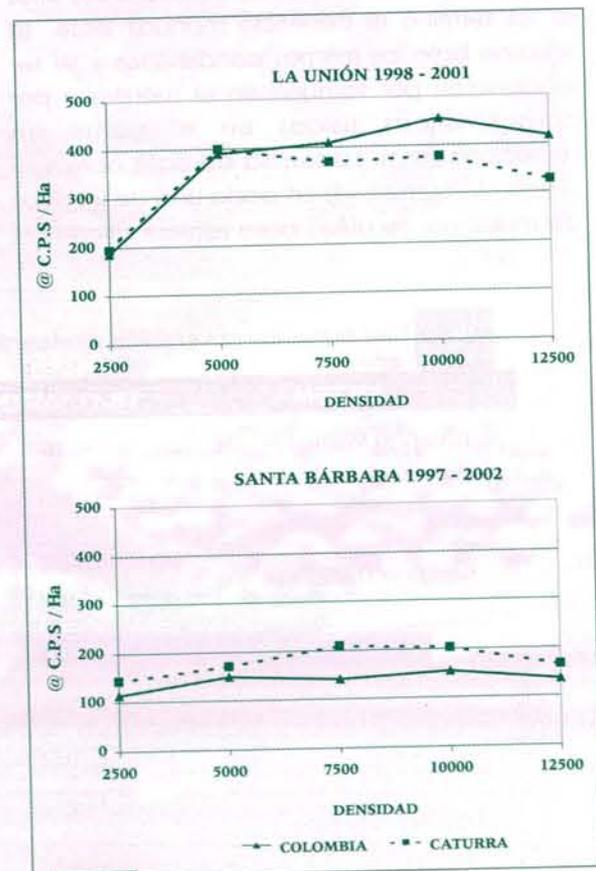


Figura 1. Producción promedio del ciclo del cultivo.FIT 0409, La Unión (Nariño) y Sasaima (C/marca).

de 2.500, 5.000, 7.500 y 10.000 plantas/ha), con tendencia cuadrática. No fue significativa la interacción variedad por densidad.

Efecto de la densidad de siembra en dos arreglos espaciales sobre la producción de la variedad Colombia (FIT 0409 b). En las subestaciones El Tambo (Cauca) y La Sirena (Sevilla -Valle) se evaluó la respuesta de la variedad Colombia a la densidad de siembra (2.500, 5.000, 7.500 y 10.000 plantas/ha), según el arreglo espacial en cuadro o rectángulo.

En ambas localidades no se encontró diferencia significativa para la cosecha acumulada en la respuesta de la variedad Colombia, entre los arreglos, en cuadro o rectángulo (Figura 2). Entre las densidades hubo diferencia significativa con tendencia cuadrática. La interacción arreglo por densidad no fue significativa.

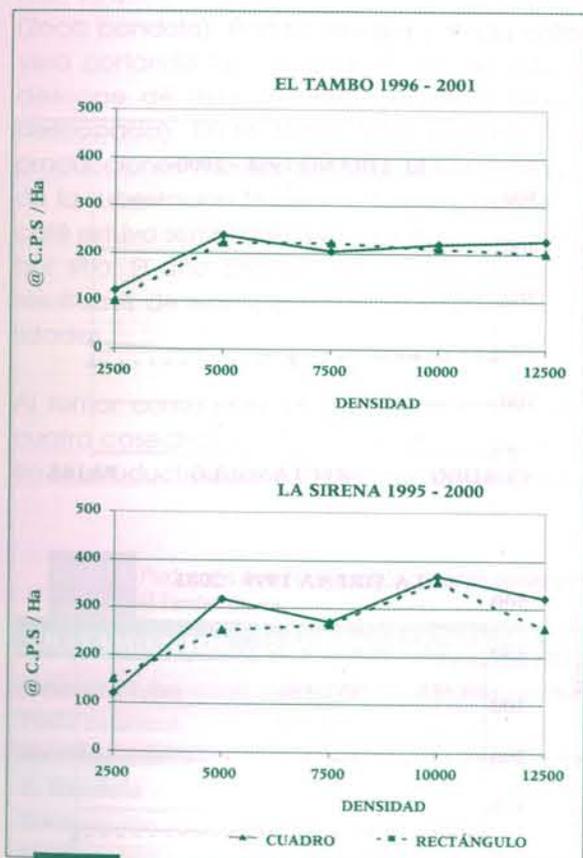


Figura 2. Influencia del arreglo espacial y la densidad de siembra sobre la producción de la var. Colombia. Promedio del ciclo de cultivo. FIT 0409, El Tambo (Cauca) y La Sirena (Sevilla-Valle).

Comparación de diferentes formas de obtención de la densidad de siembra óptima en variedades de café de porte bajo (FIT 0410).

Tiene como objetivo encontrar la distribución espacial óptima de los árboles de café variedad Colombia en el terreno de siembra, cuando se emplea el número óptimo de árboles por hectárea. Encontrar el efecto sobre la producción, del patrón de distribución de los árboles en el terreno, cuando se siembran 10.000 árboles por hectárea, con una o dos plantas por sitio. Para una misma densidad de población (10.000 pl/ha) obtenida bajo diferentes arreglos espaciales (cuadro, rectángulo, fajas dobles) y con diferente número de plantas por sitio (una y dos), no se presentaron diferencias significativas en la cosecha acumulada (Figura 3). Por razones de costos sería más ventajoso el sistema de dos tallos por sitio.

La respuesta fue similar en las cuatro localidades evaluadas: El Tambo (Cauca), La Sirena (Sevilla-Valle), El Líbano (Tolima) y Estación Central Naranjal (Chinchiná-Caldas).

CRESPERA DEL CAFETO

Incidencia y efecto de la crespiera en siembras y zocas de café (FIS 1403). Actualmente se han encontrado evidencias de que el agente causante del disturbio conocido como la crespiera del cafeto puede ser de naturaleza patológica, posiblemente un fitoplasma. Hasta el momento no se conoce la forma de prevenir o controlar esta enfermedad; sin embargo, en las observaciones de campo se ha encontrado que su incidencia en siembras jóvenes es mínima en comparación con la incidencia en zocas. Apoyados en estas observaciones es de interés evaluar esta hipótesis, lo cual permitirá tener por lo menos una solución parcial al problema. También es importante establecer si la dinámica del control de arvenses es determinante en la incidencia al ser éstas, hospedantes de insectos que actúan como transmisores del patógeno. Al comprobarse experimentalmente esta observación, se tendrá una herramienta que permitirá un control parcial de la

enfermedad. De esta manera el agricultor podría evitar por lo menos el 50% de pérdidas en producción y los costos de manejo de la plantación zoqueada.

El lote experimental está ubicado en la finca La Betania, Vereda Villarazo, municipio de Villamaría, Caldas, altitud de 1560m, ecotopo 207A. Para el establecimiento del experimento se dispuso de una siembra en octubre/99, de 5.700 plantas de variedad colombiana (0,86ha), a una distancia de 1x1,5m. La plantación preexistente en el lote estaba afectada de crespeta en forma severa, en un 95% y fue eliminada inmediatamente antes de la siembra del nuevo cultivo. Dentro de esta plantación se estableció la parcela experimental que consta de 64 parcelas distribuidas en 4 bloques de 390 plantas y en todo el experimento 1.560 plantas.

Se está haciendo la evaluación de dos tipos de manejo: Frecuencias de desyerbas, mensual (D1), bimestral (D2), trimestral (D3) y suelo sin cobertura (D4), combinados con frecuencias de zoqueo: sin zoqueo (Z0), zoqueo a los 12 (Z1), 24 (Z2) y 36 (Z3) meses de siembra.

Los promedios de las evaluaciones de presencia de síntomas (necrosis en hojas jóvenes, muerte del brote terminal, rebrotes en el brote terminal, rosetas, hojas diminutas, moteados) que podrían estar relacionados con la crespeta y algunas características del crecimiento de tallos ramas y hojas, muestran las siguientes tendencias: En todos los tratamientos se observaron en alguna época alguno de los síntomas que se considera están asociados con la crespeta pero todavía no ha sido posible definir si son positivos definitivos. No se encontraron dife-

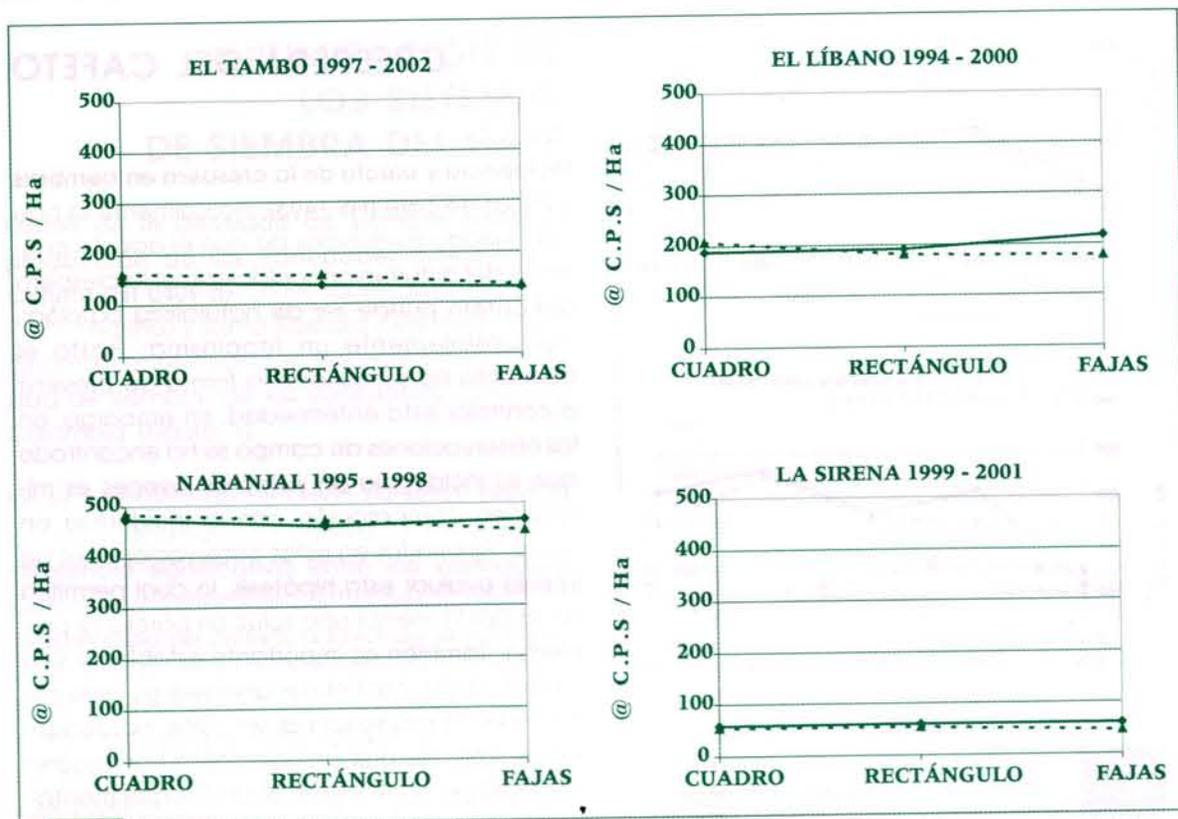


Figura 3. Efecto del arreglo espacial y el número de plantas por sitio en la producción de la var. Colombia. Promedio del ciclo del cultivo. FIT 0410 Naranjal (Chinchiná - Caldas)

rencias significativas entre tratamientos para las variables evaluadas; es decir, todavía no se observa relación entre incidencia y crecimiento y los tratamientos de desyerba. En julio de 2002 se hizo un reconocimiento general del lote sobre 5.700 plantas y se encontró que 105 plantas (1,8%) del lote pueden estar afectadas. Estas plantas estaban dispersas por todo el lote.

SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE CAFETALES

Comparación de la poda calavera y otros sistemas de manejo de cafetales. (FIT 0506). El propósito de este experimento fue identificar el sistema de renovación que dé la mayor producción media de café por año y el mayor ingreso neto a través del tiempo. Los tratamientos fueron: Siembra nueva, Zoqueo normal, Zoqueo sin eliminación de ramas bajas (Zoca bandola), Poda calavera y Poda calavera cortando las ramas a 10 cm del tallo y descope de éste a 1,80m de altura (Poda descopada). En la Tabla 3 se muestran las producciones medias por año y tratamientos de la subestación El Tambo, Cauca, donde el café estuvo sembrado a 2 m x 1 m, dos plantas por sitio. El año anterior, se informó sobre los resultados de este experimento en otras localidades.

Al tomar como base de análisis la media de cuatro cosechas se observa el efecto positivo en la productividad del café de la poda ca-

lavera descopada a 1,8m y la poda calavera sin descope, muy notable en la primera cosecha.

Al comparar estos resultados con los que se obtuvieron con distancias de siembra al cuadro de 1,0m y 1,5m, difieren en que a estas distancias las producciones fueron buenas en las dos primeras cosechas de las podas calaveras; por tanto, es probable que la distancia de siembra pueda influir en la productividad de la poda calavera. Aparte de esto, la bondad de la poda calavera como sistema de renovación se considera importante para obtener buenas producciones en una o dos cosechas, dependiendo de la distancia de siembra.

Comparación de sistemas de manejo con base en la poda calavera. (FIT- 0515). Este estudio persigue determinar el sistema de renovación que permita obtener la mayor producción media de café en cafetales que hayan sido renovados con varias clases de poda. Además, conocer el efecto sobre la producción de café al renovar un cafetal por poda calavera como segunda práctica de renovación. Conocer el efecto sobre la producción de café al renovar un cafetal que había sido renovado por zoca.

Conocer el efecto sobre la producción de café al renovar por zoca un cafetal que había sido renovado por poda calavera.

Este experimento, se considera como una segunda fase de FIT-0506, porque lo que se hizo fue invertir los sistemas de renovación en un

Tabla 3. Producción de café (@cps/ha) con poda calavera y otros sistemas de renovación de cafetales. Subestación El Tambo, Cauca.

TRATAMIENTOS	1999		2001		2002		
Calavera 1,8m	493,17a*	255,07a	146,64bc	116,07 ^a	349,24a	1360,2a	226,70a
Poda calavera	350,30ba	260,86a	227,71 ^a	122,29 ^a	260,63a	1221,8ba	203,63ba
Siembra nueva	63,69c	141,27a	123,36c	106,00a	216,46a	650,8c	108,46c
Z. Bandola	176,37bc	232,36a	269,36a	135,36 ^a	284,43a	1097,9ba	182,98ba
Zoca	145,47bc	172,53a	213,57ba	134,71a	305,24a	971,5bc	161,92bc
Media	212,4	122,9				283,2	
Coefficiente de Variación (%)	28,2	35,44				36,2	

*Los valores de medias seguidos de una misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

segundo ciclo de renovación, de la siguiente manera:

ANTES (FIT0506)	DESPUÉS (FIT0515)
1. Siembra nueva	Zoca bandola
2. Zoca	Poda calavera descopada
3. Zoca bandola	Rock and Roll (zoca a 1 m)
4. Poda calavera	Zoca
5. Poda calavera descopada	Poda calavera

En las Tablas 4 y 5, se muestran las medias de los tratamientos que se obtuvieron en la Estación Central Naranjal y la subestación Paraguaicito, respectivamente.

De acuerdo con los resultados, se puede afirmar que el orden en el cual se ejecuten los

sistemas de renovación no influye en las producciones de café. Además, se puede observar que el comportamiento de los diferentes sistemas de renovación es similar al que ocurre cuando se aplican por primera vez. Por tanto, es posible zoquear calaveras o "calaverear" zocas, sin que se afecte la productividad del cafetal.

SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ

Comparación de la producción de tres densidades de siembra del café y tres de sombrío de *Inga sp.* (FIT 0411). Se está evaluando el efecto de tres densidades (6x6m, 9x9m y 12x12m) del sombrío de *Inga sp.* sobre la respuesta en producción de tres densidades de siembra (1x1m, 1,42x1,42m y 2x2m) del café. En la Tabla 6 se presentan los resultados correspondientes

Tabla 4. Producción de café (@cps/ha) con poda calavera y otros sistemas de manejo de cafetales. Estación Central Naranjal, Chinchiná, Caldas.

TRATAMIENTOS	1998	1999	2000	2001	TOTAL	MEDIA
Calavera descopada	599,1a*	77,2b	247,8a	342,8ba	1266,8a	253,4a
Poda calavera	597,3a	104,3b	290,5a	280,6b	1272,7a	254,5a
Zoca común	177,0c	268,4a	249,1a	346,9ba	1041,4b	208,3b
Zoca a 1 m	485,8ba	245,8a	286,9a	338,0ba	1356,4a	271,3a
Zoca bandola	444,7b	245,1a	278,2a	380,5 ^a	1348,5a	269,7a
Media	460,8	188,2	270,5	337,8	1257,2	251,4
Coefficiente de Variación (%)	10,6	11,5	11,5	7,7	4,7	4,7

* Los valores de medias seguidos de una misma letra no son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey al 5%

Tabla 5. Producción de café (@cps/ha) con poda calavera y otros sistemas de manejo de cafetales. Subestación Paraguaicito, Buenavista, Quindío.

TRATAMIENTOS	1998	1999	2000	2001	TOTAL	MEDIA
Calavera descopada	488,5a	288,1a	219,6b	274,8a	254,2a	1271,0a
Poda calavera	549,6a	308,8a	268,0ab	312,3a	287,7a	1438,6a
Zoca común	171,0b	328,6a	260,6ab	343,5a	220,8a	1103,8a
Zoca a 1 m	555,8a	196,7b	305,7a	388,8a	289,4a	1447,0a
Zoca bandola	391,9a	209,8b	296,4a	357,0a	251,0a	1255,1a
Media	431,4	266,4	270,1	335,3	260,6	1303,1
Coefficiente de Variación (%)	22,4	16,0	12,2	16,7	12,7	12,7

* Los valores de medias seguidos de una misma letra no son estadísticamente diferentes, según Tukey al 5%

a la Subestación Experimental de Pueblo Bello (Cesar).

Sombrío a 6,0 x 6,0m. (Tratamientos 1, 2 y 3); las producciones medias registradas en el ciclo de 5 años, fueron de 165,8; 129,2 y 65,7 @ de café pergamino seco/ha a distancias de siembra del café de 1,0 x 1,0m; 1,42 x 1,42m y 2,0 x 2,0m, respectivamente. Con sombrío a 6,0 x 6,0m y café a 1,0 x 1,0m (Tratamiento 1), la producción fue 22% mayor que con café 1,42 x 1,42m y 60,4% más que con café a 2,0 x 2,0m.

Sombrío a 9,0 x 9,0 m, (Tratamientos 4, 5 y 6); las producciones medias registradas, en el ciclo de 5 años, fueron de 170,3, 116,9 y 43,8 @ de café pergamino seco/ha en las distancias de siembra del café a 1,0 x 1,0; 1,42 x 1,42 y 2,0 x 2,0m, respectivamente. Con distancias de siembra del sombrío a 9,0 x 9,0 m y café a 1,0 x 1,0 m (Tratamiento 4), la producción es 31,4% mayor que con café 1,42 x 1,42m y 74,2% más que con café a 2,0 x 2,0m.

Sombrío a 12,0 x 12,0 m, (Tratamientos 7, 8 y 9); las producciones medias registradas, en el ciclo de 5 años, fueron de 212,0, 154,4 y 44,5 @ de café pergamino seco/ha en las distancias de siembra del café a 1,0 x 1,0; 1,42 x 1,42 y 2,0 x 2,0m, respectivamente. Con distancia de siembra de sombrío a 12,0 x 12,0 m y café a 1,0 x 1,0 m (Tratamiento 7) la producción es 27,2% más que con café a 1,42 x 1,42 m y 79,0% mas que con café a 2,0 x 2,0m,

Comparación de la producción del café bajo sombra de cinco especies leguminosas a dife-

rentes densidades de siembra (FIT 0424). Se estudia el efecto de la intensidad del sombrío de 5 especies leguminosas a 3 distancias de siembra (6x6m, 9x9m y 12x12m), sobre la producción del café sembrado a 1,5 x 1,5m. En la Tabla 7 se presentan los resultados parciales obtenidos en la Subestación Experimental de Pueblo Bello (C).

No obstante los resultados de los análisis estadísticos realizados (prueba Duncan al 5%), a cada uno de los ensayos o a las producciones registradas bajo cada distancia de siembra del sombrío, se observa que:

Con sombrío a 6,0 x 6,0m. Las producciones medias registradas en el período 1998 a 2001 con sombrío de *Leucaena leucocephala* fue 4,9%, 15,4%, 20,2% y 24,0% mayores que las producciones obtenidas con sombríos de *Erythrina poeppigiana*, *Inga densiflora*, *Albizia carbonaria* y *E. edulis* respectivamente.

Con sombrío a 9,0 x 9,0 m, Las producciones medias registradas en el período 1998 a 2001 con sombrío de *Erythrina edulis* y *E poeppigiana* fueron similares, pero superiores en 4,2%, 12,3% y 10% comparadas con las producciones de café registradas bajo sombríos de *Inga densiflora*, *Leucaena leucocephala* y *Albizia carbonaria* respectivamente.

Con sombrío a 12,0 x 12,0 m. Las producciones medias de café registradas en este mismo período, bajo las diferentes especies de sombrío fueron similares; las diferencias entre estas producciones oscilaron entre el 12% y el 18%.

Tabla 6. Comparación de la producción de tres densidades de siembra del café y tres de sombrío de *Inga sp.* (FIT 0411). Subestación Experimental de Pueblo Bello (Cesar).

AÑO	TRATAMIENTOS											
	Sombrío a 6,0 x 6,0m				Sombrío a 9,0 x 9,0m				Sombrío a 12,0 x 12,0m			
	T-1	T-2	T-3	CV	T-4	T-5	T-6	CV	T-7	T-8	T-9	CV
1997	247,1	171,0	62,2	47,2	210,8	121,7	40,1	48,8	365,5	207,3	57,2	14,6
1998	113,1	62,7	26,3	54,5	79,1	94,5	28,3	65,7	116,7	106,2	25,2	50,9
1999	249,7	180,3	65,9	15,9	212,0	160,1	36,3	52,0	261,6	195,5	38,1	43,8
2000	109,1	127,5	86,5	31,5	187,4	95,2	54,0	75,0	136,1	143,2	45,1	52,8
2001	110,0	104,7	87,5	19,8	162,2	112,8	60,2	50,4	180,3	118,5	56,6	35,2
Media	165,8	129,2	65,7	22,8	170,3	116,9	43,8	57,7	212,0	154,4	44,5	33,3

*CV: Coeficiente de Variación

Tabla 7. Producción (@ cps/ha/año) 1998-2001, Experimento. FIT 0424. S.E.E. de Pueblo Bello.

PRODUCCIONES @ cps/ha 1998 - 2001					
T*	DS. Sombrío: 6,0 x 6,0m				
	1998	1999	2000	2001	MEDIA
1	136,2 a	278,8 a	278,8 b	403,0 a	274,2 a**
2	133,0 a	306,8 a	306,8 ab	629,0 a	343,9 a
3	136,9 a	308,0 a	308,0 b	472,1 a	306,2 a
4	146,5 a	337,1 a	337,1 b	625,5 a	361,5 a
5	141,5 a	277,4 a	277,4 a	457,0 a	288,3 a

T*	DS. Sombrío: 9,0 x 9,0 m				
	1998	1999	2000	2001	MEDIA
6	128,5 ab	393,8 a	393,8 a	172,5 a	272,2 a
7	150,1 a	359,3 a	359,3 a	239,2 a	277,0 a
8	132,0 a	369,6 a	369,6 a	180,9 a	263,0 a
9	88,2 c	341,1 a	341,1 a	196,5 a	241,7 a
10	97,0 bc	330,1 a	330,1 a	231,3 a	247,1 a

T*	DS. Sombrío: 12,0 x 12,0 m				
	1998	1999	2000	2001	MEDIA
11	164,2 a	378,8 a	378,8 a	123,7 a	261,3 a
12	213,9 a	412,6 a	412,6 a	122,7 a	290,5 a
13	186,9 a	359,0 a	359,0 a	115,5 a	255,1 a
14	144,1 a	333,7 a	333,7 a	139,8 a	237,8 a
15	177,4 a	353,5 a	353,5 a	127,8 a	253,1 a

*T= N° del Tratamiento

**Duncan 5%: Promedios con letra similar, no presentan diferencia significativa

Uso del sombrío y del mulch para el manejo del déficit hídrico en café en las zonas norte y sur de Colombia (FIT 0426). Se determina la influencia del sombrío y de la cobertura vegetal muerta en el contenido de humedad del suelo y su efecto sobre la producción de café sembrado a 1,5 x 1,5m. Los tratamientos están compuestos por la combinación de tres niveles de sombra (sin sombra y con sombrío de *Inga sp* y *Erythrina sp*) dos de cobertura muerta (con y sin mulch). En la Tabla 8 se muestran los resultados parciales obtenidos en la Subestación Experimental de Pueblo Bello (Cesar).

Los análisis estadísticos realizados (Prueba Tukey al 5%), muestran que entre las producciones medias registradas en el ciclo productivo 1997 a 2001, no hay diferencia estadística significativa cuando se cultiva café a libre exposición solar con y sin cobertura vegetal muerta; tampoco es evidente esta diferencia cuando se cultiva café bajo sombrío de *Inga* y *Erythrina* con y sin cobertura vegetal. Se presenta diferencia estadística (Tukey 5%) en la media

obtenida en café a libre exposición 222,0 @ c.p.s/ha (Tratamientos 1 y 2), frente a la obtenida en café con sombrío de *Erythrina poeppigiana* 121,8@cps/ha (Tratamientos 5 y 6). La media del ciclo productivo registrado con sombrío de *Inga sp*, 162,0 @ cps/ha (Tratamientos 3 y 4) no muestra diferencias estadísticas al compararlas con la producción media obtenida con café a libre exposición y bajo sombrío de *E. poeppigiana*.

Caracterización agronómica de *Cordia alliodora*, *Eucalyptus grandis* y *Pinus oocarpa* como sombríos en café (FIT 0429). Se determina el potencial económico y biológico que como sombrío de café tienen las especies forestales; *Eucalyptus grandis*, *Pinus oocarpa* y *Cordia alliodora*; y el efecto de la intensidad del sombrío sobre la producción del café. La distancia de siembra del café es de 1,5 x 1,5m. En la Tabla 9 se presentan los resultados parciales obtenidos en la Subestación Experimental Paraguaito (Q).

Tabla 7. Producción (@ cps/ha/año) 1998-2001, Experimento. FIT 0424. S.E.E. de Pueblo Bello.

PRODUCCIONES @ cps/ha 1998 - 2001					
T*	DS. Sombrío: 6,0 x 6,0m				
	1998	1999	2000	2001	MEDIA
1	136,2 a	278,8 a	278,8 b	403,0 a	274,2 a**
2	133,0 a	306,8 a	306,8 ab	629,0 a	343,9 a
3	136,9 a	308,0 a	308,0 b	472,1 a	306,2 a
4	146,5 a	337,1 a	337,1 b	625,5 a	361,5 a
5	141,5 a	277,4 a	277,4 a	457,0 a	288,3 a
T*	DS. Sombrío: 9,0 x 9,0 m				
	1998	1999	2000	2001	MEDIA
6	128,5 ab	393,8 a	393,8 a	172,5 a	272,2 a
7	150,1 a	359,3 a	359,3 a	239,2 a	277,0 a
8	132,0 a	369,6 a	369,6 a	180,9 a	263,0 a
9	88,2 c	341,1 a	341,1 a	196,5 a	241,7 a
10	97,0 bc	330,1 a	330,1 a	231,3 a	247,1 a
T*	DS. Sombrío: 12,0 x 12,0 m				
	1998	1999	2000	2001	MEDIA
11	164,2 a	378,8 a	378,8 a	123,7 a	261,3 a
12	213,9 a	412,6 a	412,6 a	122,7 a	290,5 a
13	186,9 a	359,0 a	359,0 a	115,5 a	255,1 a
14	144,1 a	333,7 a	333,7 a	139,8 a	237,8 a
15	177,4 a	353,5 a	353,5 a	127,8 a	253,1 a

*T= N° del Tratamiento

**Duncan 5%: Promedios con letra similar, no presentan diferencia significativa

Uso del sombrío y del mulch para el manejo del déficit hídrico en café en las zonas norte y sur de Colombia (FIT 0426). Se determina la influencia del sombrío y de la cobertura vegetal muerta en el contenido de humedad del suelo y su efecto sobre la producción de café sembrado a 1,5 x 1,5m. Los tratamientos están compuestos por la combinación de tres niveles de sombra (sin sombra y con sombrío de *Inga sp* y *Erythrina sp*) dos de cobertura muerta (con y sin mulch). En la Tabla 8 se muestran los resultados parciales obtenidos en la Subestación Experimental de Pueblo Bello (Cesar).

Los análisis estadísticos realizados (Prueba Tukey al 5%), muestran que entre las producciones medias registradas en el ciclo productivo 1997 a 2001, no hay diferencia estadística significativa cuando se cultiva café a libre exposición solar con y sin cobertura vegetal muerta; tampoco es evidente esta diferencia cuando se cultiva café bajo sombrío de *Inga* y *Erythrina* con y sin cobertura vegetal. Se presenta diferencia estadística (Tukey 5%) en la media

obtenida en café a libre exposición 222,0 @ c.p.s/ha (Tratamientos 1 y 2), frente a la obtenida en café con sombrío de *Erythrina poeppigiana* 121,8@cps/ha (Tratamientos 5 y 6). La media del ciclo productivo registrado con sombrío de *Inga sp*, 162,0 @ cps/ha (Tratamientos 3 y 4) no muestra diferencias estadísticas al compararlas con la producción media obtenida con café a libre exposición y bajo sombrío de *E. poeppigiana*.

Caracterización agronómica de *Cordia alliodora*, *Eucalyptus grandis* y *Pinus oocarpa* como sombríos en café (FIT 0429). Se determina el potencial económico y biológico que como sombrío de café tienen las especies forestales; *Eucalyptus grandis*, *Pinus oocarpa* y *Cordia alliodora*; y el efecto de la intensidad del sombrío sobre la producción del café. La distancia de siembra del café es de 1,5 x 1,5m. En la Tabla 9 se presentan los resultados parciales obtenidos en la Subestación Experimental Paraguaito (Q).

fertilización química, para el efecto de tres ciclos de poda (90, 180 y 360 días), de *Erythrina fusca* y tres niveles de fertilización química del café (0, 50% y 100% de la recomendación del análisis de suelos). Las variables de respuesta consideradas fueron la producción de café, la relación de café cereza/café pergamino seco (cc/cps), la biomasa de las podas, los resultados de los análisis de suelo y el costo por arroba de cps.

Los resultados de los análisis estadísticos en la variable de producción de café mostraron diferencias entre tratamientos pero no en la interacción de los dos factores. Con relación a los niveles de fertilización se observaron diferencias a favor de la mayor dosis, lo cual podría explicarlo una ecuación lineal. En razón de no haberse obtenido diferencia entre grupos de ciclos de poda se realizó un análisis adicional a los mejores tratamientos dentro de cada grupo, estos fueron: Poda de erythrina cada 90 días, 100% de la dosis de fertilizante al café según análisis (9,85kg café cereza/planta); poda cada 180 días, 100% de la dosis (10,09kg café cereza/planta) y poda cada 360 días, "0" dosis de fertilizante (7,59kg café cereza/planta). Los resultados de estos parciales no mostraron diferencias, lo cual puede definir como mejor opción tecnológica, la siembra de café bajo sombra sometida a ciclos de poda anual y sin fertilización.

Respuesta en producción de cafetales al sol fertilizados con lombricompuesto (FIT 0602). En el experimento se determina la dosis óptima desde el punto de vista biológico y económico de materia orgánica en forma de lombricompuesto para fertilizar cafetales a libre exposición. La distancia de siembra del café es de 1,0 x 1,0m (10.000 plantas/ha).

En las Tablas 10 y 11 se presentan los resultados parciales en obtenidos en la Subestación Experimental Paraguaicito y en la Estación Central Naranjal.

Del análisis de la producción media del ciclo del cultivo, 4 cosechas, se observa que con la aplicación de 2,0 y 3,0kg de lombricompuesto/planta/año (tratamientos 3 y 4) se obtienen

niveles de producción de café similares a los obtenidos con la fertilización según los análisis de suelo (tratamiento 5), 297,43 y 302,62 @ de cps/ha/año en el primer y segundo caso y 390,71 @ de cps/ha/año en el tercer caso, no obstante entre estos tratamientos no se evidencia diferencia significativa (Tukey 5%). La producción media obtenida con la aplicación de los tratamientos (3, 4 y 5) difieren significativamente de la producción media obtenida cuando los tratamientos incluyen aplicaciones de 0,5 y 1,0kg de lombricompuesto/planta/año (tratamientos 1 y 2) y del testigo sin fertilización (tratamiento 6).

Los análisis de la producción media obtenida para cada uno de los tratamientos, en el ciclo de tres años (1999-2001), permiten observar que no hay diferencia estadística significativa (Tukey 5%), en cuanto a producción del café, al ser este fertilizado con 1,0; 2,0 o 3,0kg de lombricompuesto/planta/año (Tratamientos 2, 3 y 4); si es evidente esta diferencia estadística entre estos tratamientos al ser comparados con el testigo absoluto (Tratamiento 6, café sin fertilización). Es de destacar que la máxima producción se obtiene con aplicación de 3,0kg de lombricompuesto/planta/año, superando la obtenida con fertilización química en un 20% (Diferencia estadística según prueba Tukey al 5%)

QUÍMICA AGRÍCOLA

En la Disciplina de Química Agrícola se genera conocimiento sobre la fertilidad de los suelos de la zona cafetera colombiana con el fin de optimizar la nutrición del café, mediante la recomendación de prácticas de fertilización que conduzcan al aumento del rendimiento del cultivo, a bajos costos de producción, sin que resulten nocivas para el medio ambiente.

En el transcurso de este año se obtuvieron resultados preliminares de una serie de experimentos dirigidos hacia la evaluación del

Tabla 10. Producciones (@ C.P.S./ha/año) 1998 - 2001, Experimento Fit 0602. S.E.E. Paraguaitico.

T	DESCRIPCION	PRODUCCIONES @ cps/ha				
		1998	1999	2000	2001	Media
1	0,5kg Lombricompuesto/ planta/año	76,30 bc*	405,42 ab	271,02 a	294,40 a	261,79 bc
2	1,0 kg Lombricompuesto/planta/año	79,38 bc	426,80 ab	281,38 a	296,69 a	271,06 abc
3	2,0 kg Lombricompuesto/planta/año	118,04 ab	476,53 a	294,71 a	300,42 a	297,43 ab
4	3,0 kg Lombricompuesto/planta/año	103,27 abc	474,31 a	317,19 a	315,69 a	302,62 a
5	Fertilizado según análisis de suelos	140,67 a	487,07 a	276,20 a	258,89 a	290,71 ab
6	Sin fertilización	61,34 c	357,96 b	261,07 a	271,18 a	237,89 c

*Registros con letra diferente presentan diferencia significativa a nivel del 5% según prueba Tukey.

Tabla 11. Producciones (@ C.P.S./ha/año) 1999-2001, Experimento Fit 0602, Estación Central Naranjal.

T	DESCRIPCION	PRODUCCIONES @ cps/ha/año			
		1999	2000	2001	Media
1	0,5kg de Lombricompuesto/ planta/año	98,25 ab	382,29 a	398,32 b	292,95 b
2	1,0kg de Lombricompuesto/planta/año	108,19 a	442,85 a	462,45 ab	337,83 ab
3	2,0kg de Lombricompuesto/planta/año	125,08 a	466,27 a	509,76 a	367,04 ab
4	3,0kg de Lombricompuesto/planta/año	105,70 a	481,07 a	555,28 a	380,68 a
5	Fertilizado según análisis de suelos	114,46 a	399,73 a	398,44 b	304,21 b
6	Sin fertilización	55,98 b	253,93 b	224,23 c	178,05 c

*Registros con letra diferente presentan diferencia significativa a nivel del 5% según prueba Tukey.

efecto de dosis y fuentes de fertilizantes sobre la producción y calidad del café. Se avanzó en la caracterización de las fracciones de azufre y su disponibilidad en las unidades de suelos más representativos de la zona cafetera y dio inicio a un experimento para evaluar la respuesta del café a la fertilización con este elemento, utilizando tres fuentes. Se están evaluando otros indicadores de la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo, diferentes a los que obtienen mediante el análisis de fertilidad convencional, tales como los análisis foliares y de la solución del suelo.

Los resultados recientes confirman la respuesta del cultivo de café a la fertilización, tanto en la etapa de crecimiento vegetativo como reproductivo. El nitrógeno se destaca como el elemento más limitativo en la producción del café; sin embargo su aplicación sistemática puede provocar la acidificación y la pérdida de bases intercambiables; razón por la cual se debe racionalizar el uso de los fertilizantes nitrogenados.

Se encontró respuesta a la fertilización potásica al iniciar la etapa reproductiva (18 meses) en suelos con bajos niveles de este elemento, tales como los de la Estación Central Naranjal, cuyos contenidos son inferiores a 0,2cmol/kg.

FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA

Efecto del magnesio en la producción y calidad del café - QAG0310. El objetivo del experimento es evaluar el efecto de varias dosis de magnesio (0, 30 y 60kg de Mg /ha /año) sobre la producción y calidad del café, estudiar el efecto de esta fertilización sobre la concentración de K, Ca y Mg en el suelo y en las hojas de café, así como evaluar la capacidad de restitución de Mg de estos suelos.

Este experimento se estableció a partir del año 2000, en los suelos de la unidad Chinchiná

(Estación Central Naranjal, y subestaciones de La Catalina, Sasaima y El Rosario), unidad Líbano (subestación de Líbano) y unidad Timbío (subestación del Tambo), donde los contenidos de magnesio varían entre 0,36 y 1,4me/100 g de suelo.

Hasta el momento se dispone de resultados parciales correspondientes a la producción de enero a septiembre de 2002 en la unidad Chinchiná (La Catalina y El Rosario), donde no hubo efecto de los tratamientos sobre la producción de café. En Naranjal se encontró diferencia entre el testigo absoluto y los tratamientos 30 y 60kg de Mg, aplicados tanto en el primero como en el segundo año. En Sasaima hubo diferencias entre el testigo absoluto (sin fertilización) y el tratamiento con fertilización sin magnesio.

Relación entre los niveles de potasio en las hojas de café en la etapa de levante y la disponibilidad del elemento en el suelo.

Con el propósito de evaluar la disponibilidad de potasio para el cultivo del café en la fase vegetativa se utilizaron los resultados de los análisis de este elemento en las hojas de plantas de seis meses de edad y en el suelo de la zona de las respectivas goteras, obtenidos en el experimento QAG0310 "Efecto de la fertilización con magnesio en la producción y calidad del café". Para tal fin se estableció la variación del K foliar en función de los niveles de potasio intercambiable y en la solución del suelo en suelos derivados de cenizas volcánicas de cuatro localidades de la zona cafetera: Chinchiná, Sasaima, Líbano y El Tambo. Las muestras de tejido vegetal y de suelo consideradas fueron tomadas antes de la iniciación de los tratamientos de fertilización propios del experimento QAG0310, cuyo diseño experimental comprende diez tratamientos y cinco repeticiones, pudiéndose así disponer del análisis de 50 parcelas por localidad. En cada parcela se tomaron muestras de suelo de los primeros 20 cm de profundidad y muestras de hojas del tercio inferior de la planta.

El análisis de suelo reflejó diferencias en fertilidad potásica entre las localidades consideradas, encontrándose los niveles más bajos de

K⁺ en la solución del suelo y en el complejo de intercambio en Chinchiná (menores de 10mg L⁻¹ y de 0,2cmol_c kg⁻¹, respectivamente), y los más altos en Líbano y El Tambo (mayores de 25mg L⁻¹ y de 0,4cmol_c kg⁻¹, respectivamente). El contenido de K foliar correlacionó positivamente tanto con el K⁺ en la solución del suelo como con el K intercambiable. El modelo de variación del K foliar en función de los dos índices mencionadas presentó el mejor ajuste bajo una ecuación polinomial de segundo grado, siendo más alto el coeficiente de determinación obtenido con el K intercambiable que con el K⁺ en la solución del suelo. Esto indica que, bajo las condiciones experimentales consideradas, existe un nivel máximo del elemento en el suelo (estimado según el modelo en 0,88cmol_c kg⁻¹ para K intercambiable y 73mgL⁻¹ para K⁺ en la solución del suelo), por encima del cual se reduce la tasa de acumulación de K en las hojas de la planta de café (2,6% de materia seca).

Se observó también una buena asociación entre los niveles de K foliar y la proporción de magnesio y/o calcio con respecto al potasio en la solución del suelo, mientras que la asociación entre el K foliar y la proporción de calcio y/o magnesio con respecto al potasio en el complejo de intercambio catiónico no fue significativa (Figura 4). Lo anterior sugiere que el balance entre los cationes K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺ en la solución del suelo tiene una mayor importancia en la predicción de los niveles de potasio presentes en las hojas de la planta de café en la etapa vegetativa que el balance de cationes intercambiables.

Los niveles más bajos de K en los suelos de Chinchiná concuerdan con la manifestación de síntomas de deficiencia de potasio en algunos cultivos sembrados en esta localidad, que se encuentran en edades comprendidas entre los 12 y 18 meses o incluso más jóvenes. Los resultados sugieren la necesidad de replantear la recomendación de la fertilización de café en los cultivos sembrados en la región de Chinchiná, teniendo en cuenta que actualmente no se aconseja la aplicación de fuentes de potasio al cultivo en la etapa de crecimiento vegetativo, es decir, hasta los 24 meses de edad.

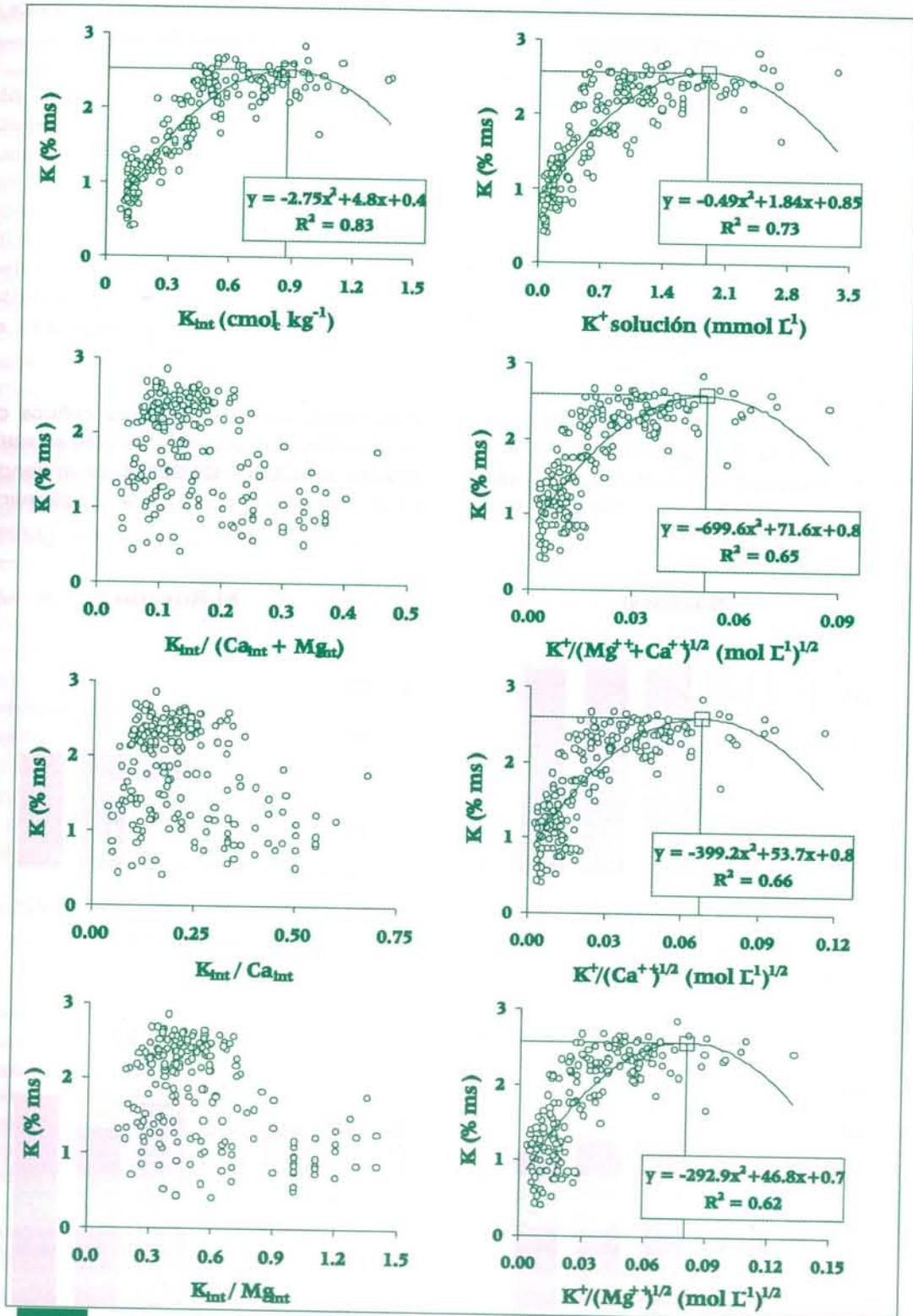


Figura 4. Relación entre el K foliar y algunos índices de disponibilidad de K en el suelo (N=200) (K_{int} , Ca_{int} , Mg_{int} : cationes intercambiables; K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} : cationes en la solución del suelo).

Efecto de la fertilización con calcio en la producción y calidad del café - QAG0313. Se busca determinar la respuesta del cafeto a la fertilización con calcio soluble en suelos de la zona cafetera y definir la dosis más adecuada, desde el punto de vista de la producción y calidad del café. Este estudio es financiado por la empresa Hydro Agri Colombia.

Los tratamientos incluyen cuatro dosis de CaO (0, 48, 96 y 192 kg/ha), utilizando una fuente de alta solubilidad (Nitrabor), una de lenta solubilidad (cal agrícola) y un testigo al cual no se le aplica calcio. Este experimento se encuentra instalado en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones Paraguaicito, El Rosario y Santander, en suelos con contenidos de calcio que varían entre 0,9 y 5,3 me /100 g de suelo.

En la Figura 5 se presentan los resultados de la primera cosecha (año 2001).

Las producciones corresponden a 32 plantas efectivas por cada parcela. De acuerdo con los resultados no se encontró respuesta estadísticamente significativa a los tratamientos en ninguno de los sitios donde se realiza el experimento. No obstante en Paraguaicito y El Rosario, las menores producciones correspondieron al testigo sin calcio y al tratamiento con la menor dosis de calcio aplicado como Nitrabor.

Determinación de los niveles críticos de los nutrimentos para el cultivo de café en suelos de la zona cafetera - QAG0318. Se entiende por nivel crítico, el contenido de un elemento en

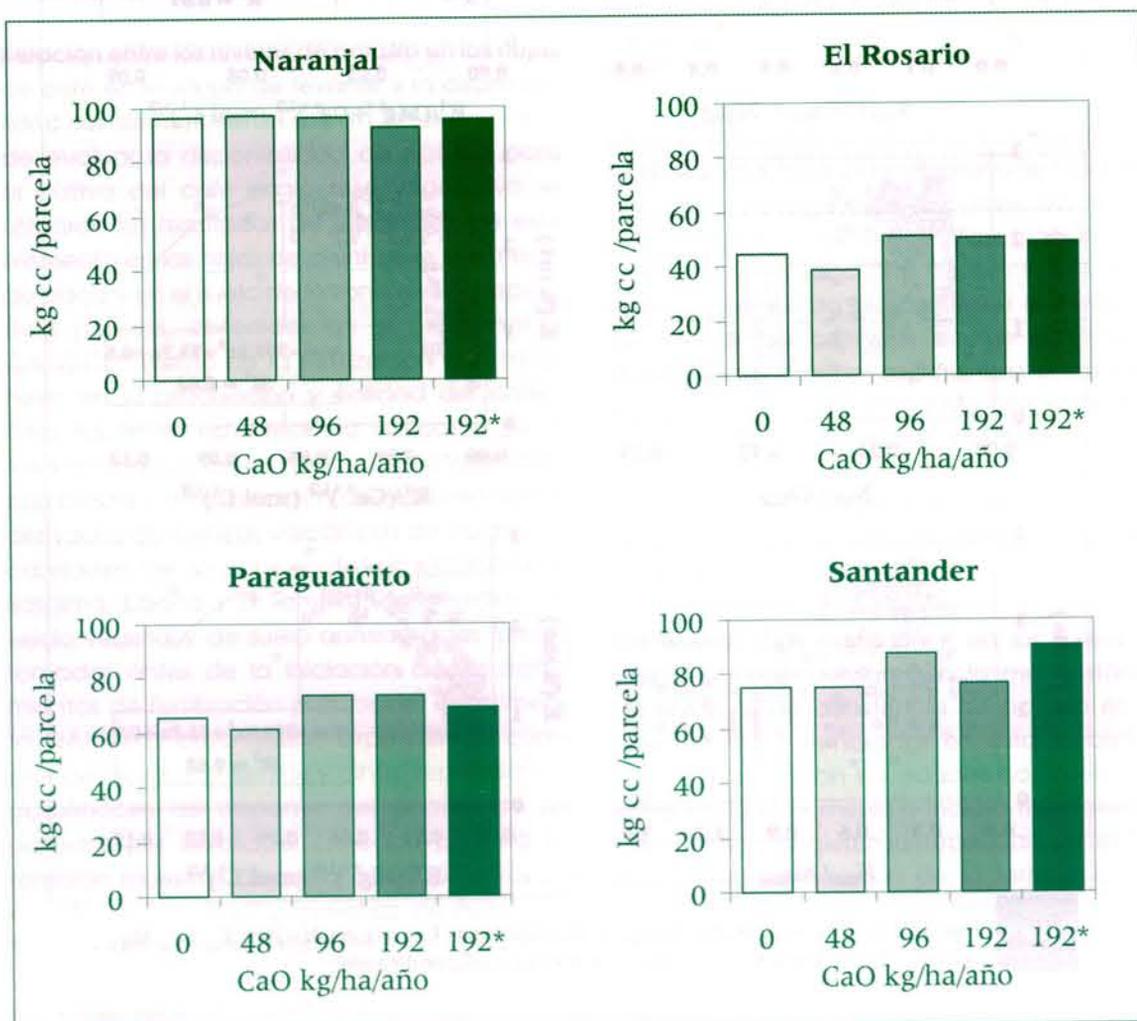


Figura 5. Producción promedio de café cereza en parcela de 32 plantas.

el suelo a partir del cual se podrá suspender la fertilización, sin afectar la producción. En este sentido se viene desarrollando un experimento con las variedades Colombia y Caturra en 33 fincas de caficultores y 6 Subestaciones de Cenicafé con el fin de determinar con mayor precisión los niveles críticos de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) en el cultivo de café bajo las diferentes condiciones de la zona cafetera. Para lo anterior se cuenta con la colaboración de los Caficultores, Comités Departamentales de Cafeteros y Extensionistas en los departamentos de Caldas, Cesar y Guajira.

Los tratamientos consisten en 5 combinaciones de los elementos bajo estudio, determinadas con base en el criterio del elemento faltante, así: NPKMg, PKMg, NKMg, NPMg, NPK. Las cantidades empleadas son 240kg/ha/año de N y de K_2O , 80 kg/ha/año de P_2O_5 y 60 de MgO, aplicados como urea, cloruro de potasio, Superfosfato triple y óxido de magnesio.

En la mayor parte de los sitios experimentales se cuenta con la información de la segunda cosecha obtenida desde el año 2000. Así mismo, se dispone de los resultados de los análisis de suelos antes de iniciar los tratamientos y 2 años después.

En general, la producción se ha aumentado, como resultado de la edad de las plantacio-

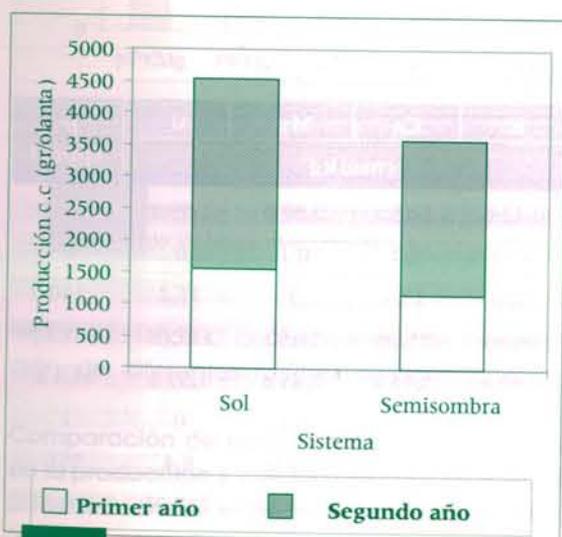


Figura 6. Producción promedio por sistema de siembra al sol y en semisombra.

nes. El rendimiento promedio de los cafetales con el sombrío parcial ha sido menor que a plena exposición solar (Figura 6).

Cuando se dejó de suministrar nitrógeno, la producción no se vio afectada en la primera cosecha; sin embargo, se registran reducciones promedias del 26% en la segunda evaluación, sin llegar a ser estadísticamente significativos, tendencia observada tanto al sol como semisombra con igual magnitud. Con respecto a los demás elementos evaluados la reducción en la producción fue prácticamente nula, cuando se compara frente al nitrógeno, fenómeno que señala a este elemento como el elemento más limitante en la producción de café en la zona de estudio (Figura 7).

Para el caso de nitrógeno, el hecho de no detectar diferencias estadísticas se debe a la considerable variabilidad y a que en el análisis comparativo simple no se tiene en cuenta el efecto de la fertilidad del suelo. Es así como al finalizar el segundo año, la deficiencia del nitrógeno en suelos con bajos contenidos de materia orgánica (menor de 9%, de acuerdo a los resultados del análisis de modelos discontinuos de Cate y Nelson), ocasionó una reducción del 50%, mientras que en sitios con niveles más altos, la disminución fue menor (Figura 8).

Se aprovechó la información del segundo muestreo del suelo en 31 de los campos experimentales para valorar el efecto de la aplicación sistemática de los fertilizantes sobre las características químicas del suelo y la capa-

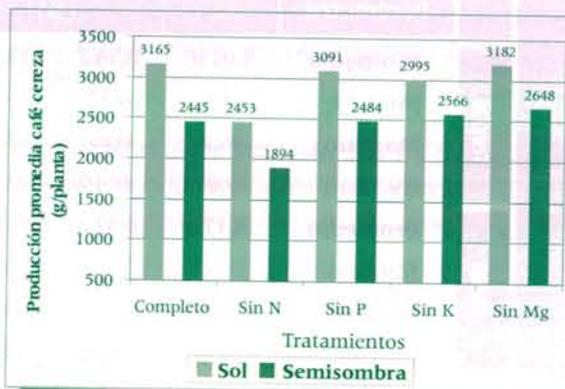


Figura 7. Producción por tratamiento y sistema de siembra al sol y en semisombra. Segundo año.

cidad de éste para retener los nutrimentos suministrados.

Se observaron incrementos hasta de 200% en los contenidos iniciales de P, K y Mg en el suelo, como consecuencia de la aplicación de fertilizantes durante 2 años (Tabla 12).

Los contenidos de Ca no se vieron afectados por los tratamientos; sin embargo, los niveles de saturación de este elemento se redujeron por los incrementos de Mg y K; al igual que su proporción (Figura 9). Antes de iniciar los tratamientos se observaron relaciones cercanas

a 6:2:1 de Ca:Mg:K, consideradas adecuadas para café. El suministro de Mg en ausencia de K (NPMg), y de K en ausencia de Mg (NPK), modificó las relaciones mencionadas. Se resalta que el análisis final de los resultados además de evaluar el efecto de los contenidos de estos cationes, también tendrá en cuenta su relación (proporción relativa).

Los contenidos de la materia orgánica exhibieron poca variación a través del tiempo, comportamiento que refleja la estabilidad de este componente a corto plazo especialmente si se toman medidas para el control de la erosión. Las variaciones de N total(%) se explican por los contenidos de la materia orgánica del suelo (Figura 10).

Los niveles de Mg y K fueron más altos cuando no se aplicó nitrógeno, lo cual sugiere que la fertilización nitrogenada propició la pérdida de estos elementos (Figura 11). De lo anterior se corrobora la gran importancia de una fertilización racional, especialmente con relación al nitrógeno debido a su efecto negativo sobre otros elementos, específicamente potasio, seguido por magnesio.

En el tratamiento sin N, al comparar los valores iniciales del pH frente a los finales, se presentó un aumento de 0,28 unidades. La acidificación y la pérdida de bases intercambiables han sido

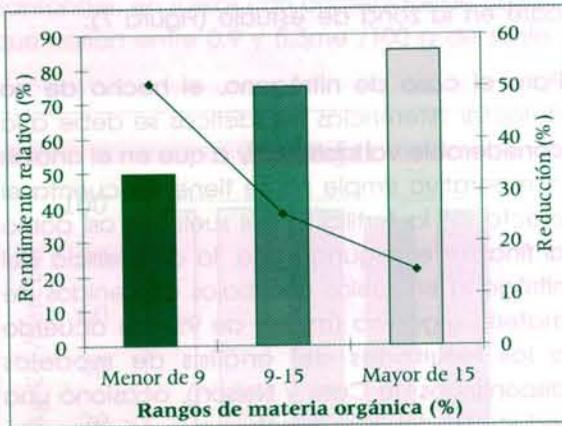


Figura 8. Efecto de los contenidos de la materia orgánica del suelo sobre el rendimiento relativo.

Tabla 12. Promedios y variación de las características químicas del suelo*

Evaluación	Variable/ Parámetro	pH	N	MO	K	Ca	Mg	Al	P (ppm)
			(%)						
Inicial	Promedio	5,01 b*	0,50 a	13,9a	0,42 b	3,48 a	0,89 b	1,59 a	15,6 b
	Mínimo	3,9	0,12	6	0,14	0,1	0,1	0	0
	Máximo	6,2	0,89	27,8	1,25	12,7	3	11,2	140
	CV (%)	9,09	41,19	43,82	58,50	85,16	71,90	157,04	181,39
Final	Promedio	5,17 a	0,52 a	13,3 a	0,89 a	3,55 a	2,45 a	1,53 a	45,4 a
	Mínimo	4,1	0,13	2,7	0,14	0,2	0,1	0	1
	Máximo	6,9	1,07	28,8	4,6	20,6	22,5	8,4	551
	CV (%)	9,55	40,31	44,48	88,07	86,52	165,14	137,96	210,61

*Resultado de 155 observaciones por evaluación. Letras diferentes indican diferencias estadísticas al 5%.

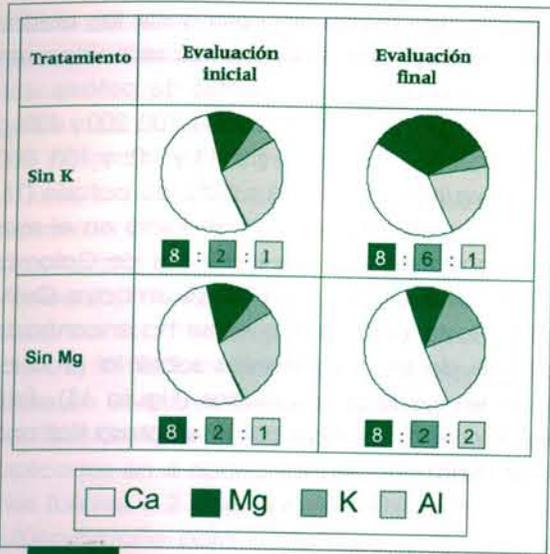


Figura 9. Saturación de cationes y relación Ca:Mg:K en los tratamientos sin potasio y magnesio.

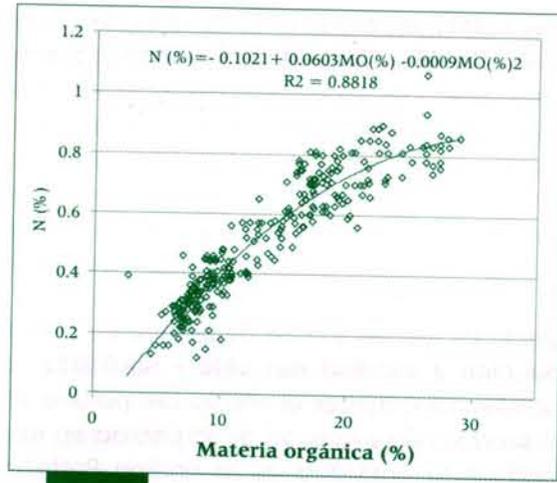


Figura 10. Variaciones del nitrógeno total en función de la materia orgánica.

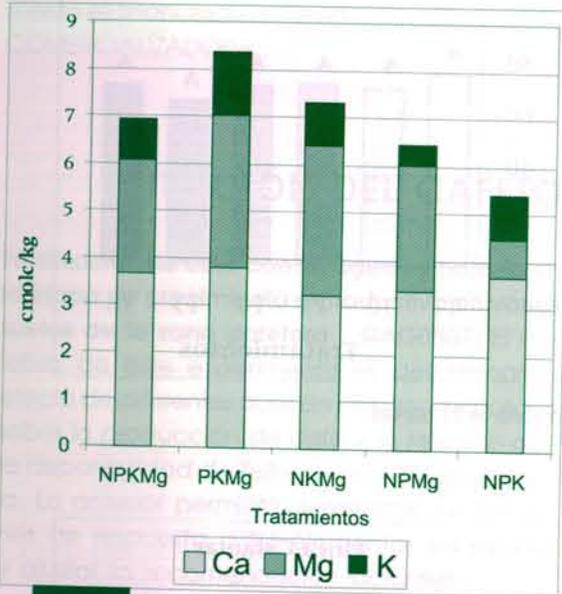


Figura 11. Efecto de los tratamientos sobre el contenido de las bases intercambiables.

de fertilizantes para el cultivo. Este estudio es financiado por la empresa SQM-Nitratos.

Este experimento se inició en el año 2001 en las fincas La Siria (municipio de Quimbaya, Quindío) y Calamar Restrepo (municipio de Chinchiná, Caldas). Los tratamientos comprenden la aplicación de 240kg de N y K₂O y 80kg de P₂O₅ por hectárea/año, utilizando la mezcla de Urea+Dap+KCl (F), comparada con Nitrato Sódico Potásico (NSP) y con Ultramix (U) en las siguientes proporciones: 100%F (T1), 75%F+25%NSP (T2), 50%F+50%NPS (T3), 60%U+40%NPS (T4), 50%F+50%U (T5) y 75%(U+NSP) (T6).

En la finca La Siria no se presentaron diferencias significativas en producción. En la finca Calamar se encontraron diferencias entre el tratamiento 4, con el cual se obtuvo la mayor producción, y los tratamientos 1 y 6, los cuales presentaron las menores producciones (Figura 12).

reportadas como consecuencia de la aplicación de diferentes fuentes nitrogenadas.

Comparación de varias fuentes de fertilizantes en la producción y calidad del café - QAG0320.

El objetivo del experimento es evaluar la factibilidad económica del uso del nitrato de potasio en la producción y calidad del café y contribuir a mejorar la recomendación actual

Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café - QAG0321.

Se busca evaluar el efecto del magnesio y el azufre en la producción y calidad del café. Se están evaluando cuatro dosis de MgO (0, 30, 60 y 90 kg/ha), utilizando como fuentes el óxido

y el sulfato de magnesio. Las dosis de azufre son 0, 24, 48 y 72kg/ha, empleando el sulfato de amonio. Este experimento es financiado por las empresas Kali Und Salz y Monómeros Colombo Venezolanos, y se encuentra instalado en la Estación Central Naranjal, y las subestaciones La Catalina y Santander. Se inició en el presente año la recolección de la primera cosecha.

Efecto de fuentes y dosis de potasio en la producción y calidad del café - QAG0322. El objetivo es conocer el efecto del potasio en la producción y calidad de la bebida en función de la actividad de la enzima Polifenol

oxidasa, del índice de color y de la acidez total titulable. Los tratamientos se componen de cuatro dosis y dos fuentes de potasio, así: testigo absoluto sin potasio (T1); 100, 200 y 400kg K_2O /ha/año, como KCl (T2, T3 y T4); y 100, 200 y 400 kg/ha/año, como sulfato de potasio (T5, T6 y T7). Este experimento se inició en el mes de agosto de 2001 en las fincas de Calamar (Chinchiná, Caldas) y La Siria (Quimbaya, Quindío). Hasta el momento no se ha encontrado efecto de los tratamientos sobre la producción en los sitios estudiados (Figura 13). Este estudio es financiado por la empresa Kali und Salz-Sopib

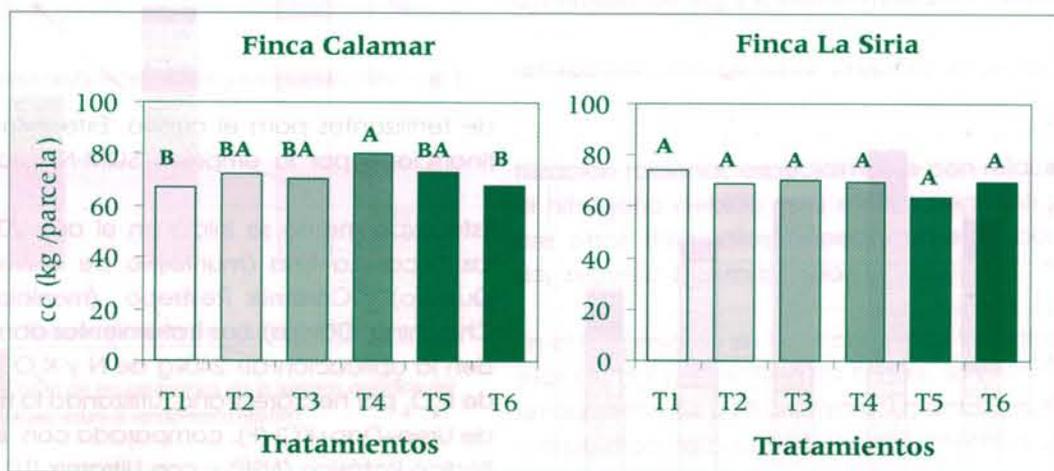


Figura 12. Producción en kilogramos de café cereza en parcela de 32 plantas.

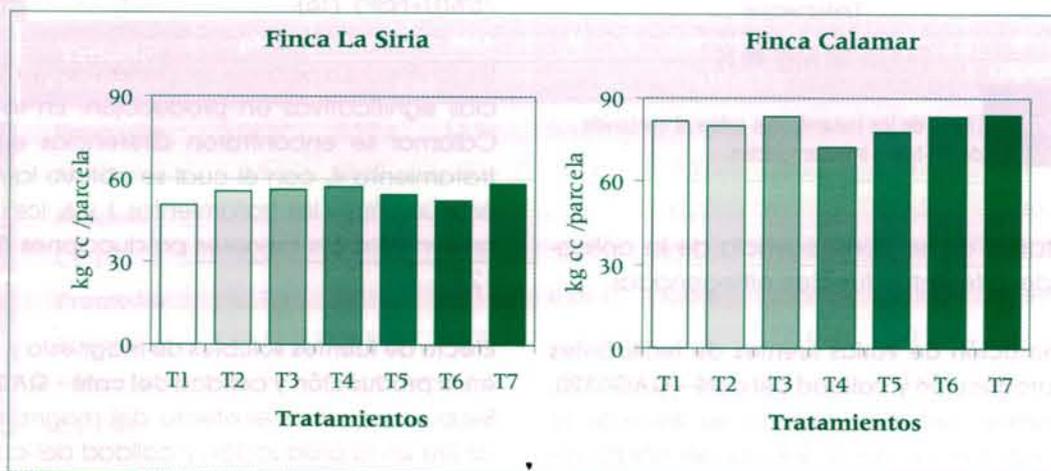


Figura 13. Producción en kilogramos de café cereza en parcela de 32 plantas.

Efecto del fertilizante CEN sobre la producción de café -QAG0324. Con el propósito de evaluar el efecto del fertilizante Biomolecular CEN sobre la producción de café, en el mes de mayo del presente año se inició un experimento en 3 lotes comerciales ubicados en las fincas El Socorro (Chinchiná, Caldas), San Alberto (Buenavista, Quindío) y El Amparo (Fredonia, Antioquia). Se comparan los siguientes cinco tratamientos: 1) testigo absoluto sin fertilización, 2) fertilización edáfica convencional con base en el análisis de suelo (2 veces/año), 3) fertilización foliar con 280cc de CEN/ha/año, aplicados en 4 oportunidades, 4) 2 aplicaciones foliares y 2 edáficas de CEN en dosis de 140cc/ha/año para cada caso, y 5) fertilización edáfica convencional con base en el análisis de suelo (2 veces/año), más 2 aplicaciones foliares de CEN 140cc/ha/año. Los primeros registros de cosecha de las parcelas se obtendrán para finales del 2002. Este experimento es financiado en su totalidad por SAHCO-COMERCIALIZADORA.

NUTRICIÓN DEL CAFETO

Fertilización de café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento reproductivo en varios suelos de la zona cafetera - QAG0507. El objetivo de éste experimento es determinar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio sobre la producción de café y su relación con la disponibilidad de éstos elementos en el suelo. Lo anterior permitirá determinar las funciones de respuesta a los elementos en estudio y ajustar la recomendación actuales.

El diseño del experimento es bloques al azar con arreglo factorial de tres dosis de nitrógeno y potasio (0, 150 y 300kg/ha). Los campos experimentales se instalaron a partir de agosto de 1998 en 17 subestaciones. En la actualidad se encuentra vigente en las subestaciones de La Catalina, Líbano, Maracay, Naranjal, Paraguaquito, Sasaima, Santander, El Tambo, El Rosario y Pueblo Bello.

Se determinó el contenido de $N-NO_3$ por el método de RQ-flex, a los 0, 10, 20, 30, 60 y 180

días, después de la aplicación de los tratamientos. En términos generales se observó un incremento de los contenidos de N disponible, 10 días después de la fertilización, tiempo a partir del cual éstos valores van disminuyendo, hasta los 180 días. En cada sitio se observó una alta variación en los contenidos del nitrógeno disponible durante el año.

En la primera cosecha, recolectada en el año 2001, se presentó respuesta significativa a las aplicaciones de nitrógeno en las unidades Chinchiná (Catalina, El Rosario y Naranjal) y Montenegro (Paraguaquito y Maracay) (Figura 14). No se encontró respuesta en suelos de la unidad Líbano (Líbano-Tolima).

No hubo respuesta a las aplicaciones de potasio en la cosecha del 2001 en los suelos de las subestaciones de La Catalina, Paraguaquito, Maracay, El Rosario y Líbano, donde los contenidos del elemento son mayores de 0,26me/100g. Se encontró respuesta en los suelos de la unidad Chinchiná (Estación Central Naranjal), donde los contenidos de potasio en el suelo son bajos (0,10me/100g). Estos resultados guardan relación con los síntomas de deficiencia de potasio que se presentan en cultivos sembrados en ésta unidad en el municipio de Chinchiná. La respuesta obtenida a las aplicaciones de este elemento en las etapas de crecimiento vegetativo y reproductivo hacen necesario replantear las actuales recomendaciones de este elemento en esta localidad.

Disponibilidad del azufre en algunos suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con la fertilización -QAG 0517. El azufre (S) es considerado el cuarto elemento más importante en la nutrición vegetal después del nitrógeno, el fósforo y el potasio. Con el presente estudio se busca evaluar la dinámica del S en los suelos de la zona cafetera colombiana y la respuesta del cultivo de café a la fertilización con este elemento.

Una primera fase del estudio consistió en la estandarización de la metodología de análisis de la fracción orgánica azufre, para lo cual se compararon dos técnicas: La de Bardsley y Lancaster (1968) y la de Cortés y Viveros (1977).

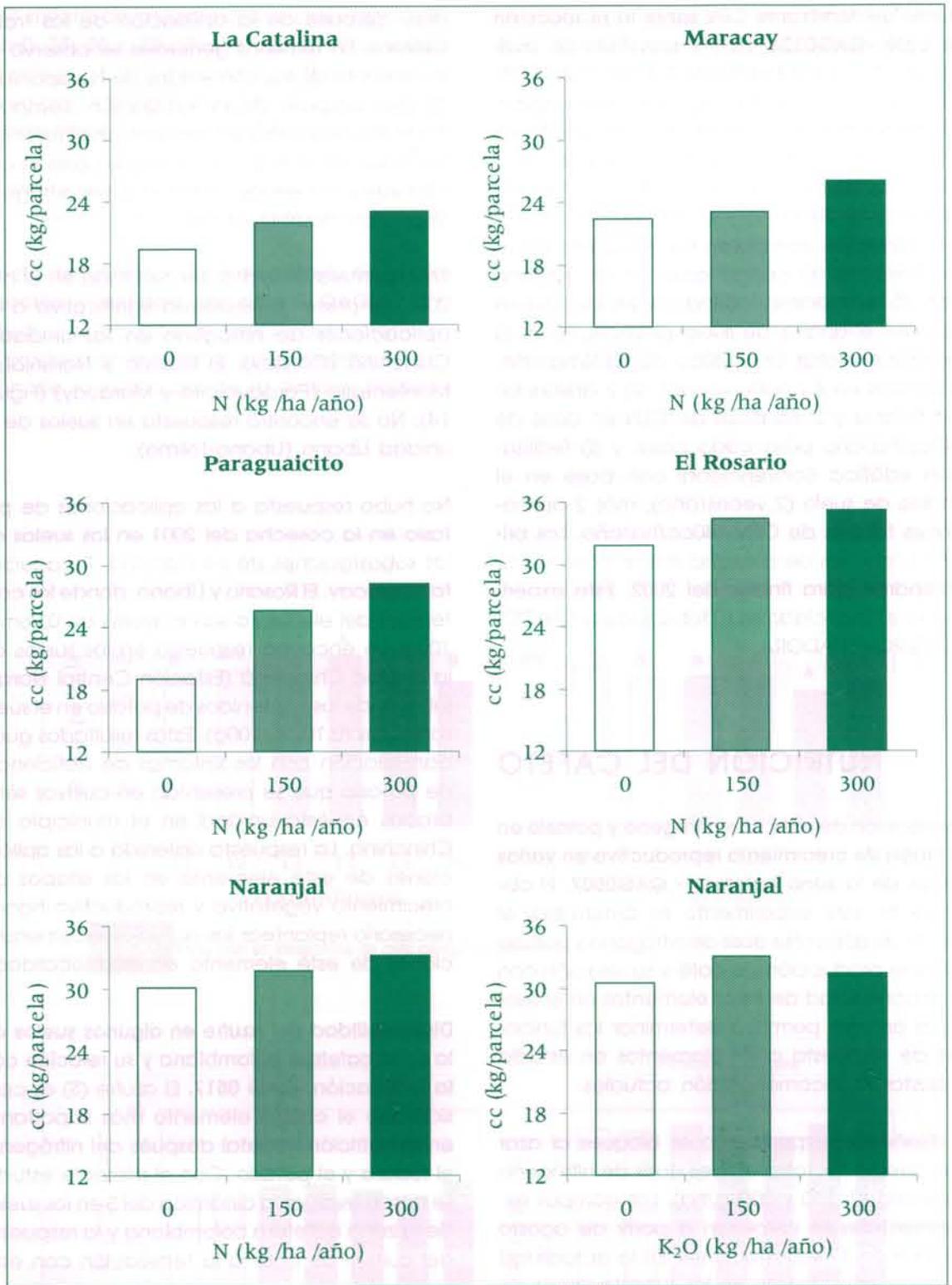


Figura 14. Producción en kilogramos de café cereza en parcelas de 10 plantas.

Se seleccionó el primer método para la caracterización del S orgánico, ya que se obtuvieron menores coeficientes de variación (<10,2 %) y el límite del error fue inferior a 6 (Tabla 13). En el segundo método se presentaron inconvenientes en suelos cuyos contenidos de materia orgánica fueron superiores al 6%, razón por la cual este método fue descartado.

En una segunda fase se procedió a evaluar el azufre total y las fracciones orgánica, inorgánica y disponible; también se determinó el pH y los contenidos de materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio y aluminio en 17 suelos, 13 de ellos de origen volcánico, cultivados en café y procedentes de los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Huila, Nariño, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca.

Los suelos estudiados fueron contrastantes en sus diferentes fracciones de S (Tabla 14). Los valores de S-total fluctuaron entre 321 y 1.316ppm. Los contenidos de S-orgánico estuvieron entre 87 y 940ppm y su participación en la fracción total superó el 50% en la mayoría de los suelos objeto del estudio. La fracción inorgánica estuvo entre 35 y 627ppm, contribuyendo a enriquecer la fracción total entre el 8 y el 73%. Pese a que los niveles de S-disponible estuvieron entre 2 y 61ppm, en 11 de las 17 localidades se presentaron bajos contenidos en esta fracción (menores a 10ppm).

Los suelos derivados de cenizas volcánicas se destacaron por sus mayores contenidos de materia orgánica (MO) y las fracciones S-total, S-orgánico y S-inorgánico. Lo anterior indica que la MO es fuente de azufre (Figura 15). Este hecho se reflejó en los altos coeficientes de determinación calculados, los cuales indicaron que la MO contribuye a enriquecer la fracción orgánica de S y por ende, a incrementar la fracción total.

En cuanto a las demás características químicas del suelo, ninguna de las variables analizadas explicó las variaciones de la disponibilidad de azufre. En la Tabla 14 se presentan las correlaciones entre las variables objeto del estudio.

Los resultados obtenidos en la fase II del experimento permitieron escoger tres sitios contrastantes por sus contenidos de S-disponible, ubicados en los departamentos Antioquia, Caldas y Quindío, en los cuales actualmente se evalúa la respuesta del café a la fertilización con azufre (Tabla 15). Para ello, en el mes de marzo del presente año se instalaron parcelas experimentales (fase III), bajo el diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial $3 \times 2 + 1$, empleando tres fuentes de azufre (sulfato de amonio, azufre elemental y sulfato de calcio), dos dosis (50 y 100kg de S/ha) y un

Tabla 14. Análisis de correlación entre las variables objeto del estudio

	S Total	S Orgánico	S Inorgánico	S Disponible
S Total	1			
S Orgánico	0,75	1		
S Inorgánico	0,78	0,16	1	
S Disponible	-0,12	0,15	-0,32	1
M. Orgánica	0,69	0,73	0,39	-0,18
PH	0,15	-0,18	0,34	-0,005
P	-0,001	-0,39	0,36	-0,05
K	-0,11	-0,25	0,06	0,26
Ca	-0,07	-0,27	0,15	-0,02
Mg	-0,01	-0,3	0,26	0,09
Al	-0,2	-0,06	-0,24	-0,55

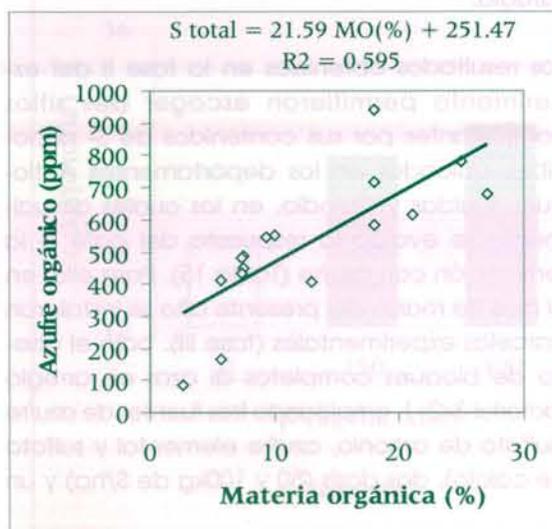
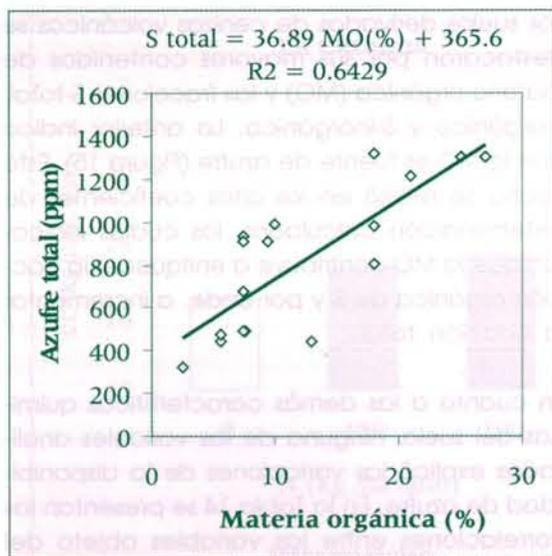


Figura 15. Papel de la materia orgánica como fuente de azufre en el suelo.

testigo absoluto, es decir sin fertilización con azufre.

Azufre disponible en suelos representativos de la zona cafetera. Con el objeto de conocer la disponibilidad del azufre (S) en suelos representativos de la zona cafetera colombiana se evaluó este elemento en suelos procedentes de parcelas fisiográficamente homogéneas, de aproximadamente 5.000m², ubicadas en granjas experimentales del Centro Nacional de Investigaciones de Café - CENICAFÉ, y localizadas en los departamentos de Caldas, Tolima, Huila, Nariño, Cauca, Cesar y Quindío (Tabla 16). Se tomaron 180 muestras de suelo a 20cm de profundidad en cada sitio y se determinaron las siguientes propiedades: S, pH, MO, P, K, Ca y Mg. La metodología que se siguió para la cuantificación del azufre disponible fue una extracción con Ca(H₂PO₄)₂·H₂O 0,008M y la valoración de los sulfatos se realizó por turbidimetría utilizando como agente estabilizante PVP.

Se encontró una alta variabilidad en los contenidos del S tanto dentro de las localidades como entre ellas, presentando valores entre 0 y 39,5ppm. No se encontró diferencia estadística entre Líbano y Quimbaya, ni entre La Unión y El Tambo. Los mayores contenidos de S se encontraron en el departamento de Caldas (11,0 y 11,5ppm), y los más bajos en Cauca y

Tabla 15. Contenidos de azufre y características químicas de los suelos objeto del estudio

Departamento	Municipio	Localidad	Azufre (ppm)				pH	MO %	P ppm.	K	Ca	Mg	Al
			Total	Orgánico	Inorgánico	Disponible							
Antioquia	Venecia	El amparo	493	410	83	21	4,6	7,4	4	0,62	2,1	1,1	6,2
Antioquia	Venecia	El Rosario	806	432	374	3	4,8	18	11	0,28	1	0,5	0
Caldas	Chinchina	La Cristalina	987	553	434	14	5,2	10	23	0,22	3,4	0,9	0
Caldas	Chinchina	Naranjal	1316	940	376	49	4,9	18	35	0,11	0,3	0,2	0
Cauca	El Tambo	Atlanta	1299	678	627	2	5,3	27	19	0,31	2,9	1,1	0
Cauca	El Tambo	El Rastrojo	905	548	357	4	5	9,4	3	0,59	2,9	1,1	0,46
Cundinamarca	Sasalmá	Santa Barbara	1299	780	519	3	4,6	25	11	0,25	0,9	0,4	1,3
Huila	Gigante	Santa Rosa	321	87	234	5	5	2,6	31	0,17	0,5	0,3	0,32
Nariño	La Unión	San Miguel	444	168	276	10	4,9	5,7	43	0,27	4	0,9	0,36
Nariño	La Unión	El Pará	1217	613	604	8	5,1	21	9	0,21	4,3	1,2	0,62
Quindío	Buenavista	Paraguacito	929	487	442	10	5,5	7,5	19	0,66	7,2	1,5	0
Quindío	Buenavista	San Alberto	674	480	194	6	5,1	7,4	19	0,12	2,1	0,2	0,7
Risaralda	Pereira	La Catalina	905	483	422	33	5,1	7,4	3	0,44	1,3	0,3	0
Santander	Floridablanca	Gualilo	444	409	35	21	5,2	13	30	0,88	7,2	2,4	0
Santander	Floridablanca	Parcelón 5	477	412	65	15	5,1	5,7	12	0,12	3,5	0,9	0
Tolima	Líbano	La Trinidad	979	719	260	5	5,2	18	8	0,44	3,6	0,9	0
Valle	Sevilla	La Playa	493	450	43	61	5,2	7,6	6	0,95	4,5	2	0
Promedio			839,22	501,33	337,88	15,55	5,0	11,8	19	0,43	3,3	1,1	0,55
CV (%)			10,71	34,75	38,40	107,74	5,6	50	76,8	77,0	73,1	85,1	266,5

Nariño (3,3 y 4,3ppm, respectivamente), resultando intermedios Huila, Tolima, Quindío y Cesar (9,9; 8,2; 7,7 y 6,2, respectivamente). Ninguna de las variables complementarias explicó las variaciones de la disponibilidad del S. Tampoco se pudo establecer una relación clara entre este elemento y el material parental del suelo. Los valores promedios de S-disponible para las localidades en estudio se presentan en la Figura 16.

SERVICIOS DE ANÁLISIS DE MUESTRAS

Servicio de análisis material vegetal y bromatológicos- QAG0611. En el servicio de

análisis de material vegetal y bromatológicos, identificado con el código QAG 0611, se realizaron un total de 19.582 determinaciones correspondientes a 1.881 muestras.

El 70,18% de las muestras corresponden a proyectos de la Disciplina de Química Agrícola, seguida de Fitotecnia, ETIA, Química Industrial, Fisiología y Fitopatología con un porcentaje de 9,73; 8,08; 1,59; 1,33 y 0,16%, respectivamente.

El 8,93% del total de las muestras pertenecen a particulares, y corresponden a muestras foliares de: café, cítricos, macadamia, pasto y especies forestales.

Tabla 16. Localización y características de los sitios muestreados* Datos promedios año 2000

Subestación	Depto	Municipio	Altitud (m)	Precipitación* (mm/año)	T (°C)	Material parental	Unidad Suelos
NARANJAL	Caldas	Chinchiná	1400	3354,7	20,7	Ceniza volcánica	Chinchiná
SANTA HELENA	Caldas	Marquetalia	1450	4626,2	19,7	Ceniza volcánica	Fresno
MARACAY	Quindío	Quimbaya	1450	2953,3	20,0	Ceniza volcánica	Chinchiná
LA TRINIDAD	Tolima	Libano	1430	2066,4	19,8	Ceniza volcánica	Libano
JORGE VILLAMIL	Huila	Gigante	1500	1566,5	19,6	Sedimentario	La cristalina
CONSACÁ	Nariño	La unión	1800	1544,8	19,4	Ceniza volcánica	Consacá
EL TAMBO	Cauca	El tambo	1700	2261,1	18,4	Ceniza volcánica	El tambo
PUEBLO BELLO	Cesar	Pueblo bello	1061	1918,7	20,6	Igneo granodioritas	

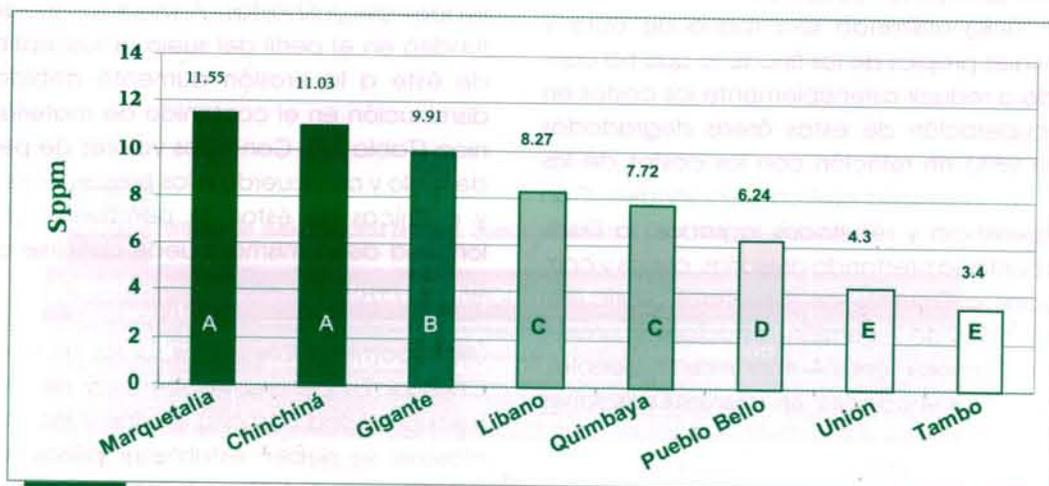


Figura 16. Niveles promedio de S disponible para las diferentes localidades.

CONSERVACIÓN DE SUELOS

Se vienen ejecutando dos proyectos: (1) Conservación de suelos y aguas y (2) Manejo integrado de arvenses. Con estos estudios se evalúan diversas prácticas de conservación de suelos para el control y prevención de diversos problemas de erosión en la zona cafetera colombiana; a la vez que se generan conocimientos y nuevas tecnologías apropiadas que permitan el manejo racional de los recursos suelo y agua.

CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

Prevención y control de la erosión del suelo a nivel de finca cafetera (CSU 0106). Este experimento se inició desde 1990, tanto en Cenicafe como las subestaciones experimentales y fincas de agricultores en las cuales se realizan trabajos de prevención y control de erosión para hacer el seguimiento y evaluación de su eficiencia, persistencia y costos. Se han venido evaluando diversas prácticas preventivas de conservación de suelos, como el Manejo Integrado de Arvenses y de control de erosión en varios procesos erosivos (cárcavas, derrumbes, negativos de carretera y solifluxiones). Los trabajos de control de erosión muestran eficiencia alta en la recuperación de los suelos (90 - 100%) utilizando sólo mano de obra y materiales propios de las fincas, lo que ha conducido a reducir ostensiblemente los costos en la recuperación de estas áreas degradadas (hasta 98%) en relación con los costos de las obras de ingeniería civil convencionales. Con la experiencia y resultados logrados, la Disciplina continúa prestando asesorías, cursos y conferencias a Comités de Cafeteros, agricultores, técnicos de extensión, estudiantes universitarios, Corporaciones Autónomas Regionales, ONGs y otras entidades, en diferentes regiones del país.

Durante el año 2001-2002, se continuó con la orientación en las granjas experimentales y

fincas de agricultores sobre el manejo integrado de arvenses. Se realizaron mas de 20 asesorías para la solución de problemas de erosión avanzada y movimientos masales en diferentes cuencas hidrológicas de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Valle y Antioquia.

En Cenicafe se continuó con el manejo integrado de arvenses y la orientación de tratamientos de **BIOINGENIERÍA** para la protección de taludes, control de derrumbes, negativos de carretera, cárcavas avanzadas y de tipo remontante, protección de riberas, y se continuó con el mantenimiento de escalinatas como disipadoras de energía de las aguas de escorrentía y con el programa de siembra de árboles con el fin de aumentar la resistencia de los suelos a los movimientos masales, tanto en los taludes altos y bajos de la carretera y las instalaciones internas de Cenicafe.

Caracterización de la lluvia y los suelos de la zona cafetera colombiana como factores de erosión (CSU 0108). En este periodo se estudió la unidad de suelos Chuscal (*Typic eutropepts*), por ser una unidad de suelo representativa de gran parte de la Zona Cafetera Colombiana debido a su susceptibilidad alta a la erosión y movimientos masales.

Mediante el uso de un simulador de lluvias, aplicando una lluvia con una intensidad máxima de 98 mm h^{-1} , se determinaron las pérdidas por erosión en suelos de la unidad Chuscal, derivados de anfibolitas. A medida que se profundizó en el perfil del suelo la susceptibilidad de éste a la erosión aumentó debido a la disminución en el contenido de materia orgánica (Tabla 17). Con estos valores de pérdidas de suelo y de acuerdo a las propiedades físicas y químicas de éstos, la pendiente, grado y longitud de la misma, puede definirse cuál es su uso recomendable:

Uso recomendable de los suelos de la unidad Chuscal. En pendientes fuertes y debido a su susceptibilidad alta a la erosión y movimientos masales se deben establecer principalmente sistemas multistratas, tales como bosques protectores, protectores-productores, sistemas

Tabla 17. Pérdidas de Suelo por Erosión en $t \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$, en la unidad Chuscal derivado de Anfibolitas. Aguacero con intensidad de $98 mm h^{-1}$ usando simulador de lluvias (Pendiente, 70%).

Profundidad Perfil suelo (cm).	Pérdidas de suelo $t \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$	Erodabilidad (K_f) $Kg \cdot s \cdot m^{-4} \times 10^6$
0-15	6,65	0,2485
15-35	10,23	0,3821
35-100	18,26	0,6817

agroforestales, silvopastoriles o agrosilvopastoriles. Además se debe mantener una cobertura herbácea permanente protectora de los suelos contra el impacto directo de las lluvias y arrastre de sedimentos por aguas de escorrentía.

Manejo recomendable de los suelos de la Unidad Chuscal: El manejo de estos suelos cuando se les explota agrícolamente debe hacerse con cero labranza, es decir, sin disturbarlos al establecer los sistemas de producción, no desmenuarlos, es decir, mantener una protección permanente durante todo el año con coberturas vivas de protección, caso de las coberturas nobles.

Determinación del factor erodabilidad en suelos de la zona cafetera colombiana usando simulador de lluvia (CSU 0120). Con el fin de llegar a una clasificación de los suelos de la zona cafetera colombiana de acuerdo con la susceptibilidad de estos a la erosión (erodabilidad), se continuó con la determinación de dicho factor usando el simulador de

lluvias. Debido a la dificultad para realizar las determinaciones directamente en campo se inició la evaluación de otras metodologías recomendadas en el ámbito internacional, tal como el uso de muestras de suelo disturbadas, pasadas a través del tamiz No. 7/16'' (apertura de mallas de 11,2 mm) y evitar así el transporte del simulador de lluvias hasta el campo. Este método se comparó con el utilizado en anteriores trabajos, en los cuales se usaron muestras de suelo con agregados de 2 a 1mm de diámetro medio.

En muestras de suelo de la unidad Chinchiná (*Melanudands*), tomadas en la Estación Central Naranjal, con agregados menores de 11,2mm de diámetro medio, las pérdidas de suelo obtenidas con una lluvia simulada de $98 mm \cdot h^{-1}$ durante una hora, fueron similares a las obtenidas en las muestras de suelo con agregados de 2 a 1mm (Tabla 18). Los resultados preliminares confirman que el uso de muestras de suelo pasadas a través del tamiz de 11,2mm de apertura es un método que puede ser utilizado para la determinación de la

Tabla 18. Pérdidas de suelo por cada proceso. Suelos de la unidad Chinchiná *Melanudands*.

Tamaño de agregados (mm)	Proceso de pérdida de suelo			Total
	Escorrentía	Canal de escorrentía	Dispersión	
	$kg \cdot m^{-2}$			
< 11,2	0,006	0,055	0,106	0,167
2 - 1	0,005	0,082	0,081	0,168

erodabilidad del suelo en laboratorio; además, permite tener agregados de diferentes tamaños en una misma muestra de suelo, lo cual representa mejor las condiciones de campo.

Evaluación del sistema radical de cuatro especies vegetales en la estabilización de laderas de la zona cafetera colombiana (CSU 0121).

Con el fin de conocer el sistema radical de la vegetación forestal y su importancia en la estabilidad de laderas en la Zona Cafetera Colombiana, se cuantificó el refuerzo dado por las raíces de nogal cafetero (*Cordia alliodora*), guamo (*Inga codonantha*), nacedero (*Trichanthera gigantea*) y café (*Coffea arabica*) a la resistencia del suelo al cortante tangencial en tres rangos de profundidad: 10cm -20cm, 80cm -90cm y 120cm -130cm. También se evaluaron sitios libres de raíces (testigo) a las mismas profundidades y se realizaron comparaciones. El estudio se realizó en la Estación Central Naranjal en suelos de la Unidad Chinchiná (*Melanudands*) con pendiente cero y en algunos casos moderada.

En el área de distribución del sistema radical de cada árbol (3 por especie) se realizaron calicatas para aislar monolitos de suelo, en los cuales se hicieron pruebas de corte directo consolidado - no drenado, bajo deformación controlada, aplicando esfuerzos tangenciales a una tasa de corte de 0,25 - 0,33 mm.min⁻¹ hasta alcanzar el 20% de deformación unitaria. A cada muestra se le aplicó una carga normal que varió entre 22kg y 70kg. En total se hicieron 90 pruebas de corte directo. Se extrajeron muestras de raíces para correlacionar la resistencia al cortante tangencial del suelo con la densidad de raíces presentes en el plano de falla. También se determinó: la cohesión (con y sin raíces), 6 propiedades físicas y 19 índices para el suelo. Se descubrió el 50% del sistema radical de 2 árboles por especie para tomar información relacionada con: morfología y diámetro de raíces, profundidad del sistema radical y extensión de raíces laterales.

En el primer rango de profundidad (20 a 30cm), las raíces de nogal cafetero aumentaron la cohesión del suelo en 21,57kPa, con relación al suelo libre de raíces. El Índice de Ocupación,

I.O, (hace referencia al área ocupada por las raíces en el plano de falla de la muestra de suelo), para el guamo tuvo el promedio mas bajo con un valor de 0,0006 y para café el promedio mas alto con un valor de 0,0059.

En el segundo rango de profundidad (80 a 90cm), las raíces de quebrabarrigo aumentaron la cohesión del suelo en 21,57kPa. El suelo con árboles de café mostró un comportamiento muy similar al del suelo libre de raíces. En relación con el I.O, el promedio más alto fue para el quebrabarrigo con un valor de 0,0058. Para el café no se determinó este índice debido a que en muy pocos casos se encontraron raíces, las cuales en su mayoría eran de diámetros muy pequeños (menores de 0,5 mm).

En el tercer rango de profundidad (120 a 130cm), las raíces de nogal cafetero y el guamo, aumentaron la cohesión del suelo en 22,39kPa y 22,72kPa, respectivamente. El I.O tuvo su mayor promedio para el suelo con raíces de nogal cafetero, con un valor de 0,0035. Para el café no se determinó este índice (Tabla 19).

Mediante un análisis de correlación lineal simple entre la cohesión aparente (D_t , la cual se define como el incremento en la cohesión del suelo debido a la influencia de las raíces de cada especie) y el índice de ocupación (I.O), se observó una correlación directa entre las dos variables. Al comparar entre especies (Tabla 19), las raíces de nogal cafetero tuvieron un mejor comportamiento en términos de resistencia mecánica, ya que a pesar de su baja densidad de raíces por unidad de área de suelo, le transmitieron a éste una mayor resistencia al corte. Una tendencia parecida se observó para guamo, ya que, si bien la especie tuvo la menor densidad de raíces, su aporte a la resistencia del suelo fue muy cercano al promedio de quebrabarrigo, el cual tuvo una densidad de raíces por unidad de área de suelo, 3 veces mayor con relación a la del guamo y 2 veces mayor que la de nogal cafetero.

Con respecto al quebrabarrigo se observó una relación muy alta entre densidad de raíces y resistencia al corte, pues a medida que hubo mas raíces presentes en el plano de falla se

observó una mayor resistencia al corte del suelo. Para café, a pesar de su mayor densidad de raíces por unidad de área, fue mucho menor la cohesión adicional que la especie le dio al suelo, lo cual evidencia la poca resistencia mecánica de sus raíces.

Respecto a la morfología de raíces para nogal cafetero y guamo se observó un sistema radical compuesto por una raíz principal no muy profunda y un conjunto de raíces laterales que se extendían hasta más allá de la proyección de la copa (Tabla 20). La raíz principal alcanzó una profundidad máxima de 40 a 60cm, para dividirse entre 4 y 6 raíces de diámetro menor, las cuales alcanzaron profundidades mayores a 2m. Para café se encontró un sistema radical superficial de distribución radial compuesto por una raíz principal que llegó hasta aproximadamente 60cm de profundidad, y un conjunto de laterales que llegaban hasta 1,20m. Para quiebrabarrigo el sistema radical se caracte-

rizó por una serie de raíces laterales de las cuales, unas se extendían hacia los lados hasta aproximadamente 5m y otras penetraban dentro del suelo, hasta 1,6m. No se observó raíz principal.

De acuerdo con lo encontrado, se espera que en zonas muy pendientes y donde las condiciones de suelo y clima sean similares a las del sitio donde se realizó este estudio, la estabilidad del suelo en plantaciones de café asociadas con las especies estudiadas sea mucho mejor que la esperada cuando se tenga el café como único cultivo.

MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES

Selector de Arvenses. Se continuó evaluando el Selector de Arvenses con el fin de lograr una

Tabla 19. Resistencia al cortante tangencial promedio en kPa, para cuatro especies vegetales de la zona cafetera colombiana.

Especie	Profundidad (cm)							
	20-30		80-90		120-130		0-130	
	t	I.O	t	I.O	t	I.O	t	I.O
<i>Cordia alliodora</i>	55,66	0,0017	64,97	0,0015	76,00	0,0035	65,54	0,0022
<i>Inga codonantha</i>	40,29	0,0006	60,31	0,0015	76,33	0,0021	58,98	0,0014
<i>T. gigantea</i>	52,63	0,0052	70,53	0,0058	57,54	0,0024	60,23	0,0045
<i>Coffea arabica</i>	36,37	0,0059	44,38	0,0000	51,81	0,0000	44,19	0,0059
Testigo	34,16	0,0000	43,40	0,0000	53,61	0,0000	43,72	0,0000

*t: se refiere a la resistencia del suelo al cortante tangencial en kPa. Este valor también es tomado como cohesión del suelo. **I.O: Se refiere al índice de Ocupación, el cual es adimensional y se determinó mediante la relación entre el área de la sección transversal de las raíces que atravesaron el plano de falla y el área del plano de falla.

Tabla 20. Características del sistema radical de cuatro especies vegetales de la zona cafetera colombiana

Especie	Longitud media de raíces laterales (m)	Profundidad media del sistema radical (m)
<i>Cordia alliodora</i>	11,7	2,8
<i>Inga codonantha</i>	5,5	2,2
<i>Trichanthera gigantea</i>	5,0	1,6
<i>Coffea arabica</i>	1,2	0,60

eficiencia mayor y disminución de costos en el Manejo Integrado de Arvenses. Durante el año se ensayó en lotes experimentales de Cenicafé un prototipo de selector de arvenses más eficiente y resistente. Este equipo construido con tubería de polipropileno de alta densidad y 3/4 de pulgada de diámetro interno, con una capacidad de carga de 550cm³, presentó una velocidad de salida promedio de la mezcla herbicida de 10cm³/minuto. Se logró reducir de esta forma en un 60% la aplicación de herbicida con el Selector de Arvenses en Cenicafé, al pasar de 40L en el período 2000 - 2001 a 17L en este período. Durante el año las aplicaciones de herbicida con Selector se hicieron a una concentración más baja (8%) encontrando eficiencia alta en el control de arvenses agresivos.

Umbral económico para el manejo integrado de arvenses en el cultivo de café (CSU 0217).

El objetivo principal de este experimento es aplicar el concepto de umbral económico como herramienta para adoptar el Manejo Integrado de Arvenses con criterios cuantitativos, con miras a conservar los suelos y a la vez, disminuir los costos en las desyerbas. El experimento se está realizando en la Estación Central Naranjal en plantaciones de café variedad Colombia sembrados a 2x1m, dos plantas por sitio. Los tratamientos estudiados fueron cuatro especies de arvenses asociadas al cultivo del café individualmente (*Paspalum paniculatum* L., *Bidens pilosa* L., *Emilia sonchifolia* (L) DC. y *Commelina diffusa*), 4 niveles de cobertura de cada especie (25, 50, 75 y 100%) los cuales han permanecido constantes durante todo el tiempo de crecimiento del cultivo (20 meses), un tratamiento testigo libre de arvenses todo el tiempo con aplicaciones generalizadas y reiteradas de herbicida cada mes (nivel de cobertura cero) y un testigo relativo consistente en el Manejo Integrado de Arvenses (MIA) recomendado por Rivera (1994, 1997, 1999 y 2000). Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el índice de área foliar estimado (IAFe) en árboles de café de 20 meses de edad en el campo, medido indirectamente por medio del equipo Plant Canopy Analyzer LAI 2000. Por medio de análisis de varianza, regresión lineal

simple y prueba t al 5%, se analizó el efecto del nivel de cobertura de las arvenses y el MIA sobre el desarrollo vegetativo de los cafetos (IAFe). Se determinó cuantitativamente un índice de interferencia relativo para cada especie de arvense mediante comparación de los factores de pendiente (b) de las líneas de regresión, adoptando los criterios de Coble y Mortensen (1992).

Los resultados permitieron determinar que no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al índice de área foliar estimado en cafetos de 20 meses de edad, entre el tratamiento libre de arvenses todo el tiempo (3,415 en promedio) y Manejo Integrado de Arvenses (MIA, 3,408 en promedio), como se muestra en la Tabla 21 donde al comparar los dos tratamientos se observa que los promedios del nivel de cobertura cero no difieren estadísticamente del tratamiento Manejo Integrado de Arvenses (MIA) según prueba t al 5%.

El MIA fue también similar estadísticamente a las especies *C. diffusa*, *B. pilosa* en todos sus niveles de cobertura (25 al 100%) y *P. paniculatum* al 25% (Tabla 21). El MIA, difirió estadísticamente de todos los niveles de cobertura de *E. sonchifolia* (25 al 100%) y de la especie *P. paniculatum* en los niveles de cobertura 50, 75 y 100%).

El nivel de cobertura cero no difiere de ningún nivel de cobertura (25% al 100%) de las especies *P. paniculatum* y *B. pilosa*, ni con la especie *C. diffusa* en los niveles de cobertura 25% y 50% (Tabla 21). El nivel de cobertura cero difiere con todos los niveles de cobertura de *E. sonchifolia* (25% al 100%) y con *C. diffusa* al 75% y 100%, estos últimos a su vez, no difirieron del MIA. El nivel más bajo de IAFE por planta de café (0,98) se obtuvo con la especie *E. sonchifolia* al 100%. Los niveles de cobertura 25 al 100% de las especies *P. paniculatum*, *B. pilosa* y *C. diffusa* no presentaron diferencias estadísticas entre sí, según prueba t al 5%. Independiente de la especie de arvense, a medida que aumenta el nivel de cobertura de éstas en las calles del cultivo, se presenta una tendencia a disminuir el desarrollo vegetativo de

los cafetos (IAFe) (Figura 17). Aunque existe una correlación lineal inversa altamente significativa ($r = -0,53$ $Pr > F < 0,0001$) entre el índice área foliar estimado por árbol de café

y el nivel de cobertura de las arvenses presentes en las calles del cultivo, las arvenses evaluadas difieren en su capacidad de interferencia (Figura 18). El índice de interferencia se

Tabla 21. Efecto de diferentes niveles de cobertura de arvenses y el MIA sobre el índice de área foliar estimado promedio (IAFe) por planta de café.

Nivel de cobertura de arvenses (%)	<i>P. paniculatum</i>	<i>C. diffusa</i>	<i>B. pilosa</i>	<i>E. sonchifolia</i>	Promedio 0 - MIA
IAFe por planta de café					
0	3,78ab*	2,57 a	3,65 a	3,66 a	3,415
25	3,16ab	2,14ab	2,83 a	1,97 bc	
50	3,05 b	2,11ab	2,65 a	2,24 b	
75	2,77 b	1,81 b	2,53 a	1,35 bc	
100	2,73 b	1,75 b	2,46 a	0,98 c	
MIA	4,25a	2,25ab	3,23 a	3,89 a	3,408

*Valores acompañados con letras iguales entre niveles de cobertura son similares estadísticamente según prueba t al 5%

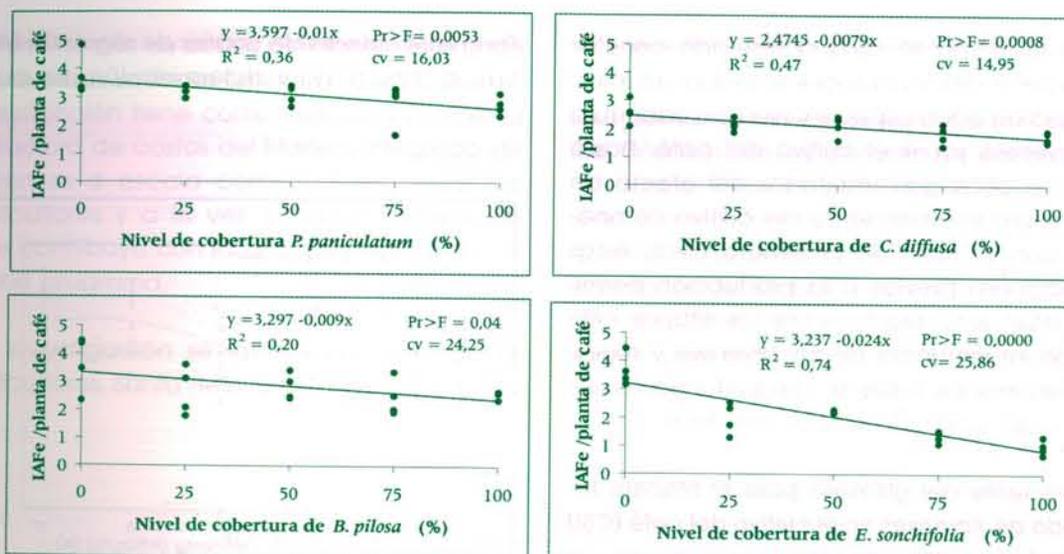


Figura 17. Efecto del nivel de cobertura de cuatro especies de arvenses sobre el índice de área foliar estimado del cultivo del café.

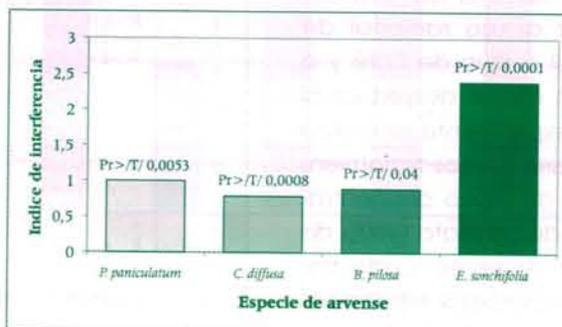


Figura 18. Índice relativo de interferencia de cuatro especies de arvenses en el cultivo del café. (Si $Pr > /T/ \leq 0,01$ el índice es estadísticamente altamente significativo, si $0,01 < Pr > /T/ \leq 0,05$ el índice es estadísticamente significativo).

explica como el factor pendiente (b) por 100, de la curva de regresión lineal ($y=a-bx$). A mayor pendiente (b) mayor va a ser la disminución de IAFE (y) por unidad de cobertura de arvenses (x) y por tanto, mayor será la interferencia de la arvense con el cultivo.

En la Figura 18 se observa como *E. sonchifolia* presenta un índice de interferencia de 2,4 el cual es mayor que el de *C diffusa* (0,8), *B. pilosa* (0,9) y *P. paniculatum* (1,0); es decir, que *E. sonchifolia* ejerce en promedio un 60% más de interferencia que las otras tres arvenses. La arvense de menor interferencia es *C. diffusa* considerada como arvense noble y de protección del suelo contra la erosión. Es posible que el grado de interferencia de *E. sonchifolia* ocurra por efectos alelopáticos.

Hasta el momento sería apresurado concluir de manera definitiva sobre el grado de interferencia de cada especie y nivel de cobertura de arvenses sobre el cultivo del café, hasta tanto se obtengan resultados del efecto de éstas sobre el rendimiento del cultivo comparado con el nivel de cobertura cero; estas evaluaciones previas a la producción permiten hacer seguimiento sobre las etapas críticas de interferencia de las arvenses y muestran tendencias sobre el comportamiento del cultivo del café en asocio con éstas.

Uso eficiente del glifosato para el Manejo Integrado de Arvenses en el cultivo del café (CSU 0222). El objetivo de este experimento es optimizar la concentración del herbicida glifosato aplicado con el Selector de Arvenses con el fin de contribuir al uso racional de herbicidas químicos en el cultivo de café y a la vez, reducir los costos de las desyerbas al caficultor. La Fase I del experimento se realizó en la Estación Central Naranjal. Los tratamientos fueron, la aplicación de cinco concentraciones (2, 4, 6, 8 y 10%) de glifosato (480g de i.a/L), con el Selector de Arvenses. Cada tratamiento se aplicó en diez parcelas experimentales de café variedad Colombia de 6 meses de edad con una distancia de siembra de 1,5m x 1m. El tamaño de la parcela fue de 200m², para un total de 50 parcelas y un área expe-

rimental total de 1ha. El diseño del experimento fue completamente aleatorizado. A los 20 días después de la aplicación se evaluó el porcentaje de control de arvenses. Por medio de análisis de regresión lineal simple y primera derivada de la función obtenida se determinó la concentración de herbicida más apropiada. La fase II del experimento se está realizando en Cenicafé. En ésta se evaluó el efecto de una lluvia simulada de 30mm/h, aplicada en varios períodos de tiempo (0,5, 1, 2, 4 y 6 horas) después de la aplicación de herbicida con el selector de arvenses. Cada tratamiento se realizó sobre una población mixta de arvenses en estado vegetativo establecidas en bandejas de 0,1m². Se comparó el porcentaje de control de arvenses con un tratamiento sin lluvia. El diseño de esta fase fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones.

En la Fase I mediante análisis de regresión lineal simple (Figura 19) y determinación del punto

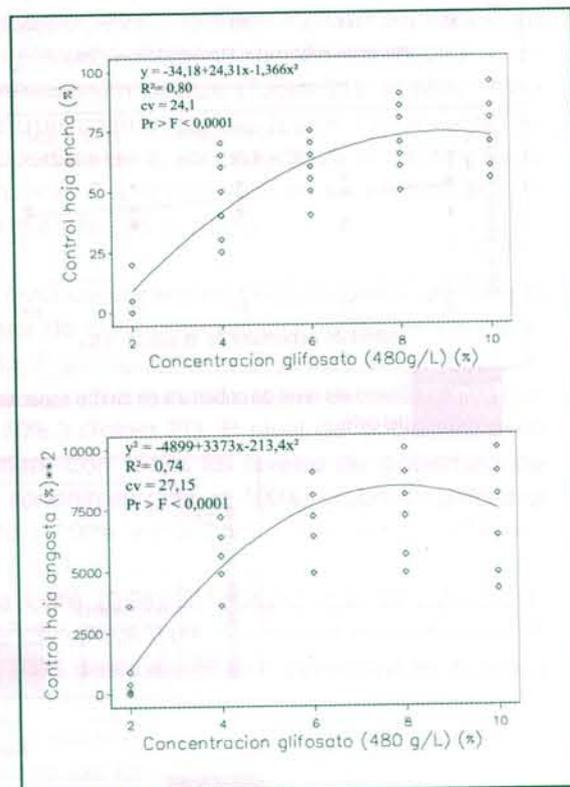


Figura 19. Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de glifosato con Selector de Arvenses sobre la eficacia del control. (Hoja angosta: Gramíneas y Ciperáceas; hoja ancha: en su mayoría arvenses dicotiledóneas)

de inflexión de la curva mediante la primera derivada de la función obtenida, se encontró que se puede lograr un control efectivo de arvenses de hoja ancha (dicotiledoneas) con el Selector a una concentración del 9% y de hoja angosta (gramíneas y cyperáceas) a una concentración del 8%.

En la Fase II se encontró que una lluvia de 30mm/h solo afecta la aplicación, si ésta ocurre a los 30min después de la aplicación de herbicida (Figura 20). En la misma figura se observa, como únicamente, la lluvia simulada de 30mm/h ocurrida 30 minutos después de la aplicación difiere estadísticamente del tratamiento testigo (sin lluvia), el mismo aguacero ocurrido después de 1h no afecta significativamente la eficacia del control según prueba *t* al 5%.

Determinación de costos del Manejo Integrado de Arvenses en fincas cafeteras (CSU 0223). Esta investigación tiene como objetivo conocer la estructura de costos del Manejo Integrado de Arvenses a escala comercial en fincas de caficultores y a la vez, producir información que contribuya con la difusión y adopción de dicho programa.

La investigación se instaló en 5 fincas de caficultores: Santa Helena 1, La Gitana y Santa

Helena 2, ubicadas en las veredas la Floresta, la Quebra y Guayabal, en el municipio de Chinchiná, El Rodeo y La Playa, ubicadas en las veredas Cartagena en Palestina y El Jazmín en Santa Rosa de Cabal, respectivamente.

El experimento consta de dos tratamientos: El primero, el establecimiento del Manejo Integrado de Arvenses, en lotes de café variedad Colombia de mínimo 0,25ha con densidades entre 6.500 y 8.000 plantas / ha, desde el momento de la siembra o zoqueo y hasta el tercer año de edad. El segundo, el Manejo Tradicional de Arvenses, en lotes de café variedad Colombia de mínimo 0,25ha con densidades entre 6.500 y 8.000 plantas / ha, desde el momento de la siembra o zoqueo y hasta el tercer año de edad, de acuerdo con los criterios del caficultor (Tabla 22).

El trabajo se está realizando en conjunto con los propietarios y/o administradores de las fincas donde se tienen las parcelas y el Servicio de Extensión de los comités de cafeteros de Chinchiná, Palestina y Santa Rosa de Cabal. De esta manera se pretende que los extensionistas y caficultores se enteren por sí mismos de las bondades del Manejo Integrado de Arvenses, se sensibilicen, se capaciten y así se pueda lograr una mayor adopción del programa. Adicionalmente, en la Estación Central Naran-

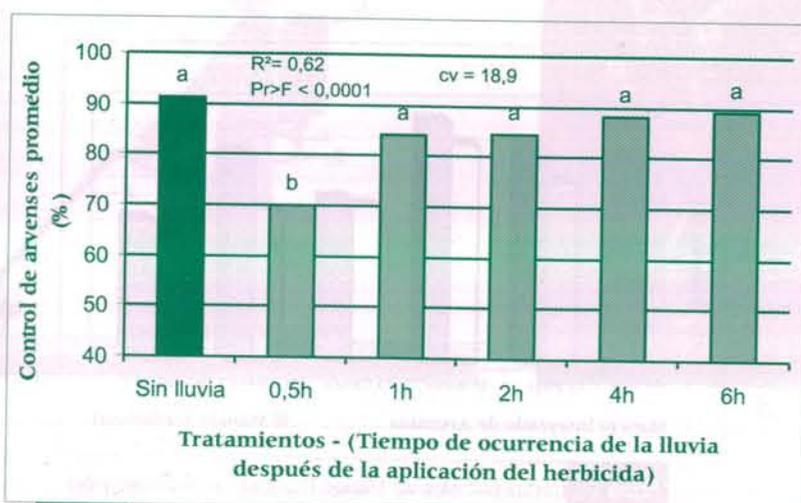


Figura 20. Efecto de una lluvia simulada de 30mm/h sobre el control de arvenses con selector. (Tratamientos acompañados con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba *t* al 5%).

jal se están manejando bajo este programa (MIA), tres lotes de café variedad Colombia sembrados en octubre de 2001 a una distancia de 1,0m x 1,3m con una extensión total de 10ha.

Parcialmente, después de seis meses de iniciado el programa se ha encontrado una reducción en los costos del manejo de las arvenses del 17,02% en la finca La Playa; 9,68% en El Rodeo; 4,32% en La Gitana; 27,97% en Santa Helena (Floresta) y 11,28% en Santa Helena (Guayabal) con la adopción del MIA (Figura 21).

Estos resultados muestran que el manejo integrado de arvenses es una tecnología que disminuye los costos de producción al compararla con los diversos sistemas de manejo que realiza tradicionalmente el caficultor. También se observa que los costos del MIA pueden variar de una región a otra, dependiendo de la población inicial de arvenses agresivas y nobles, de la presencia de arvenses problema y la pendiente del terreno, entre otros.

Los resultados confirman que el establecimiento del MIA, es un proceso que a través del

Tabla 22. Tratamientos del Manejo Tradicional del caficultor en cada una de las fincas.

Finca	Labores del Manejo Tradicional
1	Control mecánico con machete y control químico tipo calendario.
2	Control mecánico con guadaña dejando totalmente desnudo el suelo y plateo manual
3	Control químico general tipo calendario
4	Un plateo manual inicial, luego control químico general con boquilla marcadora tipo calendario
5	Plateo manual, control mecánico con machete dejando totalmente desnudo el suelo y control químico general con Selector de arvenses.

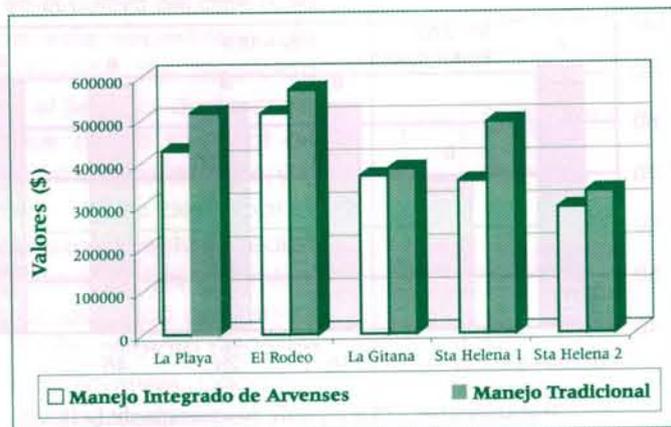


Figura 21. Costos parciales del Manejo Integrado de Arvenses y del Manejo Tradicional de Arvenses en cinco fincas cafeteras, después de seis meses de iniciado el programa (valores en pesos a octubre de 2002)

tiempo permite disminuir los costos del manejo de las arvenses, favorecer el establecimiento de una cobertura noble en el suelo y a su vez, proteger los suelos de la erosión.

Control selectivo de arvenses por medio de electrocución CSU 0220. Este experimento se inició con el propósito de crear tecnologías limpias que permitan establecer un manejo racional, selectivo y oportuno de las arvenses asociadas al cultivo del café, y con el fin de llevar al agricultor a adoptar prácticas sencillas, eficientes y de costo bajo que faciliten el mejor uso, manejo y conservación de los recursos (suelos y aguas) de las fincas cafeteras, como estrategia que conlleve a disminuir el uso de herbicidas químicos y a mantener una caficultura sostenible. En este sentido, se busca ofrecer al caficultor una herramienta novedosa para el control selectivo de arvenses por medio de electrocución en cultivos de café. El experimento se viene desarrollando en la sede de Cenicafe, los laboratorios de electricidad de la Universidad Nacional sede Manizales y la Estación Central Naranjal. Para cumplir acertadamente con los objetivos se dividió el experimento en tres etapas: diseño, construcción y evaluación del prototipo.

En la etapa de diseño se analizaron los circuitos eléctricos propuestos con el programa de análisis y simulaciones PSpice[®] y se obtuvo el esquema de la forma y tamaño del dispositivo final (Figura 22a). En la etapa de construcción (Figura 22b) se tuvieron en cuenta factores de seguridad en cuanto a la manipulación de equipo eléctrico de alto voltaje, referente a la utilización de valores permitidos (no letales ni nocivos para las personas) de corriente eléctrica y frecuencia de operación en el prototipo. En el diseño como en la construcción del dispositivo, se utilizaron elementos eléctricos de bajo consumo de potencia, fácil adquisición y bajo costo, contando además con un circuito eléctrico de sencilla operación y funcionamiento.

Se realizaron evaluaciones sobre distintas especies de arvenses en estado de crecimiento vegetativo entre 5 y 10 cm de altura en materas de 0,1m², cada una. Las especies predominantes fueron *Bidens pilosa*, *Emilia sonchifolia* y *Sida acuta*. Se evaluó el efecto de la duración del tratamiento por arvense (2, 4, 6 y 8 segundos) sobre el porcentaje de control de éstas. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones para cada

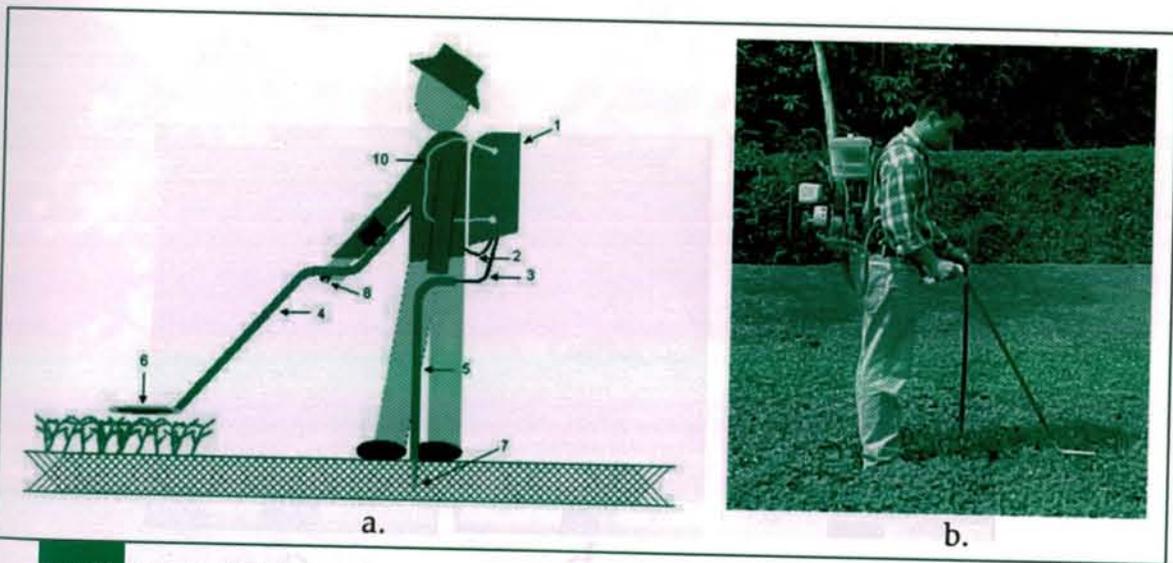


Figura 22. a). Diseño inicial planteado del dispositivo cargado en la espalda del operario y conformado por una unidad generadora-elevadora (1), mangueras dieléctricas (2 y 3), tubería dieléctrica (lanzas) (4 y 5), electrodo de contacto (14), electrodo de puesta a tierra (13), interruptor de funcionamiento (8) y arnés de sujeción (10). b). Prototipo para el control de arvenses por medio de electrocución.

tratamiento. Los resultados se interpretaron según análisis de varianza, prueba de comparación *t* al 5% y análisis de regresión simple.

En cada una de las bandejas tratadas se observó un efecto inmediato de colapso, encojimiento y variación del color propio de la planta. Además, se encontró que la eficacia de los tratamientos para control de arvenses está directamente relacionada con la duración de los mismos (Figura 23 y Tabla 23). Es decir, la eficacia (% de control de arvenses) guarda estrecha relación con la cantidad de energía aplicada en los tratamientos; debido a que se trabajó con una potencia constante, el tiempo de duración en la aplicación fue la variable que modificó dicha eficacia.

Se observa en la Figura 24, la bandeja antes del tratamiento, contra la misma bandeja después de aplicado un tratamiento de 8 segundos de duración sobre cada arvense.

Hasta ahora los resultados evidencian el gran potencial que tiene el uso directo de la electricidad para el manejo ecológico de arvenses.

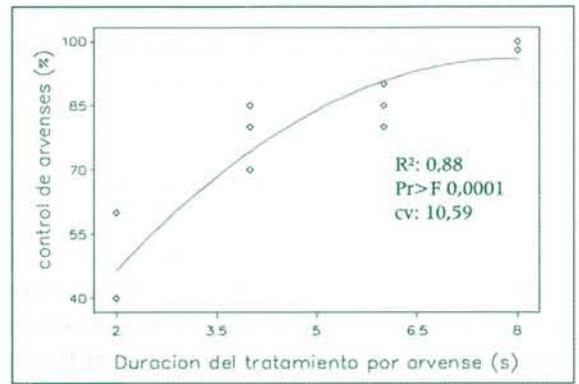


Figura 23. Análisis de regresión lineal simple entre la duración del tratamiento y el porcentaje de control de arvenses

Tabla 23. Efecto de la duración del tratamiento sobre el porcentaje de control de arvenses

Duración del tratamiento por arvense (s)	Control de arvenses (%)
2	45,00 a
4	78,75 b
6	86,25 b
8	98,17 b

*Valores con letras iguales no presentan diferencias significativas estadísticamente, según prueba *t* al 5%

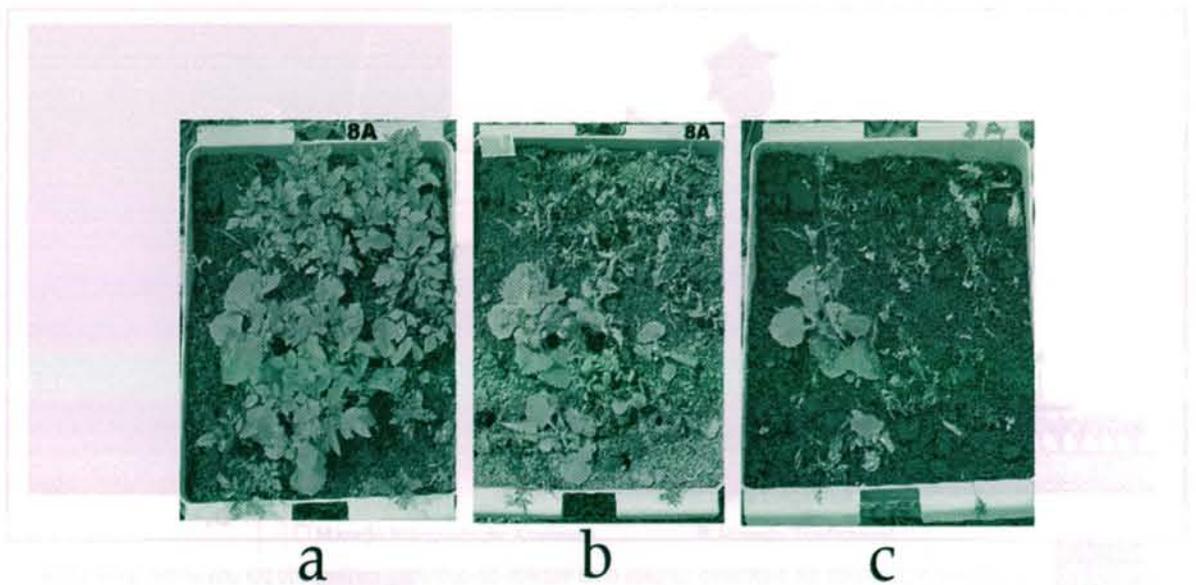


Figura 24. Efecto del tratamiento (8 segundos/arvense) sobre el control de arvenses. a) Bandeja a antes del tratamiento, b) Bandeja 30 minutos después aplicado el tratamiento y c) Bandeja 11 días después de aplicado.

Biología



Publicación de la
Asociación de
Escuelas de
Ciencias de
Chile

Comité de
Editores
Presidente
Vicepresidente

ENTOMOLOGÍA

Colección de insectos de la zona cafetera. Con el objeto de contribuir al conocimiento de la fauna de artrópodos de la zona cafetera, en el Museo Entomológico "Marcial Benavides" de Cenicafe, en este período se procesaron 1.200 insectos distribuidos en 80 familias y 200 especies, la gran mayoría no identificadas. Los órdenes con mayor número de especies fueron: Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera y Phasmatodea. De estas 200 especies, el 15% corresponden a insectos parasitoides, el 14% a polinizadores, el 5% a depredadores, el 3% a descomponedores de materia orgánica, y el 63% son insectos de hábitos fitófagos especialmente plagas.

Complementario a la colección de insectos asociados a los cultivos de la zona cafetera se terminó el inventario de las especies de mariposas diurnas del Recinto del Pensamiento "Jaime Restrepo Mejía" las cuales se ingresaron a la colección. Se registraron 129 especies distribuidas en cinco familias: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Hesperidae y Lycaenidae. La familia con mayor número de especies fue Nymphalidae con 75, distribuidas en nueve subfamilias (Acraeinae, Brassoliniinae, Charaxinae, Danainae, Heliconiinae, Ithomiinae, Melitinae, Morphinae y Nymphalinae). Seguida por Hesperidae con 21 especies distribuidas en la subfamilia Hesperinae. Luego, Lycaenidae con 18 especies pertenecientes a dos subfamilias (Teclinae y Riodininae), Pieridae con 12 especies en tres subfamilias (Coliadinae, Dismorphiinae y Pierinae) y por último la familia Papilionidae con tres especies de la subfamilia Papilioninae.

Insectos plagas de forestales. En plantaciones forestales se registraron insectos de importancia económica. En el Aliso *Alnus acuminata*, se registró la especie *Corthylus* sp. (Coleoptera: Scolytidae) posiblemente como nueva especie. En *Schizolobium parahyba* (Tambor) se registraron las especies: *Hepialus* sp. (Lepidoptera: Hepialidae), *Xyleborus ferrugineus* (Coleoptera: Scolytidae) y *Deliathus quadritaenator*. (Coleoptera: Cerambycidae) este último con una incidencia del daño del 80%.

Registros de entomopatógenos. De los insectos que llegan a la colección se registraron 10 aislamientos de los hongos entomopatógenos: *Metarhizium anisopliae* (Metch.) sobre larva de *Papilio polyxenes*, adultos de *Atta cephalotes* y *Cyclocephala* sp.; *Verticillium* sp. sobre adulto de Coleoptera: Carabidae y ninfa de *Coccus* sp.; *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., en adultos de Coleoptera: Bostrichidae, Homoptera: Cicadellidae, Homoptera: Cercopidae y larva de *Danaus plexippus* y el hongo *Fusarium* sp. sobre adultos de Homoptera: Aphididae. Estos hongos atacan de forma natural los diferentes estados de desarrollo de los insectos.

Adicionalmente se realizaron cuatro aislamientos de los hongos fitopatógenos: *Fusarium* sp1, *Fusarium* sp2 y *Fusarium* sp3 y una especie de *Ceratocystis* sp. Estos hongos presentan una relación simbiótica con *Corthylus* sp. Coleoptera: Scolytidae, barrenador de troncos de aliso (*Alnus acuminata*).

Manipulación de hormigas depredadoras, para el control de la broca del café. Se hallaron 11 especies que guardan relación con la broca del café de las cuales, *Crematogaster* sp1, *Cardiocondyla* sp, *Solenopsis* sp1, y *Wasmannia auropunctata*, fueron vistas anidando en frutos brocados en las ramas. *Brachymyrmex* sp y *Azteca* sp se observaron refugiándose en frutos brocados, *Pheidole* sp1 ingresando a frutos brocados en el suelo y *Pheidole* sp2 y *Pheidole* sp3 transportando adultos de broca en el suelo.

En cuanto a *Gnamptogenys* pos. *sulcata* se les observó transportando adultos de broca del suelo y en sus nidos se encontraron restos de brocas muertas y de otros pequeños coleópteros. De estas especies *Cardiocondyla* sp, *S. geminata* Fabricius, *Pheidole* sp2, *Pheidole* sp3 y *Gnamptogenys* pos. *sulcata* mostraron en el laboratorio alguna capacidad de predación sobre la broca. Se escogieron para dar continuidad al estudio las hormigas *S. geminata* y *Gnamptogenys* pos *sulcata*. Inicialmente se llevaron a cabo pruebas de preferencias de alimento en laboratorio en las que contabilizaron el número de visitas con fines de consumo. Las fuentes fueron: Adultos vivos de broca,

frutos brocados, insectos muertos y collinos de café infestados con cóccidos. Se encontró que *Gnamptogenys* sp prefiere depredar adultos de broca y adultos en frutos brocados en posiciones iniciales A y B con los mayores promedios, oscilando entre 30,81 y 13,56 visitas, respectivamente. En cuanto a *S. geminata* mostró preferencia por insectos muertos y adultos de broca con promedios del 82,78 y 16,17 visitas, aunque se observó en el tiempo un incremento en el promedio de visitas a la fuente, cafetos con cóccidos, con valores promedios de 9,78 visitas.

Posteriormente se desarrolló una prueba de predación de broca con la hormiga *Gnamptogenys* sp bajo condiciones controladas de infestación utilizando dos tratamientos (t): t1 con hormigas y t2 Testigo, donde se evaluaron cuatro colonias y cuatro testigos, cada uno con cuatro ramas simulando cuatro tiempos de penetración de broca (posiciones A, B, C y D). Los resultados indican que esta hormiga tiene un efecto importante al preda adultos de broca en posiciones A y B, mostrando los mayores promedios de ausencia en estas posiciones (0,53 a 0,84 ausencias, respectivamente), mientras que en los tratamientos sin hormigas fueron de tan solo 0,20 a 0,29 ausencias para A y B. No obstante se pudo conocer que el impacto de las predaciones no afecta el promedio total de estados biológicos vivos finales en los frutos los cuales fueron de 4,90 a 11,37 estados en el tratamiento y de 5,13 a 11,23 estados en el testigo.

Finalmente para la hormiga *S. geminata* se diseñó un ensayo en el invernadero utilizando seis cafetos productivos de 31 días de infestación artificial para dos tratamientos, de los cuales tres se conectaron a formicarios (t1) y tres se dejaron como testigos (t2), sin contacto con hormigas. En la gotera de cada cafeto se ubicó una bandeja con frutos brocados tomados del campo, simulando frutos brocados en el piso. Se observó que aunque *S. geminata* sube con mucha frecuencia a cafetos con frutos infestados artificialmente y llega hasta frutos infestados del suelo, finalizados los 19 días de evaluación no hubo diferencias en los promedios de las poblaciones de broca presentes.

Para los frutos en las ramas esta variable osciló entre un promedio de 8,57 a 10,71 estados para el tratamiento y el testigo respectivamente, mientras que para los frutos en el piso se hallaron valores promedios correspondientes a 9,60 y 15,23. Se concluye en este estudio que el efecto individual de hormigas sobre poblaciones de broca no afecta de manera importante a la plaga y se sugieren más estudios que muestren si las hormigas como grupo en general puede tener un efecto importante sobre las poblaciones de broca del café.

Efecto de insecticidas en la entomofauna de la zona cafetera. Se terminó la primera actividad (muestreo exploratorio) de este estudio, colectándose 808 individuos de Coleoptera: Scarabaeidae, pertenecientes a siete géneros y ocho especies. De acuerdo al índice de riqueza de Margaleff no hubo diferencias en el número de especies. El número de individuos fue mayor en los sistemas sin aplicación de insecticidas con 624 individuos (369 bajo sombrío y 255 a libre exposición). La distribución de las abundancias entre las especies es más equitativa en los sistemas con aplicación de insecticidas, porque la dominancia la comparten varias especies, contrario a lo que ocurre en los sistemas sin aplicación.

Del grupo Hymenoptera: Formicidae se colectaron 23.939 individuos distribuidos en 68 especies. De acuerdo al índice de Margaleff existe mayor riqueza de especies en los sistemas de producción sin aplicación de insecticidas; con sombrío con 47 especies, y a libre exposición con 44 especies. En cuanto a la abundancia es mayor en los sistemas de producción sin aplicación de insecticidas con 13.584 individuos, en comparación con los sistemas de producción con aplicación de insecticidas con un total de 10.355 individuos.

Identificación y caracterización de genes de resistencia al insecticida endosulfan en poblaciones de broca de Colombia. No se conoce la secuencia completa de los genes *rdl* causantes de la sensibilidad o resistencia al insecticida endosulfan en la broca del café. Sin embargo, esta secuencia es conocida en otros insectos. Haciendo una comparación de las

secuencias en estos insectos se determinó cual es la secuencia consenso para este gen. Con base en esta secuencia se diseñaron 2 oligonucleotidos con el fin de que amplificaran una banda de 623 pb (pares de bases) correspondiente a parte del gen *rdl* en la broca del café. A partir de esta banda se podrá amplificar la región que contiene la mutación causante de la resistencia, la cual consiste en el cambio de una base. Con este propósito se aisló DNA de brocas extraídas de frutos de café provenientes de un lote con registros de disminución del 50% en el control de la broca empleando endosulfan y un lote de la colección de café en Cenicafe, el cual no ha sido asperjado con insecticida. Cuando el DNA fue sometido a la amplificación por PCR usando los oligonucleótidos diseñados, se logró la amplificación de la banda de 600 pb en las dos poblaciones de insectos. Esta banda junto con una de alrededor de 500 pb fue eluida y clonada en el vector pGEM-T easy y está lista para ser secuenciada. Los resultados de secuenciación nos permitirán determinar la secuencia exacta del gen y si el cambio que causa la resistencia o algún otro cambio está presente en las diferentes poblaciones analizadas. Luego de tener los resultados de la secuencia, se pasará a analizar si es posible desarrollar un sistema rápido de diagnóstico de la resistencia.

Monitoreo de poblaciones de broca con trampas de alcohol. La captura de adultos de la broca del café en los sitios de estudio utilizando trampas de alcohol demostró que existe una población de broca en tránsito, que es independiente de la edad del cultivo en producción. Los resultados confirman que las mayores poblaciones se presentan en las épocas de lluvias que preceden un período seco. La broca en tránsito es el resultado de los frutos brocados dejados secos en los árboles y caídos en el suelo en la cosecha anterior y que durante ese tiempo seco pudieron incrementar su población. La reducción de las capturas a través de la época de lluvia puede ser un claro indicio de que la broca agotó sus reservas de alimento en los frutos, o del ataque de competidores y enemigos naturales, o del proceso de descomposición de los frutos por el exceso de humedad. De acuerdo con los

objetivos del experimento de mantener un sistema de alarma a los cafeteros estableciendo las épocas de mayor emergencia, la tendencia de los resultados indica que se cumple este propósito y que si los cafeteros hacen seguimiento a la población de la broca es posible reducir significativamente su daño, tomar medidas oportunas de manejo y reducir los costos de control.

Nuevo modelo de trampa para la captura de adultos de broca. La evaluación del nuevo modelo de trampa de alcohol, Cenicafe 2, basado en el mismo principio que la trampa Cenicafe demostró que es más eficiente 3.3 veces en la captura de la broca y en los costos es aproximadamente tres veces más económica. Además, es simplificada por la utilización de menos número de partes y reduce las labores de mantenimiento y reparación. Este modelo denominado Cenicafe 2 puede contribuir a que los caficultores dispongan de esta trampa para el seguimiento de las poblaciones de la broca y establezcan las épocas de mayor tránsito, el origen de las poblaciones y de esta forma poder hacer manejo oportuno que permita mantener las poblaciones en niveles reducidos.

Evaluación de métodos para cuantificar poblaciones de broca a través de muestreos. Se llevó a cabo una investigación para comparar dos planes de muestreo, uno basado en el método de las 30 ramas por hectárea, contando todos los frutos de la rama y los frutos brocados por rama, y otro denominado el plan de muestreo de los frutos brocados que es similar al anterior pero en vez de contar los frutos, se tiene una medida estándar que marca en la rama una población de 50 frutos y sobre esta medida solo se cuentan los frutos brocados.

Los resultados mostraron que para las siete evaluaciones realizadas el plan de muestreo de las ramas no fue estadísticamente diferente del plan de los frutos brocados realizado en una rama con una medida que asegura 50 frutos, con la ventaja de que este último se realiza en un tiempo menor. Se determinó que el tiempo empleado para esta evaluación fue en promedio de 23.2 minutos comparado con el em-

pleado por el de las ramas que fue de 37,3 minutos, significando esto un ahorro en tiempo cercano al 38%.

Con el fin de determinar si existían diferencias debidas a la medición en poblaciones diferentes de frutos para cada uno de los planes de muestreo, se optó después de la tercera evaluación en realizar el muestreo en las ramas en el mismo sitio para cada uno de los métodos. Sin embargo, la información obtenida indica que la variación encontrada es igual a la hallada cuando se hacen las mediciones en poblaciones diferentes.

Con esta variación al método tradicional de las 30 ramas en una hectárea de 5.000 árboles, en las cuales el evaluador no tiene necesidad de contar el total de frutos sino sólo el número de frutos brocados presentes en una distancia de medida de 25cm, es posible reducir el tiempo empleado en estas actividades.

Investigación Participativa con Agricultores (IPA) en el manejo integrado de la broca del café en Colombia. El proyecto de Investigación Participativa con Agricultores en relación con el Manejo Integrado de la broca del café en Colombia fue financiado por el Convenio ICO - CFC - CABI Bioscience - FEDERACAFÉ, entre abril de 1998 y marzo de 2002 y arrojó los siguientes resultados:

1. Caficultores. El proyecto se realizó en 120 fincas de pequeños caficultores localizadas en los municipios de Belalcázar, Riosucio y Viterbo en el departamento de Caldas; Buenavista, Montenegro y Quimbaya en el departamento del Quindío; Balboa, Santa Rosa de Cabal y Santuario en el departamento de Risaralda y en la sede de Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

2. Prácticas de manejo integrado. Con los pequeños caficultores se desarrollaron muchos ensayos y estudios de caso enmarcados en los siguientes temas: aspectos socioeconómicos, adopción de los componentes del MIB, comprensión de las tecnologías del MIB, estudios de muestreo y monitoreo, dinámica de penetración de la broca, control

cultural, control biológico, control en cosecha y postcosecha, control químico y control en lotes renovados.

3. Perfil de los caficultores: El 85% eran hombres y 15% mujeres (mujeres cabeza de familia que administran sus fincas). El 96% de ellos son personas mayores de 30 años de edad. El 98% saben leer y escribir. El 78% de las familias están integradas por menos de 5 personas. El 85% de los caficultores participan en grupos de trabajo con diferentes instituciones. El 55% hacen uso del crédito bancario. El 72% poseen menos de 5 hectáreas de tierra y el 19% entre 5 y 10 hectáreas. 77% de las fincas tienen menos de 5 hectáreas en café, ratificando su condición de pequeños caficultores. El 67% de las fincas tienen entre 3 a 5 lotes de café de diferentes edades. El 96% de los caficultores son propietarios de sus fincas. El 68% de las fincas poseen una caficultura tecnificada, el 23% están en proceso de tecnificación y el 9% es completamente tradicional.

4. Diagnóstico participativo. Al inicio del proyecto 1998, la mayoría de los caficultores estaban realizando una o más prácticas del manejo integrado de la broca (MIB). El 95% realizaban el Re - Re, pero con una eficiencia regular o mala. El 85% no realizaban los muestreos de broca. El 47% registraban las floraciones. El 80% aplicaban insecticidas. Realizaban entre 1 a 4 aplicaciones al año, el 85% aplicaba en forma generalizada. El 70% aplicaba endosulfan, el 20% clorpirifos. El 80% había aplicado el hongo *B. bassiana*, pero al momento del diagnóstico sólo el 18% lo estaban usando.

El 15% conocía los parasitoides y los habían liberado en alguna ocasión. El 91% no realizaban medidas de control en cosecha y en postcosecha. Se clasificaron los principales problemas que los caficultores enfrentaban en el uso de los componentes del MIB. Se realizaron talleres de capacitación para nivelar los conocimientos y se realizaron diferentes experimentos en las fincas a manera de estudios de caso, utilizando la metodología "aprender haciendo", para facilitar una mayor comprensión y crítica de las tecnologías del MIB evaluadas por ellos.

5. Actividades. Se realizaron 18 giras a fincas y Subestaciones Experimentales de Cenicafé, 33 talleres, 15 días de campo, 13 intercambios veredales, 3 encuentros entre caficultores experimentadores. Permanentemente se realizaron visitas a las fincas de los pequeños caficultores, además se realizaron prácticas de capacitación en el cultivo del café y el manejo de la broca con niños y jóvenes de escuelas y colegios rurales.

6. Encuentro de Caficultores Experimentadores. El primer encuentro se realizó en noviembre de 1999 con la participación de 18 caficultores representantes de las veredas de trabajo IPA - MIB, en la Subestación Experimental "La Catalina", Pereira, Risaralda. El segundo encuentro se realizó en diciembre del 2000, en la Fundación "Manuel Mejía", en Chinchiná, con la participación de 30 caficultores. El tercer encuentro se realizó en noviembre del 2001, en la Fundación "Manuel Mejía", con la participación de 25 caficultores. En estos encuentros se abrió un espacio para que los caficultores compartieran sus experiencias de campo relacionadas con los ensayos sobre el MIB realizados en sus fincas.

7. Intercambios veredales. Los caficultores tuvieron la oportunidad de viajar y conocer otras veredas donde Cenicafé estaba desarrollando el proyecto IPA - MIB. Intercambiaron experiencias e ideas con otros caficultores, además cada grupo de caficultores se encargó de hacer los preparativos para recibir las visitas de los otros grupos veredales.

8. Investigaciones. En total se realizaron 18 trabajos de investigación clasificados así: 16 Estudios de Caso relacionados con las tecnologías del MIB, un estudio de aspectos socioeconómicos de los caficultores y cambios en la adopción del MIB, un estudio sobre el grado de comprensión de los caficultores y entre otros estudios se tienen sobre la dinámica de penetración de la broca, biología de *Phymastichus coffea* en campo, establecimiento de *P. coffea*, control de broca en beneficio, uso de atrayentes basados en alcoholes y control de broca en lotes renovados por zoca, entre otros.

9. Penetración de la broca en frutos. El seguimiento de poblaciones de broca en cafetales mostró que existe una relación inversa entre las posiciones AB (la broca iniciando el ataque al fruto de café) y CD (la broca ha perforado la almendra de café). Se encontraron tres patrones de las posiciones de la broca, los cuales obedecen a factores climáticos y no a condiciones agronómicas del cultivo, y son independientes de la infestación. Por tanto, es necesario registrar las floraciones, evaluar periódicamente las poblaciones de broca y conocer las posiciones de la broca en los frutos, para que los caficultores puedan tomar medidas de control acertadas y oportunas.

10. Monitoreo de la broca con atrayentes. Las trampas de alcohol sirven como un termómetro que le indican al caficultor las épocas de mayor emergencia y tránsito de la broca en los cafetales. El uso de trampas como medida de control no tiene ningún efecto en la reducción de las poblaciones de broca. Únicamente sirve para hacer monitoreo de las poblaciones. Por tanto, pueden ayudar en la toma de decisiones para el control de la plaga.

11. Control cultural. El Re - Re continúa siendo el componente más importante del MIB. El dinero que invierte el caficultor en esta labor (costo de recolección, beneficio y transporte) es recuperado al momento de vender el café pergamino. Esta práctica de control realizada oportuna y eficientemente le permite al caficultor regular las poblaciones de broca a lo largo del año y obtener café pergamino seco de buena calidad.

12. Enemigos de la broca. En relación con los enemigos naturales de la broca, los estudios realizados en el proyecto hacen un aporte valioso al conocimiento básico y aplicado del parasitoide *Phymastichus coffea*. La biología de este parasitoide se estudió en tres altitudes: 1.200, 1.400 y 1.800 m. Por tanto, su rango de adaptación esta enmarcado dentro de las zonas cafeteras colombianas. Después de 18 meses de haber sido liberado el parasitoide en diferentes fincas del Eje Cafetero se ha encontrado en el 87% de los predios. Los

resultados indican que el parasitoide se está adaptando y estableciendo en las condiciones de la caficultura colombiana. De otro lado los caficultores del proyecto se familiarizaron con el uso de los parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta*, y con la producción, aplicación y evaluación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, todos como unas medidas de control complementarias dentro del MIB.

13. Control de la broca en postcosecha:

Los caficultores evaluaron, las medidas de control de la broca en cosecha y postcosecha (empaques, control en la tolva y fosa, secado de pasillas en marquesinas), comprobaron su eficiencia en el control de la plaga y finalmente adoptaron varias de estas medidas, ya que las consideraron prácticas, sencillas y económicas.

14. Idiosincrasia de los caficultores y la broca. Uno de los aportes más relevantes del proyecto fue el estudio que se realizó con la colaboración de la Fundación Manuel Mejía, sobre lo que ha significado para los pequeños caficultores la broca del café en su historia de vida personal, el grado de comprensión de los componentes del MIB y el uso de estos componentes por parte de los caficultores. Este estudio es una aproximación al mundo del pequeño caficultor, que permitió explorar las experiencias con la broca, los sentimientos que ésta suscita en él, las prácticas realizadas para su manejo, la comprensión frente a los diferentes componentes del MIB y el sentido que ha tenido para los caficultores el proyecto de Investigación participativa liderado por Cenicafé.

15. Diagnósticos años 2000 y 2001. Después de trabajar 36 meses con los pequeños caficultores se observaron los siguientes cambios en la adopción de los componentes del MIB: El 98,9% de los caficultores están realizando renovaciones por zoca o por siembra nueva. El 96,9% entienden y aplican el concepto del MIB en sus fincas. El 80% realizan muestreos de broca aplicando los criterios propios o las recomendaciones de Cenicafé. El 98,9% realizan el Re - Re, la eficiencia a mejorado y el

72% de ellos están evaluando esta labor. El 58,7% no aplicaron insecticidas. El 34% aplicaron por focos, el 59% en forma generalizada, el 49,5% evaluaron la eficacia de las aplicaciones. El 92,8% entienden bien los conceptos del control biológico. El 83,5% utilizan hongo y parasitoides. El 79,3% han evaluado estos dos componentes Biológicos y el 90,7% consideran que el control biológico es eficaz. El 79,4% realizan medidas de control en cosecha y postcosecha.

16. Logros del proyecto:- Es la primera experiencia de Cenicafé en esta línea de investigación, desarrollando un trabajo en un tema tan complejo como lo es el MIB. - Se logró un mayor acercamiento entre caficultores, extensionistas e investigadores. - Se conformaron grupos veredales con liderazgo en sus comunidades. - La metodología de "Aprender Haciendo", permitió la integración de la familia del pequeño caficultor y facilitó la comprensión de las tecnologías evaluadas. - Los caficultores se sintieron participes del proceso investigativo, sus ideas fueron un aporte al conocimiento tecnológico y ayudaron a solucionar problemas relacionados con el manejo de la broca. - Se generaron nuevos conocimientos relacionados con la biología y el establecimiento de *P. coffea*, las poblaciones naturales de broca, la invención de empaques para la recolección del café. - Se validaron y adaptaron diferentes tecnologías del MIB. - Finalmente, se logró una mayor adopción de estas tecnologías por parte de los pequeños caficultores.

17. Dificultades del proyecto. El proyecto IPA MIB de Cenicafé también tuvo dificultades y desaciertos: - Iniciar trabajos con caficultores que tenían intereses diferentes (necesidad de construir sus viviendas), por lo tanto fue necesario cambiar de grupos veredales en Santa Rosa de Cabal y Santuario. - Deserción de los caficultores frente a un ensayo, por tanto, no fue posible hacer un análisis completo del mismo (Monitoreo de la broca con trampas de alcohol). - No todos los caficultores trabajan en grupos. - El temor de los caficultores por perder o afectar la cosecha de café en un lote de su finca. - La falta de organización de los

caficultores con el manejo de su finca y la costumbre de no llevar registros. - Realizar ensayos en cafetales viejos, mal administrados y poco productivos, pero eran las condiciones reales del caficultor.

18. Publicaciones. Durante la ejecución del proyecto se elaboraron los manuscritos de 10 artículos científicos que están en proceso de revisión para ser publicados en revistas nacionales e internacionales (Socolen, Cenicafé, CATIE, etc.).

Desarrollo de sistemas de cría masiva como soporte al control biológico de la broca del café. Con el objetivo de reducir el uso de insecticidas en el control de la broca y cooperar con la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia para aliviar la crisis social cafetera que este país esta atravesando, la USDA/BCMRRU viene adelantando investigaciones sobre el potencial de los parasitoides de la broca del café, y el desarrollo de técnicas para la cría masiva de parasitoides, los cuales se podrían utilizar en liberaciones inundativas para el control de esta plaga. Investigaciones realizadas en los laboratorios del BCMRRU, Mississippi, han demostrado que *Phymastichus coffea* (La Salle) (Hymenoptera: Eulophidae) es un parasitoide fácil de manejar y de criar, el cual ofrece expectativas para que se produzca en gran escala y se utilice en programas de liberaciones masivas. Actualmente, la BCMRRU cuenta con dos dietas artificiales, desarrolladas con base en caseína, levadura, gelcarin, café y algunos preservativos. En una de las dietas ha sido posible cultivar la broca por mas de 30 generaciones y en la otra dieta, mantener la broca parasitada para la producción de *P. coffea*. Progresos obtenidos durante este año, han hecho posible la producción de broca en gran escala y producciones moderadas de los parasitoides *P. coffea* y *Prorops nasuta*. Se cree que en futuro cercano, Cenicafé contará con la posibilidad de producir masivamente estos parasitoides, evaluar su potencial y desarrollar un programa de manejo efectivo basado en el uso de estos controladores biológicos.

Parasitismo de *Phymastichus coffea* sobre poblaciones de broca del café, en frutos de café

de diferentes edades. *Phymastichus coffea* es un endoparasitoide de hembras adultas de la broca del café. Los estudios previos han mostrado que puede controlar poblaciones de broca debido a su biología y comportamiento en el campo. Esta investigación se realizó en la Estación Central Naranjal de Cenicafé para evaluar el parasitismo de *P. coffea* sobre *H. hampei* en frutos de café de tres edades. Usando mangas entomológicas, se infestaron con adultos de broca frutos de café de 90, 150 y 210 días de edad. Uno, cinco y nueve días después de la infestación con las brocas, se liberaron los adultos de *P. coffea* en una relación 1:1 (avispa: broca). Diez días después de cada liberación se evaluó el parasitismo de *P. coffea*. Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con 9 tratamientos y 8 repeticiones por tratamiento.

La evaluación comparativa de los parasitismos de *P. coffea* cuando es liberado en condiciones de campo abierto, utilizando frutos de café de tres edades (90, 150 y 210 Días) y tres tiempos de liberación del parasitoide (1, 5 y 9 días después de la infestación con brocas), mostró que el porcentaje de parasitismo depende tanto de la edad de los frutos como del tiempo de liberación de *P. coffea* y los más altos niveles de parasitismo se presentaron cuando el parasitoide fue liberado un día después de la infestación con brocas para las edades de 90 DDF (77,6%) y 150 DDF (85%). Se observó que el parasitismo es mayor cuando la avispa se libera en el momento en que las brocas están entrando a los frutos y que decrece a medida que la broca penetra más en ellos. Se determinó que la edad de los frutos juega un papel importante en la dinámica de penetración de la broca en éstos y por consiguiente en los porcentajes de parasitismo de *P. coffea*.

Los niveles de parasitismo más altos se registraron en las posiciones B y C del fruto para todas las edades del fruto y el porcentaje de brocas encontradas en la posición D (huevos, larvas, pupas y adultos de broca dentro de los frutos) fue muy bajo (1,7 a 8,7%) y sólo se registró a partir de los 150 DDF, lo que indica un buen control de las poblaciones de broca por parte del parasitoide.

Comportamiento en campo del parasitoide *Prorops nasuta* sobre poblaciones de broca del café.

En la Estación Central Naranjal de Cenicafe se llevaron a cabo dos experimentos entre los meses de septiembre de 2001 y julio de 2002. El primer experimento tuvo como objetivo conocer el comportamiento en campo del parasitoide *P. nasuta* sobre poblaciones de broca del café. Este experimento se desarrolló en dos lotes de café variedad Colombia correspondientes a uno por cada tratamiento. En un lote se efectuó la liberación de 40.000 avispas y el otro lote fue el testigo, para ambos lote se realizaron las recolecciones de frutos maduros oportunas cada 15 a 20 días. Con la información registrada se realizó un análisis de promedios y variación por lote. En cada una de las variables de respuesta para cada fecha de evaluación, se aplicó la prueba *t* al 5%, para comparar el tratamiento y el testigo.

El porcentaje de infestación encontrado fue descriptivamente menor en el lote tratamiento que en el testigo, hasta los 119 días después de la liberación. Lo cual fue corroborado estadísticamente, con la prueba *t*. En el lote donde se efectuó la liberación del parasitoide se observó una reducción de los niveles de infestación de broca de 14,5% hasta 5,1% durante el período de evaluación presentando menor población de broca frente al lote testigo.

El mejor parasitismo se registró para la semana 13 (17Abril) (27,6%). Posterior a esta semana entre la semana 14-20 (Abril - Mayo) hubo un descenso fuerte y se encontraron valores hasta de 5,1%, posiblemente al efecto que causan los continuos pases de cosecha cada 15-20 días.

Para la variable mortalidad de adultos de *H. hampei* se encontraron diferencias estadísticas a favor del lote con liberación, en 14 evaluaciones, correspondientes a las semanas: 8,9 y 15 a 27. Los valores de porcentaje de mortalidad en el lote liberación fluctuaron entre el 1% y 32,5 %, mientras que en el testigo se presentaron mortalidades entre el 0%-5%.

Respecto a la variable número de huevos de *H. hampei* no se encontraron diferencias esta-

dísticas entre los tratamientos. Con respecto al número de larvas el análisis estadístico mostró diferencias significativas en 9 evaluaciones a favor del tratamiento liberación. Estas evaluaciones se encuentran entre la semana 4-14 (febrero - abril) evidenciando una menor población de larvas durante estos meses después de la liberación. Para la variable pupas se encontraron diferencias estadísticas en la semana 11, 24 y 26. Los promedios del número de pupas fueron estadísticamente iguales para las restantes semanas. En cuanto a las ausencias según la prueba *t* se encontraron diferencias estadísticas para esta variable en 14 de las 27 semanas a favor del tratamiento liberación. Este comportamiento evidencia el efecto directo que ejerce el parasitoide sobre los adultos de *H. hampei* posiblemente ocasionando el abandono de los frutos o muerte registrándose en promedio 73.2 % de ausencias.

El segundo experimento se realizó con el fin de conocer la duración de los estados biológicos de *P. nasuta* en la estación central experimental Naranjal. Los resultados indican que el período de preoviposición a una temperatura de 21,5°C en promedio, fue de tres días. La eclosión del huevo ocurrió a los tres días; la duración del período larval fue de cuatro días, el período de larva individualizada tuvo una duración de dos días y finalmente la duración del estado pupal fue de 24 días.

Efecto de entomonematodos sobre poblaciones de broca en frutos del suelo. Se estudió el efecto de la aplicación de dos entomonematodos nativos *Heterorhabditis* sp. y *Steinernema* sp. en dosis de 125.000, 250.000 y 500.000 JI por árbol sobre la broca del café que se encuentran en frutos en el plato del árbol. En este experimento los árboles se cubrieron con una jaula entomológica para evitar la salida o ingreso de brocas. Los resultados muestran que hubo diferencias estadísticas ($p < 0,05$) de los tratamientos con respecto al testigo en cuanto a la mortalidad de estados de la broca durante la cosecha principal, en la primera evaluación la cual se realizó al cabo de 30 días. No se encontraron diferencias estadísticas entre las dos especies y las cantidades de nematodos utilizadas. Las mortali-

dades variaron entre 50 y 87% para la primera evaluación y se redujeron a través del tiempo observándose efecto hasta los 120 días después de la aplicación.

Los nematodos sobre frutos brocados en el suelo fueron capaces de penetrar los frutos, parasitar principalmente estados inmaduros, reproducirse en estos insectos parasitados dentro del fruto y reducir las poblaciones de broca en los cafetales.

Se llevó a cabo también un experimento en campo con árboles sin las jaulas entomológicas, distribuido en un diseño completamente al azar, con un tratamiento y un testigo cada uno y cinco repeticiones, utilizando 10 árboles por parcela. Se evaluó el efecto de *Steinernema* sp. (SNI0198) aplicado sobre frutos brocados en los platos de los árboles (500.000 JI / plato). Se registró el porcentaje de infestación por parcela cada 15 días durante tres evaluaciones. No se encontraron diferencias con respecto al testigo ($p > 0,05$). Para los 45 días después de la aplicación del nematodo se observó una disminución en el porcentaje de infestación en las parcelas donde se hizo la aplicación de 6,68% a 3,49%, mientras que en el testigo fue de 4,83% a 3,89%. Lo anterior indica que el nematodo necesita un tiempo de 30 días aproximadamente para adaptarse y empezar a contribuir en la disminución de la infestación por broca en el campo.

Efecto de entomonematodos sobre la broca del café bajo condiciones de laboratorio. Durante esta vigencia, los trabajos se han desarrollado en tres frentes: caracterización de las bacterias simbioses de los nematodos con potencial para el control de la broca en el suelo, evaluación de la aplicación de nematodos sobre frutos brocados en el árbol en condiciones de campo, evaluación de entomonematodos nativos y de referencia plagas de importancia económica en Colombia, diferentes a la broca del café.

En cuanto a la caracterización de las bacterias simbioses de los nematodos entomopatógenos nativos y patogénicos a la broca, SNI0198 y HNI0100, aislamientos puros de bacterias Gram

(-), con patogenidades en *G. mellonella* entre 76 y 92% (respectivamente), se han sometido a kits para caracterización bioquímica en cuanto a asimilación de fuentes de carbono y presencia de enzimas específicas (43 pruebas), que muestran un perfil del simbiote en el momento de la infección.

Resultados del experimento ENT 0290, muestran que JI de nematodos entomopatógenos nativos aplicados sobre frutos del suelo en el campo ingresan al fruto brocado e infectan estados de broca cumpliendo un tiempo de acondicionamiento o adaptación, lográndose multiplicar y sobrevivir dentro del fruto al menos durante 90 días después de la aplicación. Este efecto ocasiona que las poblaciones de broca que se refugian en los frutos brocados que han caído al suelo y que potencialmente afectarían frutos sanos en el árbol, se reduzcan (entre 43 y 58% bajo condiciones evaluadas), teniendo un efecto directo en la infestación en el árbol por un tiempo de hasta 60 días.

Especies de entomonematodos con que cuenta la colección en Cenicafé, tanto de referencia como aislamientos nativos, se evaluaron en bioensayos de patogenidad en otras plagas de importancia económica en yuca (*Cyrtomenus bergy* (Hem.:Cyd.)), en palma de aceite (*Cyprissius daedalus* (Lep.: Cast.)) y plátano (*Metamasius hemipterus sericeus* (Col.: Curc.)) y *Cosmopolites sordidus* (Col.:Curc.), de acuerdo con trabajos colaborativos con instituciones como Ciat, Cenipalma y Universidad de Caldas.

Eficacia de bioinsecticidas en el control de la broca del café. Atendiendo a la solicitud de las casas comerciales de los productos para el control de la broca del café, la Disciplina de Entomología evaluó la eficacia de los bioinsecticidas Alisin, Rutinal y Neofat CE, en la Subestación Experimental "La Catalina" de Cenicafé.

Se evaluaron los productos independientemente y en asocio con el insecticida Clorpirifos, mediante el sistema de mangas entomológicas, con ocho tratamientos y cinco repeticiones. Las dosis empleadas fueron de 2ml de bioin-

secticida por litro de agua, 0,33ml de Clorpirifos por árbol y 30% menos de bioinsecticida en asocio con el insecticida, se asperjaron 50ml de mezcla por árbol. Se registró la mortalidad de broca a los 3, 7 y 15 días después de aplicados los tratamientos. Con la información registrada se hizo un análisis de varianza y prueba de comparación de tratamientos. Los resultados indicaron que los tratamientos asperjados con los bioinsecticidas no mostraron efecto de mortalidad de broca; las mayores mortalidades se presentaron en los tratamientos a los cuales se aplicó Clorpirifos, con el 92,7 % en promedio para el día séptimo. Además no presentó aumento de la mortalidad en los tratamientos a los cuales se mezclaron con el insecticida, lo que indica que una utilización de estos productos dentro de un MIB no tendría viabilidad económica.

Caracterización de la composición lipídica de la cubierta de esporas de *Beauveria bassiana*.

La composición lipídica de la cubierta de esporas de *B. bassiana* contribuye al estudio de la conservación y producción de formulaciones estables para el control de *Hypothenemus hampei*. Para la determinación de los lípidos se optimizó una metodología de extracción con solventes de diferente polaridad hexano y cloroformo, 3 cantidades de muestra 1.000, 600 y 200mg y 3 tiempos de contacto solvente: muestra 60, 30 y 15 segundos. Para que la muestra presentara condiciones cromatográficas adecuadas se utilizaron reacciones de derivatización usando trifluoro de boro en metanol. Posteriormente se separaron los compuestos en un cromatógrafo de gases acoplado a un detector FID, seleccionando los mejores extractos por el mayor número de picos resueltos y mayor concentración de cada compuesto mediante un análisis de superficie de respuesta para cada solvente.

Esta metodología optimizada se aplicó a esporas con diferente tiempo de almacenamiento 0, 4, 8 y 12 meses; para la identificación de los compuestos se realizó por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Se seleccionó como mejor extracto para hexano la utilización de 0,8g de esporas y 45 segundos de tiempo de contacto solvente:

muestra y para cloroformo 0,4g y 40 segundos. En el análisis de varianza la concentración de los compuestos separados de esporas sometidas a diferentes tiempos de almacenamiento mostraron diferencias significativas al 5% las esporas no almacenadas con las de 4, 8 y 12 meses de almacenamiento utilizando hexano y con cloroformo mostraron diferencias significativas entre las esporas no almacenadas a los 8 y 12 meses. Hubo disminución en la concentración lipídica durante el almacenamiento e igualmente en la patogenicidad y viabilidad. Se identificaron compuestos tipo ácidos grasos en mayor cantidad y algunos hidrocarburos de cadena corta y esteroides como el ergosterol compuesto registrado comúnmente en hongos.

Efecto de factores climáticos sobre las esporas de *Beauveria bassiana* usadas para el control de la broca del café. Este estudio buscó establecer el efecto de algunas intensidades de lluvias sobre la permanencia de las esporas de Bb en frutos y hojas, asperjados con equipo de alto y bajo volumen, y el efecto de la radiación solar global sobre la calidad de éstas.

Se encontró que tanto en frutos como en hojas hay permanencia de esporas de *B. bassiana* después de intensidades de lluvia de 2, 4, 6 y 8 mm/5min, equivalentes a lluvias de 24, 48, 72 y 96 mm/h. En ambos casos también se presentó mayor permanencia de esporas procedentes de una formulación experimental la cual tiene como parte de sus ingredientes tensoactivos como viscosantes y humectantes que al parecer le permiten mayor adhesión a la superficie de los frutos y hojas evitando que sea arrastrada fácilmente por el agua. Esto contrasta con la segunda formulación experimental que tenía aceite agrícola como tensoactivo y que se le adicionaba en la premezcla. También se observó mayor permanencia al utilizar el equipo motax con los frutos y el equipo de presión neumática con las hojas.

Identificación y caracterización de genes responsables de la patogenicidad de *Beauveria bassiana* a la broca del café. Para iniciar el estudio del potencial genético de una cepa de *B. bassiana* mediante la identificación de

genes que participan en la expresión de patogenicidad frente a la broca del café, a partir del aislamiento Bb9205 con alta patogenicidad sobre broca del café, se aislaron cultivos monoespóricos a los cuales se les determinó su respectiva patogenicidad. Estos monoespóricos fueron subcultivados sucesivamente en Agar Sabouraud Dextrosa (SDA) un medio rico en nutrientes, sin estar en contacto con insectos. Luego de 14 subcultivos seriados se seleccionaron 4 aislamientos que mantienen valores de patogenicidad superiores al 90% y un monoespórico que ha presentado reducción hasta un valor de $68,1 \pm 8,8\%$

Tres aislamientos monoespóricos de 20 días de crecimiento en SDA al ser cultivados en medio Sabouraud líquido presentaron un tiempo óptimo de crecimiento entre 12 y 16 horas, en el cual se logró la mayor elongación de los tubos germinativos sin aparición de ramificaciones ni blastosporas. Además, se optimizó para este cultivo una concentración de inóculo de 1×10^6 esporas/ml, el cual a las 14 horas de crecimiento produjo un 1 mg/ml de micelio. Concentraciones diferentes retardan la germinación y la elongación de los tubos germinativos en el mismo tiempo de crecimiento. Por tanto se seleccionaron como óptimas estas condiciones de producción de un micelio apropiado para someterlo a dos condiciones de cultivo, medio SDA y medio de broca, las cuales mediante la comparación del RNA mensajero del aislamiento permiten determinar qué genes son específicamente responsables de las reacciones de patogenicidad y cómo varía su regulación.

Transformación genética de café con vectores que contienen genes de quitinasas e inhibidores de tripsina. En este momento solo se cuenta con genes de antibióticos para la selección de tejido transformado de café; por esto, se evaluó la posibilidad de usar como gen de selección para la transformación de café el gen de la fosfomanosa isomerasa (Syngenta®), que permite la utilización de manosa como fuente de carbono. En general, los tejidos vegetales no tienen la habilidad de usar este azúcar. Para esto, se hicieron curvas de crecimiento de tejido embriogénico de café con diferentes concen-

traciones de manosa y sacarosa. El tejido embriogénico de café mostró tener la capacidad de usar la manosa como única fuente de carbono; además el crecimiento de los tejidos parece ser mejor con este azúcar que con sacarosa que es el que normalmente se emplea. Por tanto, los vectores de transformación que contengan el gen fosfomanosa isomerasa no deben ser usados para la transformación de café, ya que la selección del tejido transformado no será posible en presencia de manosa. Con este azúcar tanto el tejido transformado como el no transformado crecerá abundantemente.

Durante este año se continuó con la propagación de los tejidos embriogénicos de los genotipos BK. 620 y BI. 625, para lo cual se sembró mensualmente hasta el mes de julio cada genotipo. El tejido producido se está propagando en erlenmeyers de 250ml con 35ml de medio de cultivo. Con respecto a la propagación de tejido en medio sólido se han mantenido 15 frascos del genotipo BI 625. Con estos tejidos se planea llevar a cabo la transformación.

Construcción de vectores de transformación con genes de quitinasas y un inhibidor de tripsina para producir plantas transgénicas resistentes a plagas. Durante el tiempo del presente informe se avanzó en la clonación de los genes de quitinasas y un inhibidor de tripsina y de las secuencias promotoras en los vectores de transformación, para la posterior transformación de explantes de tabaco.

Varios ensayos de digestión y ligación se hicieron tratando de clonar los genes en los vectores pCAMBIA 1300/2300; sin embargo, no se obtuvieron los resultados esperados quizás debido a que éstos presentan más sitios de corte de los que muestra el mapa, o por una sobredigestión. Por esta razón, se decidió clonar inicialmente los genes en un vector comercial del cual se tenía toda la información. Se escogió el vector de clonación pGEM -3Z que tiene un tamaño de 2742 pb y un marcador de selección para ampicilina. Se realizaron múltiples ensayos con el fin de insertar los genes y secuencias promotoras al nuevo vector. Se

comenzaron a variar algunas condiciones de la metodología en cuanto a digestión (cambiando la concentración de DNA por digerir, o variando el tiempo de incubación) y ligación (usando diferentes cantidades de inserto y vector), logrando obtener los primeros clones, que consistieron en el vector de clonación que contiene el promotor de arabcina más el inhibidor de tripsina. Esta muestra ha enviado a secuenciar con el fin de corroborar la presencia de los insertos en el adecuado marco de lectura con respecto a los promotores.

Se seguirá trabajando en la construcción de los cassettes que contendrán las secuencias promotoras más los genes de quitinasas, con el fin de poderlos pasar luego a los vectores de transformación pCAMBIA 1300 y 2300, con el objeto de transformar explantes de tabaco.

Transformación de *B. bassiana* con genes de *M. anisopliae* y evaluación de su patogenicidad sobre la broca del café. Con el objetivo de obtener cepas de *B. bassiana* más patogénicas contra la broca del café, se llevó a cabo la transformación de la cepa Bb9205 usada en campo con los genes de proteasas *pr1a*, *pr1j* y esterasa *ste1* por polietilenglicol y electroporación, obteniendo cinco transformantes de Bb 9205 para el gen de la proteasa *pr1a*, y once transformantes para la proteasa *pr1j*, un transformante con el gen de la esterasa *ste1*. Todos los transformantes obtenidos fueron evaluados a nivel molecular por pcr comprobándose la presencia de cada uno de los genes proteasas, esterasa y del gen marcador *bar*.

Para evaluar la actividad enzimática de las cepas transformantes obtenidas se estandarizó la concentración de esporas e intervalos de tiempo necesarios para llevar a cabo la evaluación y se determinó la sobre expresión de la proteasa *pr1A*, mediante zimograma. En el caso de la cepa transformada con el gen de la esterasa se hizo un ensayo enzimático cualitativo en el que se observó mayor actividad esterolítica en la cepa transformada comparada con el control sin transformar.

Finalmente, se continúa trabajando en la parte de evaluación enzimática y pruebas de pato-

genicidad de las cepas transformantes con cada gen a fin de establecer si realmente la modificación genética incremento su patogenicidad.

Evaluación de genes de hongos entomopatógenos para utilizarlos en el mejoramiento de *Beauveria bassiana* para el control de la broca. Se estudió la persistencia y heredabilidad de los genes introducidos en las cepas de *B. bassiana* transgénicas. En este momento se cuenta con 5 cepas de *B. bassiana* 9112 transformadas con el gen de la proteasa de *Metarhizium anisopliae pr1A* y el gen *bar*, 10 cepas transformadas con la proteína verde fluorescente y el gen *bar*, 6 cepas conteniendo el gen de resistencia a benomyl y 7 cepas que fueron transformadas con el gen de la proteasa *pr1D*.

Todas estas cepas han sido mantenidas en el laboratorio a través de subcultivos en SDA con glufosinato de amonio a una concentración de 25µg/ml. Se inició el proceso de obtener entre 2 y 3 cultivos monoespóricos de cada una de ellas con el fin de determinar tanto en el cultivo multiespórico como en el monoespórico la presencia de los transgenes. Además se inició el almacenamiento de estas cepas en medio LB más glicerol al 15%, congelando en nitrógeno líquido y almacenando a -80°C. Se hicieron extracciones de DNA de 4 de las cepas transformadas con la proteína verde fluorescente y el gen *bar* y se hizo una comparación de la presencia de estos genes en muestras obtenidas luego de 2, 12 y 24 subcultivos en medio SDA con glufosinato de amonio.

Se observó que en 1 de las cepas el transgen se perdió luego de 24 subcultivos. Se inicio la evaluación de algunos de los cultivos monoespóricos y multiespóricos transformados con la proteasa *pr1A* y la proteína GFP, se pudo observar que los cultivos monoespóricos en general presentan más bajos porcentajes de germinación de esporas que los cultivos multiespóricos. Debido a esto se dificulta la realización de las pruebas de patogenicidad. Se continuará con el proceso de selección de las mejores cepas transformantes.

Estudio biológico de la babosa causante del anillado en el tallo del café. Con el fin de contribuir al conocimiento de las babosas causantes del anillado en el tallo del café se llevó a cabo un estudio en tres localidades de la zona cafetera sobre el reconocimiento e identificación de especies. Se encontraron cinco morfoespecies de babosas, de las cuales se identificaron hasta especie: *Deroceras reticulatum* M. y *Sarasinula plebeia* F., las restantes están en proceso de identificación y pertenecen a la familia Veronicellidae.

Se evaluaron los sitios de refugio, los troncos en descomposición presentaron el mayor promedio de babosas $2,2 \pm 3,525$, las masas de huevos el mayor promedio fue el de hojas secas de plátano con $0,192 \pm 0,358$. Se hizo un reconocimiento de los hábitos alimenticios y plantas hospedantes en el cual se hallaron 26 plantas pertenecientes a 15 familias. Las babosas presentaron mayor preferencia por las familias compuestas y gramíneas con un 15% para ambas. Se evaluó el comportamiento y hábito reproductivo, se encontró que el máximo número de huevos por masa se halló en campo con 54, en invernadero se encontraron sólo 30. Respecto a la fertilidad se encontró como mayor porcentaje 38%, en los huevos recolectados en campo.

En relación con el manejo de arvenses no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el número de babosas. Respecto a los métodos de control, el cultural con trampa de hojas secas de plátano fue el más efectivo con un promedio $0,063 \pm 0,27$ de babosas capturadas. Para el control con cebo el tratamiento de hojas secas de plátano presentó el mayor promedio $0,133 \pm 0,62$ de babosas muertas con relación a los troncos de guadua. En la evaluación del control químico no se encontró mortalidad de babosas. Respecto a los enemigos naturales se reconoció el nematodo *Hexamermis* sp., la garza *Bubulcus ibis* y el guafín *Dasyprocta punctata* como los agentes naturales que contribuyen a la regulación de las poblaciones de las babosas en los cafetales.

Hormiga loca en cafetales. En la zona cafetera central se presentó en los municipios de Ma-

nizales, Chinchiná y Palestina la presencia de la hormiga loca por focos en unas pocas fincas y en los cascos urbanos de Chinchiná y Palestina. Este insecto no ataca los cultivos pero puede denominarse plaga por la alteración que causa en el medio debido a la asociación con insectos chupadores, los cuales atacan todo tipo de vegetación incluidos cultivos y plantas ornamentales, protegidos por las hormigas. La presencia y el daño de la hormiga loca se reconoce por fumagina, la defoliación y la reducción de la producción. La hormiga loca también causa problemas a los habitantes porque invade las viviendas, contamina los alimentos y causa molestias porque invaden el cuerpo de operarios cuando realizan las labores agrícolas de cosecha y prácticas agronómicas.

En las fincas cafeteras con presencia de la hormiga loca se detectaron altas poblaciones de la escama verde, la palomilla de las ramas del café, el minador y la araña del mediterráneo como respuesta a la presencia de la hormiga loca. En algunas fincas se presentaron reducciones significativas de la producción por la falta de manejo de la hormiga y los organismos asociados.

Cenicafé, el ICA y los Comités municipales de Manizales, Chinchiná y Palestina realizaron actividades de capacitación de los caficultores y la población de los cascos urbanos de Chinchiná y Palestina sobre los métodos de control orientados a la aplicación de cebos tóxicos, la recolección de basuras y la destrucción de nidos. Adicionalmente, se realizó control sanitario y se solicitó el cumplimiento de las normas del ICA en los viveros que producen colinos de café porque en Chinchiná se encontró que en estos había un fuerte ataque de la escama verde asociada a la hormiga loca y este medio es una de las formas de transporte del insecto a las fincas de los caficultores. Igualmente, se preparó una propuesta de campaña para ser adelantada en los municipios con presencia de hormiga loca por Cenicafé, el ICA y los Comités municipales.

Control de calidad a formulaciones de hongos entomopatógenos. Para el período de octubre

de 2001 a septiembre de 2002, se analizaron 24 pruebas de control de calidad a formulaciones de hongos entomopatógenos. Dentro de las formulaciones de *Beauveria bassiana* usadas para el control de la broca del café, se evaluaron: Producción artesanal en bolsa plástica, bassianil y hongo producido en sustrato arroz en botella de vidrio utilizado como patrón de referencia en el Laboratorio Control de calidad de entomopatógenos de Cenicafé. Del Hongo *Metarhizium anisopliae*, se evaluaron producciones en bolsa, Metabiol y el patrón de referencia. También se evaluó la formulación comercial Micosplag (formulación a base de los hongos *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus*).

Los resultados obtenidos en las pruebas microbiológicas para las formulaciones del hongo *B. bassiana* fueron los siguientes: La mayor concentración de esporas/gsramo (e/g) se obtuvo con bassianil ($1,5 \times 10^{10} \pm 0,1 \times 10^{10}$), al igual que el mayor porcentaje promedio de germinación (88,3 \pm 5,5). En las pruebas de patogenicidad sobre broca, el mayor promedio de mortalidad por este hongo se presentó con el hongo producido en arroz en bolsa (95,1 \pm 6,1).

Con el hongo *M. anisopliae* los resultados obtenidos para la mayor concentración de e/g se obtuvo con el patrón de referencia ($7,9 \times 10^9 \pm 3,4 \times 10^9$). El mayor porcentaje promedio de germinación se presentó con bassianil (88,4 \pm 4,5). En las pruebas de patogenicidad sobre broca, el mayor promedio de mortalidad se presentó con el patrón de referencia (95 \pm 4,4).

Para establecer la concentración de e/g con el producto micosplag, se cuantificó el total de esporas observadas de los tres hongos obteniendo $1,1 \times 10^{10} \pm 0,1 \times 10^{10}$ e/g.

La germinación de las esporas de los tres hongos a las 24 horas fue del 100%. La mortalidad sobre broca se presentó así: *B. bassiana* 28,3 \pm 6,3, *M. anisopliae* 19,9 \pm 5,4 y *P. lilacinus* 41,7 \pm 8,3, para un total del 90% de mortalidad.

Igualmente se realizó análisis de calidad de formulaciones de otros hongos como *Trichoderma harzianum* (Tricho-D), *Verticillium*

lecanii (Vertilec WP), *T. harzianum* (Trichobiol WP) y *Paecilomyces lilacinus* (Lilacinol WP).

Este año se inicio la gestión para la acreditación del laboratorio de control de calidad de hongos entomopatógenos con miras a obtener el registro del ICA y así prestar al gremio cafetero los servicios de análisis de muestras de entomopatógenos.

ENFERMEDADES DEL CAFÉ

1. La roya del cafeto.

Diseminación de nuevas razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix*. Se continuó el estudio de la generación natural de nuevas razas de la roya del cafeto y su dispersión en la zona cafetera, observando la pérdida de la resistencia completa. En los campos de propagación de la variedad Colombia de la subestación Paraguaicito la enfermedad pasó de afectar el 14,6% de las progenies en el año 2001, al 100% en el 2002; dentro de cada progenie el número de plantas afectadas varió, entre 39,2 (CU2034) y 96,8% (CU1812). En Maracay, en contraste con la ausencia de linajes afectados el año anterior, 9 de las 41 progenies (21,9%) presentaron la enfermedad, con un máximo de 69,6% de plantas afectadas para la progenie CX2425 y mínimo de 1,1% en la progenie CU1812.

Evaluaciones de roya en lotes de siembras comerciales de Variedad Colombia de diferentes edades realizadas en los municipios de Fredonia, Támesis y Venecia, del departamento de Antioquia, demostraron la presencia de roya entre el 46 y el 88%. En siembras comerciales y de experimentos de la subestación Santa Bárbara, realizadas en los años 88, 96, 97, 99 y 2000 se detectó entre el 1 y el 82% de plantas afectadas. En todos los casos indicados, la incidencia de la enfermedad en los genotipos compatibles con el hongo es variable, mostrando un aparente incremento con el tiempo.

Por su parte, en materiales de café con resistencia incompleta, localizados en El Jazmín (1.600msnm), Naranjal (1.400msnm) y Granja Luker (1.020msnm), se observaron cambios en la expresión de su resistencia, caracterizados por una influencia del ambiente en el desarrollo de la lesión.

La presencia de roya en plantas tipo, distribuidas en distintas subestaciones, indica incremento en la diseminación geográfica de las nuevas razas de roya. Sobre la variedad Costa Rica 95 se detectaron aislamientos poseedores de algunos de los genes 6 a 9 y de nuevos genes de virulencia, los cuales les permite afectar derivados del H. de T. 1343 (var Colombia) y 832/1 (Catimores). Sobre plantas de Caturra x H. de T. de experimentos de Cenicafé, la persistencia de los aislamientos compatibles sugiere que las nuevas razas permanecen sobre ellas a través del tiempo y/o que por presentar los aislamientos el gen V5 en su genotipo de virulencia, se conserven e incrementen sobre materiales susceptibles (var. Caturra).

Los resultados demuestran el avance geográfico de la enfermedad, su permanencia sobre los genotipos vencidos y la presencia de nuevas variantes del hongo sobre materiales que anteriormente exhibían resistencia completa. La velocidad de adaptación del hongo a las nuevas progenies de var. Colombia, sugiere la presencia en el campo de los genes de virulencia compatibles con la totalidad de los genes conocidos de resistencia provenientes del Híbrido de Timor 1343, utilizado como progenitor de la var. Colombia. Surge la inquietud acerca de los mecanismos responsables de la rápida generación de nuevas capacidades virulentas en *Hemileia vastatrix*.

Resistencia inducida en café contra el ataque de la roya. La aplicación de productos biológicos inductores de resistencia es una estrategia de control versátil ya que frecuentemente lleva al control de múltiples patógenos; además de las ventajas comparativas con respecto al control químico, por su impacto ambiental. El proceso de inducción de resistencia es de gran importancia para la agricultura, porque implica el empleo de métodos alternati-

vos de control, posiblemente más económicos para los agricultores, compatibles con cultivos orgánicos y menos perjudiciales para el medio ambiente. En este proyecto se utiliza la roya del café como modelo para estudiar el efecto de estos productos inductores sobre la planta de café.

Durante esta primera etapa se ha realizado el montaje de dos pruebas de invernadero que han incluido el ensayo de tres productos biológicos inductores de resistencia: BION®, MESSENGER® y DIPEL®.

El primer ensayo, que incluyó la evaluación de diferentes concentraciones de los productos, permitió determinar el potencial del producto BION® en la prevención de la aparición de la roya del café ya que la aplicación del producto en 5 concentraciones diferentes de 1, 10, 20, 50 y 100ppm fue efectiva en disminuir el número de lesiones que se desarrollaron en hojas de café, en relación con el tratamiento control. Por otro lado, ninguna de las 5 concentraciones del producto MESSENGER® utilizadas mostró diferencias en el número de lesiones de roya en las plantas tratadas con relación al tratamiento control.

En la actualidad se están evaluando diferentes tiempos de aplicación preventiva de los productos inductores para tratar de determinar el tiempo óptimo de aplicación para inducir resistencia en la planta de café contra la roya. Estas evaluaciones no solo permitirán estudiar nuevos mecanismos de resistencia a enfermedades, si no también proveer información para asesorar consultas referentes a aplicaciones de estos productos por iniciativas particulares.

Caracterización molecular de la resistencia. Con la aplicación de nuevas tecnologías para entender y utilizar los mecanismos de defensa del café a las enfermedades, se hicieron avances en las metodologías necesarias para la identificación de genes y el estudio de genotipos con diversos niveles de resistencia incompleta. Se realizaron extracciones de ADN y digestiones con las enzimas escogidas para el estudio de los materiales *C. eugenioides*, *C. congensis*, *C. canephora*, Híbrido de Timor 1343,

DT 207, DT 208, DT 274, DQ 226 y *C. arabica* var. Caturra. Los genotipos del cruce de HT por Caturra se conservaron en invernadero mediante injertos. Para observar las diferencias de cada uno de los genotipos en cuanto a la presencia y al número de copias de las sondas de genes de resistencia y defensa en café, se han ensayado dos metodologías de marcaje de sonda: digoxigenina, que resultó de poca sensibilidad; y P^{32} con el que se están estandarizando las metodologías. Para la generación de mARN a utilizar en el estudio de la dinámica de reacción de resistencia y en la generación de librerías diferenciales, se evaluaron las enzimas AMV transcriptasa reversa y Sensiscript, siendo más eficiente esta última y permitiendo el marcaje de cADN con P^{32} . La evaluación de la expresión genética en Miniarrays todavía requiere de optimización para obtener señales confiables.

2. La Mancha de Hierro

Estimación de la Función de Pérdida. Con el propósito de estimar las pérdidas en cantidad y calidad del grano ocasionadas por la Mancha de Hierro, se realizó un trabajo conjunto entre las Disciplinas de Economía y Fitopatología, se tomaron y analizaron muestras de frutos afectados por Mancha de Hierro durante la cosecha principal de 2001, en una finca particular en Palestina (Caldas). Las pérdidas en cantidad se calcularon con base en las conversiones de café cereza (CC) a pergamino seco (CPS). Se continúan los análisis para la estimación de las pérdidas en calidad y valor comercial.

Los resultados indican que los grados de ataque 0, 1 y 2 no presentan efecto sobre el peso de los frutos de café, mientras los grados 3, 4 y 5, causan reducciones en los promedios del 19,81%, 63,25% y 75,18%, respectivamente, siendo estadísticamente diferentes entre ellos y con relación a los tres primeros grados. De igual forma, estos tres grados de ataque ocasionan efectos negativos sobre la conversión de café cereza a café pergamino seco, requiriéndose 6,0; 28,41 y 84,38kg de café cereza para obtener 1kg de café pergamino seco sano respectivamente, a diferencia de los 4,9 a 4,97kg

requeridos para los grados 0, 1 y 2. De igual forma, se utilizó una función de tipo exponencial para estimar dos modelos de función de pérdida que explican la pérdida en peso por fruto y en conversión de CC a CPS, según el grado de ataque de la enfermedad.

De acuerdo con los R^2 obtenidos, los modelos explican el 85,69% y 84,70% la variación de la variables dependientes, mientras que los restantes 14,31% y 15,3% respectivamente serían explicados por otros factores (clima, manejo de la plantación, edad del cafetal, etc.).

Manejo de Mancha de Hierro. Para determinar las bases de un manejo racional de la Mancha de Hierro con reducción de costos de producción y menor impacto ambiental, se iniciaron varios proyectos con la objetivo de profundizar en el efecto del estado nutritivo de la planta en la incidencia y severidad de la enfermedad, en particular, la participación del potasio, y la asociación con micorrizas. Con relación a la búsqueda de resistencia genética se inició el desarrollo de metodologías para evaluar diferentes genotipos de café por su reacción a la enfermedad en etapa de almácigo, buscando igualmente avanzar en el conocimiento de la variabilidad patogénica y molecular del hongo en la zona cafetera central.

De otro lado, con la participación del Comité de Cafeteros de Cundinamarca, se continuó la validación de la recomendación para el control químico de la mancha de hierro en frutos de café en una finca del municipio de Sasaima. Para este año la enfermedad fue baja y no se observaron diferencias en incidencia entre tratamientos ni variedades.

Para complementar las metodologías de estudio de la enfermedad se desarrolló con la Disciplina de Ingeniería Agrícola un programa analizador de imágenes que permite cuantificar la severidad del ataque de *Cercospora coffeicola* en hojas. El programa, basado en el paquete Matlab versión 5.3, incluye técnicas de procesamiento de imágenes y reconocimiento por color (Figura 25). La utilización y adopción de esta nueva técnica podrá ser utilizada en trabajos de investigación que

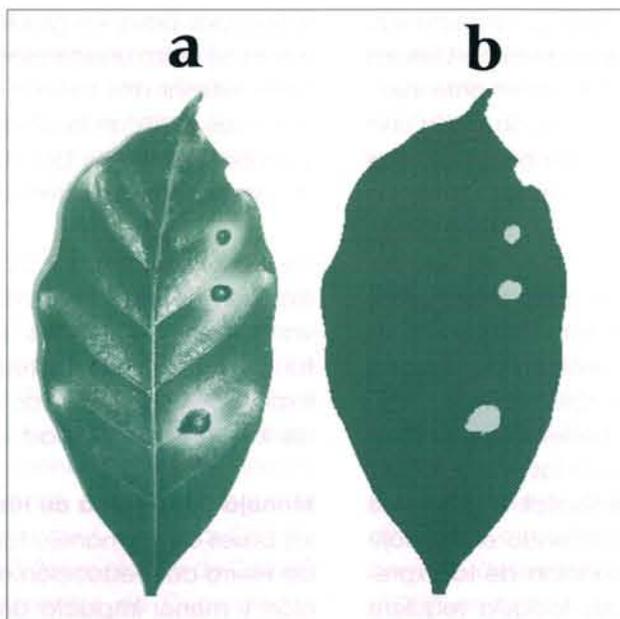


Figura 25. Análisis asistido de la severidad de Mancha de Hierro en hojas de café. A. hoja de café afectada por Mancha de Hierro. B. determinación por computador de las áreas sanas y enfermas de la hoja mediante una máscara elaborada en MatLab

requieren conocer con mayor precisión y rapidez el área foliar afectada por esta enfermedad o la producida por algún otro disturbio fitosanitario, permitiendo obtener resultados más confiables y reproducibles en posteriores investigaciones.

3. La Llaga Macana

Resistencia genética. Se corroboró la resistencia a llaga macana en plantas adultas de café derivadas del cruce entre Borbón resistente x Caturra, las cuales fueron inoculadas con un aislamiento altamente patógeno de *Ceratocystis fimbriata*. Después de 26 meses de la inoculación del patógeno murieron el 94% de las plantas de la variedad susceptible, Caturra, mientras las progenies F5 838, 808, 826, 862, 835, 823, y 841, resultaron altamente resistentes, con promedios entre 78% y 90% de plantas sobrevivientes; las restantes siete progenies tuvieron promedios entre 42 a 77,5% de plantas que sobrevivieron al ataque del patógeno (Tabla 24). La semilla de las progenies resisten-

tes (F6), está disponible para entregar a los caficultores que lo deseen, especialmente para siembra en lotes de alta incidencia de llaga macana.

Búsqueda de aislamientos hipovirulentos de *Ceratocystis fimbriata*. Para evaluar la utilización de aislamientos hipovirulentos como alternativa de manejo a llaga Macana, nueve aislamientos de *C. fimbriata* anteriormente seleccionados con baja patogenicidad, mostraron incremento de dicha característica en tres inoculaciones realizadas sobre plantas de café, con valores de 26% a 100% de plantas anilladas por el patógeno. En nuevas recolecciones del hongo en la zona cafetera se seleccionaron tres de baja virulencia (de 0 a 8% de plantas anilladas). Mediante pruebas de inoculación cruzada de cuatro aislamientos de café, dos de cítricos y dos de cacao, sobre plantas de almácigo de estas tres especies se determinó que no hay especificidad patógena del hongo por una especie hospedante; así, en café el total de los 8 aislamientos ocasionaron la muerte entre 5 a 65% de las plantas; en cítricos, entre 27% a 97% y en cacao, entre 15 % a 100%.

Tabla 24. Proporción de plantas de cada genotipo F5 procedentes de Borbón Resistente x Caturra, muertas por efecto de *C. fimbriata*, en almácigo y en campo. Progenies

MATERIAL	MORTALIDAD		
	ALMACIGO	CAMPO 2001	CAMPO 2002
Caturra	100	77,5	94,0
D.F. 850	18,7	31,1	58,0
D.F.805	12	32,0	40,0
D.F.808	12	4,0	14,0
D.F.801	10	12,0	24,0
DF.859	10	14,0	26,0
D.F.862	8	12,8	17,5
D.F. 811	6,6	8,2	22,5
D.F.838	2	8,0	10,0
D.F.826	0	8,0	16,0
D.F.835	0	16,0	20,0
D.F. 841	0	6,2	22,0
D.F.823	---	6,0	22,0
D.F. 802	---	5,0	25,0
D.F. 868	---	12,4	42,0

4. *Colletotrichum* spp.

Prevención. Por introducción al país de materiales de Zimbabue, Kenia, Brasil y Guatemala, se realizaron inspecciones en dos fincas localizadas en Floridablanca (Santander) y San Francisco (Cundinamarca). No se detectó la presencia de enfermedades exóticas al café en Colombia, entre ellas el CBD. Sin embargo, este hecho permite concluir que los cafeteros desconocen la existencia de otras enfermedades del café, aún ausentes en el continente americano, y que su daño económico puede ser superior al que ocasionan las enfermedades presentes en el país. Es manifiesta la necesidad de capacitar al Personal Técnico de los Comités sobre problemas potenciales al ingreso de material vegetal al país.

Diagnóstico y patogenicidad. Hasta este momento se carecía de elementos de diagnóstico confirmatorio para las tres especies de *Colletotrichum* que afectan a café. Durante este año se conformó una micoteca de referencia con 66 aislamientos obtenidos a partir de tallos, hojas, flores y frutos tanto verdes como maduros que presentaban mancha mantecosa o antracnosis. La colección se conserva en sílica gel, aceite mineral estéril y finalmente se liofilizaron como aislados monoespóricos. Las características morfológicas tanto de

microscopía como en medio de cultivo, así como la reacción bioquímica de Proteasa, se determinaron como un primer método de clasificación.

Con los aislamientos obtenidos en Colombia se realizaron pruebas de patogenicidad en hipocotilos, frutos y botones florales separados de la planta. Ningún aislamiento fue capaz de producir antracnosis en hipocotilos ni en fruto verde, lo cual corrobora la ausencia de *C. kahawae* entre los aislamientos estudiados. Sobre fruto verde algunos aislamientos permanecieron de manera quiescente, siendo este evento de gran interés para cultivos de postcosecha. Sobre frutos verdes con herida, y frutos maduros y botones florales tanto con como sin herida artificial, se presentó una gran variabilidad en la patogenicidad, encontrándose estadísticamente 6 grupos con promedios entre 0 y más de 75% en el porcentaje de frutos/flores afectados.

Con la finalidad de establecer métodos de diagnóstico rápidos y confiables en cooperación con el CIFC en Oeiras (Portugal), se analizaron las regiones internas transcritas del DNA ribosomal (ITS1 e ITS2), de entre 560 y 580 pb, las cuales consisten en dos regiones variables que están presentes entre los genes de las subunidades 18S, 5.8S y 28S (Figura 26). La

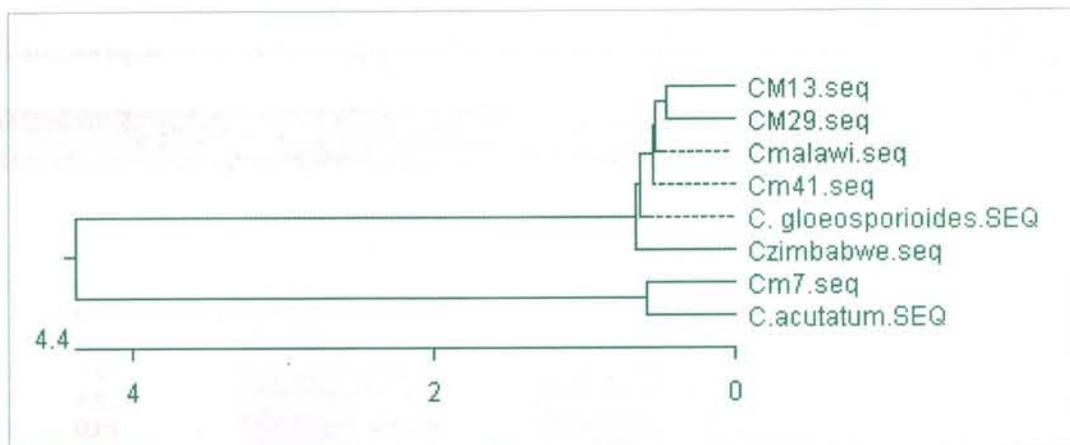


Figura 26. Dendrograma basado en secuencias de DNA ribosomal que ilustran la relación taxonómica entre las tres especies de *Colletotrichum* que afectan café. Cmalawi y Zimbabwe corresponden a aislamientos de *C. kahawae*. CMs indican aislamientos de la zona cafetera.

comparación de las secuencias permitió identificar las especies *C. gloeosporioides* y *C. acutatum* afectando café en Colombia. Sin embargo esta metodología no permite diferenciar claramente a *C. gloeosporioides* de *C. kahawae*, el causante de CBD. Se inició el estudio del gen de la beta-tubulina para buscar nuevas herramientas de discriminación.

5. Virosis

Se buscaron fuentes e incremento del virus del café ampliando las fuentes positivas de 2 a 12 lotes de plantas, mediante injerto con copas obtenidas en Andes y Fusagasugá, y material experimental de Cenicafé en Manizales. Los diagnósticos se verificaron mediante microscopía electrónica de transmisión observando partículas virales isométricas de 50 a 60nm de diámetro. A partir de estas plantas positivas se están efectuando nuevos incrementos y realizando pruebas de transmisión a otras plantas y especies. Se iniciaron las pruebas para los experimentos que buscan la purificación de este virus del café.

Igualmente se están determinando hospedantes naturales y experimentales del virus, evaluando 15 especies de arvenses presentes en la zona cafetera mediante inoculaciones

mecánicas y 9 de ellas también por medio de insectos a partir de café afectado. Se obtuvieron resultados positivos de infección sistémica y expresión de síntomas apreciables para *Mirabilis jalapa* (Nyctaginaceae), tanto mecánicamente como por medio del áfido *Toxoptera aurantii*.

La transmisión y retrotransmisión a café fue confirmada mediante microscopía electrónica de transmisión. También se efectuaron inoculaciones mecánicas en 10 especies de plantas indicadoras de Caulimovirus, sin obtener resultados positivos por lesiones locales o sistémicas evidentes. Se realizaron observaciones sobre arvenses hospedantes de áfidos, posibles vectores, y sobre controladores biológicos de éstos.

6. Crespera

Agente vector. Debido a que se sospecha de la presencia de un fitoplasma, y por tanto del papel vector en la naturaleza de insectos, particularmente del orden Homoptera o "Chupadores de savia", se han evaluado seis especies en estado adulto pertenecientes a la familia *Cicadellidae*. Actualmente dos de esas especies se evalúan en estado ninfal. Igual-

mente se está estudiando una especie de *Aethalionidae* y otra de *Aphididae*.

En fincas afectadas por crespere en el municipio de Santa Rosa de Cabal se han realizado colectas de insectos en plantas con síntomas de crespere con ayuda de un aspirador manual. Posteriormente, en un invernadero en Cenicafé, los insectos se colocan en cámaras especiales para su reproducción y se escogen 100 estados ninfales con el fin de evaluar cada especie. Los insectos realizan la fase de adquisición del patógeno alimentándose de plantas con crespere, unas provenientes de injerto y otras ubicadas en fincas de Santa Rosa.

Para la transmisión, se confinaron plantas e insectos en cilindros plásticos durante 120 días. Hasta el momento, después de 150 días de iniciado el experimento no se han observado síntomas típicos de crespere en los materiales evaluados donde estuvieron las dos especies en estado ninfal. Debido al largo período de incubación sospechado deben seguirse realizando las observaciones de todos los materiales donde se realizaron las inoculaciones.

Agente causante. Para la verificación y caracterización de fitoplasmas como agentes causantes de la crespere, se han utilizado técnicas de biología molecular realizando extracciones de ADN de plantas sanas y de plantas enfermas, provenientes de invernadero y de campo, y de diferentes órganos como raíces, ramas, hojas, meristemas y flores. Con este ADN se evaluaron cinco pares de primers específicos para fitoplasmas y un primer para *Xylella fastidiosa*. Hasta el momento no se ha verificado la presencia de fitoplasmas ni de *Xylella*, mostrando las amplificaciones bandas comunes tanto en tejido enfermo como en sano. Igualmente los tamaños de las bandas no coinciden con los registrados en la literatura. Debido a la homología de ADN ribosomal procariota y el de organelos, se amplificó parte del ADN ribosomal de cloroplastos de *C. arabica*. Se debe continuar evaluando este ADN, buscando otros primers, o diseñar los propios, que permitan dilucidar la presencia de fitoplasmas en plantas de café y en insectos, para determinar el agente causante de la enfermedad.

7. Micorrizas

71

Nueva especie en zona cafetera. Las investigaciones realizadas durante cinco años sobre las Micorrizas Arbusculares en los cultivos de plátano y banano mostraron la susceptibilidad de estas variedades a asociarse con este tipo de hongos y a beneficiarse de ellos de varias maneras.

Los hongos mostraron en estos cultivos, al igual que como ha sido registrado en café, su presencia en forma nativa y sus potencialidades teniendo presente las características del ecosistema de donde son aislados. Las especies de MA que han sido identificadas en la zona Cafetera Colombiana, se sabe que también están asociadas con estos cultivos.

Los estudios de identificación (Universidad Católica de Lovaina), indican la presencia de una nueva especie perteneciente al género *Scutellospora*, aislada de la rizosfera de Musáceas, y que próximamente será reportada.

Interacción con Plátano y Banano. En las variedades de plátano Dominico Hartón y banano Gran Enano, Gross Michel y Williams, cuando las especies introducidas *Glomus manihotis*, *Glomus fasciculatum* y *Glomus fistulosum*, solas o en mezcla, se asociaron con el sistema radical de estas plantas desde la fase de adaptación y endurecimiento, significativos beneficios se obtuvieron en el crecimiento de las plantas, nutrición, efecto sobre nematodos sedentarios y migratorios y en preparar una planta para enfrentar las condiciones bióticas y abióticas, al momento del transplante a condiciones de campo.

En condiciones de campo, aunque los resultados son promisorios, aún no son contundentes debido a la dificultad de separar efectos entre los beneficios del microorganismo introducido y los producidos por una biota nativa que influye notoriamente en las etapas vegetativas, reproductivas y productivas de estos cultivos. Si lo que se busca es la producción de un racimo de mayor peso, el estudio en forma independiente de las Micorrizas Arbusculares introdu-

cidas, sin interactuar con otros microorganismos benéficos del suelo, hace que esa información todavía esté distante de obtenerse. Varios experimentos de campo en estos cultivos mostraron que la biota nativa y dentro de ésta las MA, producen efectos similares en producción a los obtenidos con el uso de fertilizantes químicos o biológicos (lombricomposto, MA introducidas).

Si lo que se desea es mayor sobrevivencia de las plantas en el campo, producir racimos sin contaminar el medio ambiente, disminuir costos de producción en estos cultivos, garantizar que se produzcan racimos con tecnologías limpias y potencializar la biota nativa, los resultados de estos estudios pueden ser la confirmación de información ya conocida, pero al mismo tiempo, el inicio de valorar nuestra flora nativa que quizás antes que estar estimulando, estamos alterando negativamente.

8. Otras Enfermedades:

Manejo de Phoma. Se determinó la efectividad del fungicida sistémico Cyproconazol Alto-100 (2cc/l) en mezcla con el surfactante Inex (1ml/L) para prevenir ataques de *Phoma* sp. en hojas nuevas de café.

9. Consultas fitosanitarias.

Se atendieron consultas fitosanitarias solicitadas por caficultores y por los Comités de Antioquia, Risaralda, Caldas y Cundinamarca, se realizándose visitas de diagnóstico por daños en café por, *Cercospora coffeicola*, *Ceratocystis fimbriata*, *Colletotrichum* sp., *H. vastatrix*, *Fusarium* en chapolas y disturbios fisiológicos. Igualmente, se atendieron consultas por problemas fitosanitarios en piña, pastos, estropajo, helecho de cuero y plátano, realizadas por agricultores, Agrónomos particulares y funcionarios del Asocítricos, U. Tecnológica de Pereira e ICA.

10. Desarrollo de Herramientas en Bioinformática

Este proyecto es el resultado de una iniciativa para el desarrollo del área de la Bioinformática en CENICAFÉ. La Bioinformática se ha convertido en un instrumento clave en investigación para el desarrollo de recursos y herramientas que permiten optimizar las actividades de investigación en labores concernientes con el archivo y utilización de datos, en especial de secuencias de ADN y proteínas y también de marcadores moleculares.

La creciente información generada por los proyectos de genómica del Centro ha hecho necesario diseñar una administración más eficiente y segura. Iniciando con las secuencias de *EST's* y *Microsatélites* de café, se estructuró un sistema de información que permite tener acceso y manipular de una forma rápida y eficiente los datos a través de un entorno de red al cual todos los usuarios autorizados tienen acceso.

Para la construcción de esta interfase especializada se utilizó el lenguaje *PHP* para la búsqueda, actualización, borrado e inserción de registros y fotos sobre la base de datos **Coffee Bank**. Esta base de datos se implementó sobre el motor de base de datos *MySQL*, que mediante el servidor *Web Apache* permite acceder y administrar desde cualquier punto de red del Centro, siempre y cuando se posean los respectivos permisos.

La base de datos *Coffee Bank* es versátil y puede ser actualizada constantemente con los datos que se obtienen en los nuevos proyectos, como el estudio de la biodiversidad o la construcción del mapa genético del café.

Las proyecciones son las de añadir nuevas herramientas, interfases y aplicaciones de tal manera que los usuarios tengan herramientas de fácil uso y exploten de la mejor manera los contenidos de las bases de datos que se implementen.

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA

SELECCIÓN POR RESISTENCIA COMPLETA A LA ROYA DEL CAFÉ. MEG0100

Evaluación regional de posibles componentes de la variedad Colombia. Treinta y nueve progenies F_6 seleccionadas de tres poblaciones de Caturra x H deT identificadas como H3001, H3004 y H3005, están siendo evaluadas por rendimiento y resistencia a roya. Para producción se evaluaron las tres primeras cosechas en 5 localidades de la zona cafetera (Líbano-Tolima, Naranjal-Caldas, Paraguaicito-Quindío, Rosario-Antioquia y Santa Bárbara-Cundinamarca). Se sembraron como testigos las variedades Colombia y Caturra con control y sin control de roya (CCC y CSC). Para este informe los análisis parciales para cada cosecha y para el acumulado de los tres se realizaron a partir del promedio de planta por parcela (kg/café cereza). Los análisis por año muestran diferencias estadísticas significativas entre progenies para producción en cada una de las localidades evaluadas, excepto en el tercer año de producción en Santa Bárbara donde no se encontraron diferencias entre progenies. En el análisis combinado a través de localidades se encontraron diferencias altamente significativas para las fuentes de variación, genotipos, localidades y la interacción genotipo por localidad. Las mayores diferencias (prueba Dunnett 5%) entre las progenies y la variedad Caturra (CCC) se encontraron en las localidades de Rosario, Líbano y Santa Bárbara. Treinta progenies en Líbano, 39 en Naranjal, 39 en Paraguaicito, 33 en Rosario y 7 en Santa Bárbara fueron iguales estadísticamente en producción al testigo Caturra (CCC). El buen comportamiento de la mayoría de progenies en las diferentes localidades muestra la ventaja en el control químico de roya.

Todas las progenies evaluadas mostraron resistencia completa a la roya en el Líbano, Rosario

y Santa Bárbara, mientras en Naranjal todas fueron afectadas y en Paraguaicito solo 7 posibles componentes estuvieron libres de la enfermedad. Lo anterior pone de manifiesto la presencia de razas complejas de roya capaces de atacar a derivados del híbrido de Timor en estas dos últimas localidades.

SELECCIÓN POR RESISTENCIA INCOMPLETA A LA ROYA DE CAFÉ. MEG0200

Durante el período 1997 a 2002, se realizó la evaluación agronómica y de la resistencia incompleta a la roya en la progenie de un grupo de 100 progenitores elites de Caturra x Híbrido de Timor, de generaciones F5 y F6, derivados de los híbridos H.3001, H.3004 y H.3005, las cuales fueron sembradas en tres experimentos de campo. Estas progenies han sido parte de la composición genética de la variedad Colombia de las siembras hechas en los campos productores de semilla en los años 1980, y 1989 a 1992, cuya semilla se ha distribuido ampliamente entre los caficultores del país.

Los progenitores se encuentran propagados clonalmente en el Banco de Germoplasma de Cenicafé (Parque clonal de componentes de variedad Colombia) ubicado en la Estación Central Naranjal, donde se les realiza un frecuente monitoreo por presencia de roya.

Como resultado de estas observaciones de campo se sabe que desde el año 1995 la mayoría de estas plantas han experimentado el fenómeno de "quiebra de la resistencia completa", por la aparición de razas compatibles del patógeno.

En los tres experimentos analizados se tuvo como propósito observar el comportamiento agronómico y el nivel de resistencia incompleta existente en estos genotipos, que se hace visible cuando la resistencia completa es vencida por el patógeno. Los atributos agronómicos se evaluaron de acuerdo con los procedimientos de campo de uso corriente de la Disciplina. La resistencia incompleta se apreció por medio del efecto de la roya en la producción de los

genotipos evaluados, y a través del seguimiento periódico del progreso de la enfermedad en la región productiva de las plantas asociado con ciclos de cosecha con alta epidemia de roya, tal como ocurrió durante el período de las observaciones hechas este año.

En cada experimento se incluyeron tres testigos poseedores de resistencia incompleta (Bl.74, FK.105 y FK.139), dos susceptibles (Caturra) y dos con resistencia durable a la roya (Colombia).

La comparación de medias de tratamiento para la producción se hizo mediante la prueba de Dunnett ($p=0,95$) con relación al testigo variedad Colombia; los análisis de las variables asociadas con el crecimiento vegetativo (altura, diámetro, y número de cruces por planta), con respecto a la variedad Caturra. La comparación temporal de las epidemias se hizo con relación al testigo susceptible para así decidir sobre el nivel de resistencia incompleta que poseen los genotipos. El agrupamiento de los tratamientos es estrictamente genealógico.

La producción media de tres cosechas de los genotipos varió entre 254 y 459 @/ha-año, con promedio de 354 @, y una amplitud de 205 @, que equivale a 44,7% respecto del mayor valor.

Los testigos rindieron en @ de cps/ha-año: 400 los de resistencia incompleta, 380 variedad Colombia y 293 el Caturra sin protección química contra roya. La comparación del testigo Colombia vs Caturra, para estimar el efecto de detrimento de la roya fue de 22,3% menos en el promedio de tres cosechas registradas en tres experimentos. El mismo contraste entre el promedio de las 100 progenies estudiadas y variedad Caturra fue de 20,8% menos en el testigo susceptible. Respecto de los testigos con resistencia incompleta la variedad Caturra redujo su producción en 36,5%. Los estimados de heredabilidad en sentido amplio fueron muy altos (73,0 a 84,4%), lo que indica predominio de la variación genética.

Las características de las semillas fueron similares a las observadas en los testigos de refe-

rencia. Se destaca el incremento en el tamaño del grano registrado en uno de los tres experimentos confirmando el éxito de la selección por ese atributo del grano.

Los valores observados en las variables asociadas con el crecimiento vegetativo sugieren que las pequeñas diferencias entre las progenies y los testigos no son de magnitud importante y que su manejo en altas densidades de siembra no ofrece obstáculo para su cultivo. Los valores de heredabilidad de estas variables fueron notablemente altos (82,4 a 90,3%) que significa el predominio de la variación genética sobre la ambiental en su expresión. El análisis del progreso de la roya sobre los genotipos y su agrupamiento genealógico mostró que en los tres experimentos las progenies forman grupos homogéneos entre sí pero estadísticamente diferentes del testigo susceptible Caturra. Las diferencias entre los genotipos y el testigo susceptible son muy notables, mientras en Caturra alcanzó los valores máximos la enfermedad al iniciar las lecturas entre febrero y marzo (30 a 50%), en las progenies durante el período de las observaciones no alcanzó siquiera al 5%.

La expresión de resistencia incompleta en las progenies impidió el progreso de la enfermedad sobre ellas. Sin embargo, es frecuente observar en estas plantas la presencia de lesiones sobre hojas localizadas en sectores de la planta de cosechas anteriores, sin que sufran defoliación importante por esa causa. La resistencia dilatoria existente en la mayoría de las progenies estudiadas les brinda protección efectiva contra la enfermedad sin requerir de control químico.

SELECCIÓN POR RESISTENCIA A LA ENFERMEDAD DE LOS FRUTOS DEL CAFÉ (*Colletotrichum kahawae*). MEG0300

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; así como también, la evaluación agronómica de los materiales que presentan resistencia. Las actividades más importantes en este proyecto durante el periodo correspondiente a este informe están relacionadas con la identificación de resistencia en germoplasma de Cenicafé, mediante pruebas efectuadas en Portugal en condiciones de laboratorio, el análisis de resultados del primer año de evaluación de material en Zimbabwe y con el reenvío de germoplasma colombiano a Tanzania, para la evaluación en condiciones de campo.

Pruebas efectuadas en el CIFC. Con el fin de evaluar la resistencia a los aislamientos Kenya, Zimbabwe1, Zimbabwe9, y Camerún, se enviaron 100 genotipos. Se presentan los resultados del tercer envío del año 2001 y del primer envío del año 2002. Los resultados de los otros dos envíos aun no han sido recibidos.

Pruebas de campo en Zimbabwe. Se recibieron los datos de campo de la evaluación por resistencia a CBD enviados por el Dr. Dumisani Kutwayo. Se presenta el informe con los análisis de los resultados.

Pruebas de campo en Tanzania. A mediados de Mayo se enviaron de nuevo a Tanzania 40 genotipos de material avanzado de Caturra x Híbrido de Timor, para ser evaluados por resistencia a CBD. Las semillas del nuevo envío ya germinaron sin problema.

CONSERVACIÓN Y EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA DE CAFÉ. MEG0500

Las principales actividades realizadas relacionadas con la conservación, evaluación, renovación, documentación y uso de la Colección Colombiana de Café. Estas actividades se realizaron sobre todo en los experimentos MEG0516, en la parte correspondiente al Etiopía I, y MEG0527, Banco de Germoplasma II. En estos experimentos se programaron labores de mantenimiento, manejo y renovación, con el

objetivo de conservar en buen estado plantas de 122 Introducciones de la prospección de la FAO de 1965-1966 a Etiopía y 182 selecciones hechas en diferentes experimentos en la historia de la disciplina. También se presentan los resultados de las evaluaciones de roya en las introducciones que se encuentran en el Etiopía I en los experimentos del proyecto MEG0800. Se destaca los bajos grados de ataque a esta enfermedad, que presentaron la mayor parte de estas introducciones.

En la Colección de especies y variedades de Cenicafé - Experimento MEG0525 -, las actividades estuvieron principalmente dirigidas a la renovación por estaca y por semilla de 87 de las entradas que se encuentran en esta parte de la Colección.

HIBRIDACIÓN INTERESPECÍFICA EN CAFÉ MEG0600.

Se presentan los resultados del experimento MEG 0646, el cual fue sembrado con el objetivo de evaluar 22 progenies F_4RC_1 o F_3RC_1 provenientes de plantas seleccionados en poblaciones retrocruzamientos de *Coffea arabica* x *Coffea canephora* BP 358 y seleccionar las mejores plantas de las mejores progenies para avanzar la próxima generación.

El experimento fue sembrado en campo en diciembre de 1996, en la estación experimental Naranjal, bajo el diseño de látice cuadrado de 5x5 con dos repeticiones. La unidad experimental un surco de 12 plantas, de las cuales 10 fueron efectivas. Los testigos fueron las variedades Colombia y Caturra de esta última variedad se sembraron dos tratamientos, uno con control de roya y otro sin control. La distancia de siembra fue de 2m x 1m. En 1998 un rayo afectó algunas parcelas.

Al hacer la evaluación y el análisis estadístico de los principales caracteres agronómicos se obtuvieron los siguientes resultados: El 80 % de las plantas tuvieron calificaciones máximas de roya iguales o menores de cuatro, predominando los valores de 0 a 2 mientras que la

variedad Caturra tuvo los mayores grados de infección en todas las evaluaciones, sus máximos valores por planta estuvieron entre 5 y 7 tanto en las parcelas sin control como en aquellas con control de roya. La altura de planta de las progenies a los 25 meses, fue estadísticamente igual a la de Caturra; la mayoría de las progenies no presentan diferencias significativas con la variedad Colombia ni en el tamaño de grano ni en la frecuencia de frutos vanos y granos caracoles. La producción promedio de las cuatro cosechas para el experimento fue de 4,4kg de café cereza/planta (350 @ cps/ha). Las progenies FJ 252, FL 066 y FL 071, fueron las más productivas con producciones promedios para las cuatro cosechas de alrededor de 5,5kg de café cereza/planta (440 @ cps/ha). Estadísticamente similares a las del Caturra con control. Después de analizar en conjunto las características anteriores se seleccionaron las siguientes progenies: FJ 252, FL 066, FL 071, FL 065 y FL 010.

CONSTRUCCIÓN DE UN MAPA GENÉTICO EN CAFÉ Y SU UTILIZACIÓN PARA LA DETECCIÓN DE QTL. MEG14.00

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 influyen 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 la realización de cruzamientos entre progenitores seleccionados con el fin de obtener poblaciones potenciales para la construcción del mapa genético así como para el desarrollo de poblaciones para el análisis de QTLs.

Se logró establecer el laboratorio de marcadores moleculares con los equipos necesarios para el desarrollo de los trabajos con marcadores microsatélites y AFLPs.

Respecto a la optimización de los marcadores microsatélites se hizo una primera amplificación de todos los microsatélites con el fin de establecer cuáles de ellos amplifican de manera clara y cuáles requieren ser optimizados en sus parámetros de amplificación para ser utilizables. De los microsatélites GA se ensayaron un total de 169 y de éstos 10 no amplificaron y de los microsatélites CA se ensayaron un total de 100 de los cuales 14 no amplificaron. De igual forma, algunos de los microsatélites que amplificaron presentaron bandas muy débiles o patrones sucios de amplificación por lo que será necesario realizar su optimización.

Con los microsatélites que presentan un patrón de amplificación claro se iniciaron los trabajos de caracterización, utilizando una muestra de 31 genotipos representativa del germoplasma, que contiene especies diploides y dentro de *C. arabica* variedades comerciales e introducciones de Etiopía.

Igualmente con los mismos microsatélites se inicio el mapeo materno en la población F1 de *C. liberica* 24 x *C. eugenioides* "oficina", que consta de 100 individuos. Respecto al desarrollo de marcadores RFLPs se logro en el período correspondiente a este informe obtener la licencia de Ingeominas para el manejo de fósforo 32 (licencia # 1485) y hacer la adecuación del laboratorio para el trabajo con dicho isótopo, así como el entrenamiento del personal de CENICAFÉ que requiere desarrollar trabajos en dicho laboratorio.

EVALUACIÓN DE UN PROMOTOR ESPECÍFICO DEL ENDOSPERMA DEL CAFÉ EN PLANTAS TRANSGÉNICAS DE TABACO Y CAFÉ. BTE 05-06

En el informe del año anterior se demostró que los fragmentos de 930 y 418 pares de bases de

la región promotora 5' del gen que codifica la arabicina del café contenían las secuencias regulatorias para dirigir específicamente la expresión del gen reportero *gusA* hacia el tejido de la semilla del tabaco. También se pudo apreciar que la expresión del gen era reducida a la mitad cuando ocurría una delección en la posición -, identificada como un elemento que afecta cuantitativamente la expresión del gen.

Continuando con el estudio del promotor, este año se evaluó la actividad de un fragmento del promotor más pequeño y que corresponde a la posición -209. Se encontró que en plantas transgénicas de tabaco este fragmento retiene las secuencias necesarias para dirigir la expresión del gen *gusA* hacia la semilla de tabaco, pero su actividad cuantitativa se redujo aproximadamente 7 veces comparada con el fragmento de 418 pares de bases.

Se escogieron los fragmentos de 418 y 209 pares de bases para confirmar su actividad tejido-específica en tejidos transformados de café. Se utilizaron suspensiones celulares de *C. arabica* var Colombia las cuales fueron transformadas con los correspondientes vectores. Se encontró que la actividad del promotor de 418 pares de bases era aproximadamente 40 veces más fuerte que el fragmento de 209 confirmándose los resultados obtenidos en plantas de tabaco.

Para los experimentos de transformación genética estos resultados son muy útiles ya que además de poder utilizar promotores propios del café, también se podrá utilizar el fragmento de promotor que más convenga de acuerdo a la expresión que se desee tener del gen heterólogo en la semilla del café. Desde el punto de vista de la fisiología de la planta sería muy conveniente que un gen heterólogo se exprese en el tejido deseado y en la cantidad mínima posible que produzca el efecto deseado. Ahora falta esperar la regeneración de plantas transgénicas incluyendo los vectores que en este trabajo se estudiaron para comprobar la expresión específica del gen *gusA* en la semilla del café y en la cantidad esperada

Fotosíntesis y relación fuente - demanda en el cafeto. La fotosíntesis, al involucrar una serie de reacciones bioquímicas mediante las cuales los vegetales son capaces de sintetizar su propio alimento (organismos autótrofos) y generar excedentes para la alimentación y uso humano y animal es uno de los procesos más importantes de los que se puedan presentar en la biosfera. Sin embargo, la dinámica de la síntesis y translocación de los compuestos producidos en este proceso (principalmente carbohidratos y azúcares) a los diferentes órganos que componen la planta estará en función de la etapa fenológica en la que esta se encuentre.

Así, al variar el tamaño y fuerza de órganos fuente de carbohidratos (follaje), órganos de demanda (frutos en crecimiento y desarrollo) y sistema de raíces (mediante cortes severos) en plantas de café los datos muestran un comportamiento diferencial de los órganos que la componen. Plantas a las cuales se les retiró manualmente el 25% de su follaje no se ven tan afectadas como aquellas a las cuales les fue retirado el 50% ó 75% de sus hojas, siendo más severo el efecto en las últimas. La eliminación de un porcentaje diferencial de frutos en pleno crecimiento permite que esos carbohidratos, que inicialmente debían llegar a los frutos separados de las plantas, sean transportados hacia otros órganos. El corte severo de raíces afecta notablemente el crecimiento y acumulación de materia seca de los diferentes órganos de la planta, comportándose algo similar a lo que sucede cuando la planta pierde el 75% de su aparato fotosintético.

La información generada en este experimento servirá de herramienta para la comprensión de las relaciones genotipo - ambiente y será una base para investigaciones que busquen maximizar la eficiencia fotosintética y la distribución de los asimilados hacia las zonas de producción. Además, permitirá entender el comportamiento de la planta bajo un desbalance inducido en los órganos fuente o demanda similar al causado por disturbios nutricionales, de plagas, enfermedades o la cosecha mecánica. La información obtenida

también aportará conocimientos de interés para la modelación matemática del cultivo.

Efecto del incremento en la concentración de CO₂ ambiental sobre la fotosíntesis del café.

Teniendo en cuenta que la concentración de CO₂ ambiental se ha incrementando en las últimas décadas, se pretende conocer la influencia de esta condición sobre el cultivo de café. Para tal efecto se adelanta la investigación «Efecto del incremento de las concentraciones de dióxido de carbono sobre la fotosíntesis en la planta de café (*Coffea arabica* L.)».

Durante el período del informe se construyó la infraestructura necesaria para el desarrollo de la investigación, consistente de cámaras cerradas para plantas completas, cámaras de techo abierto para aclimatación de plantas y su respectiva red de suministro y distribución neumática. Además se ha trabajado en la estandarización de la metodología de enriquecimiento de dióxido de carbono para cada uno de los tratamientos. Igualmente se han realizado pruebas preliminares en las cuales se inyectan flujos conocidos provenientes de un cilindro de CO₂ puro al flujo principal de aire que viene de un compresor. Estas pruebas han sido desarrolladas en los dos tipos de cámaras, en las que se mide a través del tiempo la concentración de CO₂ enriquecido y se compara con una concentración de CO₂ de referencia. El enriquecimiento de dióxido de carbono es el factor que presenta mayores dificultades, ya que han sido identificados inconvenientes en la aplicabilidad del sistema de compresión de aire existente, puesto que el flujo proveniente de dicho compresor tiene oscilaciones que alteran la medida de la concentración de CO₂. Para solucionar el problema, se instalará un regulador de presión inmediatamente después de los tanques de almacenamiento del sistema de compresión con el fin de optimizar el control de la presión y flujo del aire inyectado al sistema. Este será un proyecto de investigación básica y con visión de futuro en café, el cual pretende aproximarse a conocer la respuesta que tendría la planta en un escenario de mayores concentraciones de dióxido de carbono atmosférico.

Efecto de la nutrición mineral sobre la fotosíntesis de la hoja del café.

Se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de nitrógeno en solución nutritiva (100%, 75%, 50% y 25%) sobre la fotosíntesis, variables bioquímicas, crecimiento y acumulación de materia seca de plantas de café. Se observó que las plantas del tratamiento 25% presentaron menor fotosíntesis, crecimiento, acumulación de materia seca y mayor transpiración. Se registró un comportamiento inverso de la actividad de las enzimas involucradas en el proceso de la fijación del CO₂ (RUBISCO y PEPC). Así, en los períodos de mayor actividad de RUBISCO se observó una disminución en la actividad de PEPC y viceversa. Esta respuesta posiblemente esta relacionada con mecanismos de compensación cuando sobre alguna de estas enzimas actúan factores que influyen en su cinética. El contenido de clorofila y proteína disminuyó al reducirse la disponibilidad de nitrógeno para la planta, razón que puede explicar la menor fotosíntesis toda vez que un limitado suministro de este elemento afecta las reacciones fotoquímicas de las cuales se deriva la energía requerida para el proceso de fijación del CO₂ y la síntesis de enzimas que participan en el mismo. Al analizar el efecto de diferentes concentraciones de fósforo, también en solución nutritiva, sobre el proceso fotosintético de la planta de café, no se ha observado una respuesta consistente de las variables fotosintéticas y bioquímicas a través del tiempo, aunque existe una tendencia a que la disminución de este elemento afecte particularmente el contenido de clorofila.

Efecto del estrés hídrico del suelo sobre la actividad fotosintética de la planta de *Coffea arabica* L. cv. Colombia.

Del estudio del efecto del déficit y exceso hídrico en el suelo sobre el proceso fotosintético del café se concluye que ambas condiciones afectan negativamente el proceso. Plantas sometidas a limitada disponibilidad hídrica presentan disminuciones en la fotosíntesis y la transpiración, mientras que las que se desarrollan bajo condiciones de exceso aunque igualmente presentan disminuciones en la fotosíntesis experimentan aumentos en la transpiración.

Efecto del estrés hídrico del suelo sobre las diferentes etapas de la fisiología floral en *Coffea arabica* L. cv. Colombia. En general se puede afirmar que el estrés hídrico por déficit o exceso presentan el mismo efecto sobre la planta cuando este se presenta en las etapas tempranas del cultivo, afectándola de forma permanente y no permitiendo su recuperación, aún si las condiciones ambientales retornen a la normalidad; en tanto que en etapas posteriores, luego de un año de establecido el cultivo en el campo, el efecto dependerá de la época y la magnitud del estrés que se ejerza sobre la planta. Es indispensable relacionar la información presentada con la dinámica de la floración, de tal forma que se pueda dar una explicación más precisa del efecto del estrés sobre la fisiología de la planta.

Fotosíntesis y cambios metabólicos del pericarpio del fruto de café durante su desarrollo. Se estudia la actividad fotosintética y cambios metabólicos del pericarpio del fruto de café durante su desarrollo. Hasta el momento se observa que el fruto presenta menor respiración bajo condiciones de luz que de oscuridad, lo que indica un posible reciclaje del CO_2 proveniente de la respiración, tal como se ha establecido en otros trabajos. El contenido de clorofila total, proteína total y actividad enzimática de RUBISCO del pericarpio muestran una tendencia a la disminución durante el desarrollo del fruto. Contrario a la actividad de RUBISCO, la de PEPC es superior, la que alcanza su máxima actividad hacia las 18 semanas de crecimiento del fruto. A partir de esta semana el comportamiento de la bioquímica fotosintética del fruto se caracteriza por un descenso considerable en su actividad, mientras que la ganancia de peso del fruto a través del tiempo, expresada en términos de peso fresco y seco describe un comportamiento de tipo sigmoidal asintótico.

Cambios químicos del fruto de café asociados con su crecimiento y tratamiento postcosecha. En este trabajo se estandarizaron las condiciones de la técnica de GC/MS para estudiar la composición química de lípidos y azúcares de café (variedad Caturra) en las diferentes etapas de crecimiento del fruto. Hasta el momen-

to se han obtenido ácidos grasos libres de C9 a C22, donde los compuestos de mayor concentración son el ácido octadecanoico y 9,12 octadecadienoico, los que aumentan su concentración a medida que el fruto se desarrolla. También se han identificado algunos hidrocarburos en menor concentración, pero hasta el momento no se ha establecido una relación directa con el crecimiento del fruto. Entre los azúcares se han encontrado principalmente sacarosa, glucosa y fructosa, observándose disminuciones en la concentración de la última durante el desarrollo del fruto.

Caracterización de rubisco en introducciones de café y su relación con la actividad fotosintética. Se adelanta un estudio cuyo objetivo es el de seleccionar introducciones de café, de acuerdo a las características de la bioquímica fotosintética, para ser empleadas en programas de mejoramiento genético del cultivo. Para dar cumplimiento con el objetivo planteado, hasta el momento se ha purificado parcialmente la enzima ribulosa 1,5-bisfosfato carboxilasa oxigenasa (RUBISCO) de hojas de café variedad Colombia a través de cromatografía de columna utilizando resinas de exclusión molecular, intercambio iónico y ultrafiltración. De igual forma se han separado las subunidades S y L que conforman la enzima mediante técnicas de transferencia de membrana y prep cell (Biorad 491) con el fin de obtener las subunidades en forma independiente y así construir anticuerpos específicos contra cada una de ellas.

CUANTIFICACIÓN DEL EFECTO DE SUMIDERO POR LA GUADUA (*Guadua angustifolia* KUNTH). INVESTIGACIÓN FINANCIADA POR EL CONVENIO PROEXPORT - FEDERACAFÉ.

Crecimiento de guadua a partir de nuevas siembras (chusquines). En el estudio del crecimiento de la guadua en tres localidades (estación Naranjal- Chinchiná, hacienda San Jorge-Pereira

y finca Magallanes-Caicedonia) el comportamiento de la acumulación de la materia seca en San Jorge y Magallanes sigue el mismo patrón observado en Naranjal. Es importante anotar que hay una disminución apreciable en la tasa de crecimiento del número de tallos, hojas y peso seco de la planta, principalmente en la localidad de San Jorge, debido a las condiciones secas que acompañaron el final del año 2001 y a problemas de nivel freático y malezas en el lote. Sin embargo esto no afectó el crecimiento del área foliar y la acumulación de materia seca en este órgano en las demás localidades. La acumulación de materia seca en la raíz, tallo y planta completa continuaron a excepción de San Jorge debido al problema antes mencionado; dando inicio a la fase exponencial del crecimiento que concuerda con la misma época observada en el experimento que se llevó a cabo el año pasado bajo las condiciones del valle geográfico del río Cauca.

Crecimiento de renuevos de guadua en guaduales establecidos.

El comportamiento en los dos sitios de experimentación (San Jorge y Naranjal) sigue la misma tendencia, presentando un aporte de materia seca diferencial de acuerdo al órgano estudiado. En general, la hojas caulinares son los órganos que menor aporte hacen y para el séptimo muestreo había ocurrido una abscisión total de las mismas, encontrándose el tallo completamente desprovisto de ellas.

Los rizomas incrementan su materia seca hasta el sexto mes, momento en el cual hacen aparición las ramas y durante los tres meses siguientes lo hacen las hojas verdaderas, etapa que se asocia con los renuevos conocidos como "antenas". El tallo continúa con su acumulación de biomasa en la etapa exponencial, de tal forma que es el órgano que más aporta al crecimiento total del renuevo. Lo anterior se relaciona directamente con el crecimiento en altura, de igual forma como se ha establecido en otras observaciones de campo, mientras que el renuevo alcanza su longitud total en los primeros seis o siete meses. Para el caso de los sitios donde se llevan a cabo las mediciones, los renuevos han alcanzado un poco más de

24 metros de longitud, y se observa una baja variabilidad entre la longitud de los mismos a través del tiempo y localidad.

Determinación de la actividad y cantidad de las enzimas involucradas en el proceso de fijación del CO₂ atmosférico en diversos tejidos de la planta de guadua.

En los estudios de la bioquímica fotosintética de la guadua se ha observado que el contenido de clorofila en el tejido foliar de esta especie es mayor que en los tejidos foliares de caña y de frijol, y muy superior al contenido del tejido fotosintético del culmo en el entrenudo correspondiente a 1,5m de altura, lo cual puede deberse al pequeño espesor de la corteza del culmo. Los datos de actividad de PEPC en los diferentes tejidos parecen indicar que una buena parte de la acumulación de asimilados fotosintéticos como biomasa en el tejido foliar y de culmo de guadua se debe a una eficiente actividad fotosintética asociada a un trabajo enzimático relacionado con la ruta C4. Lo anterior puede explicar, en parte, las altas tasas de acumulación de biomasa en la guadua. La actividad de RUBISCO en el culmo es consistentemente baja, hecho que puede significar el alto grado de incorporación de CO₂ en el culmo de la guadua vía actividad de PEPC. Así mismo, la relación entre las actividades de PEPC y RUBISCO parece indicar que existe una forma muy eficiente de PEPC, aunque en cantidades bajas, asociada a los tejidos fotosintéticos del culmo. La actividad de PPDK y de NAD-ME en los tejidos foliares en el culmo sirve como control del experimento dada su relación con PEPC.

Las determinaciones de la actividad de PEPC en geles de poliacrilamida nativa muestran que en el tejido foliar y la corteza de culmo de guadua se encuentra la PEPC funcional y que tal actividad no es exclusiva de las plantas C4 puras (que en rigor no existen según los hallazgos más recientes en bioquímica fotosintética) y puede estar asociada a un mecanismo de concentración del CO₂ tanto en la hoja como en el culmo de guadua.

Se encontró que tanto el contenido de clorofila como el de proteína en la corteza del culmo de guadua están afectados por la edad del

culmo. En el caso de la clorofila, se encontró un pico de mayor contenido en el culmo hacia los tres y cinco años, edad que concuerda con las estimaciones empíricas de la madurez de la guadua. Así mismo, se encontró que la proteína soluble total de la corteza del culmo a 1,5m de altura desciende a medida que la planta envejece.

El comportamiento del contenido de clorofila en el culmo a través del tiempo puede ser utilizado para diseñar una prueba de determinación de la edad del cultivo, fácil y no destructiva, si se usa un medidor de fluorescencia de la clorofila.

Secado e inmunizado de la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth). Investigación financiada por el convenio Proexport - Federacafé. Se llevó a cabo un ciclo completo de secado, obteniendo guadua de 6 metros de longitud con el 11% de humedad. Sin embargo en la zona del difusor interno del horno se presentó una sobresaturación de humo, debido al efecto de tiro que ocasionó un sobre ahumado de las guaduas.

Con las guaduas obtenidas se cortaron secciones de 2,5m de longitud, las cuales se utilizaron para la construcción de un cerco en Cenicafé - granja, adjunto al proyecto de investigación relacionado con la producción de hortalizas bajo invernadero. Además una parte de la guadua ahumada se utilizó en la construcción de los invernaderos y casa - oficina del proyecto antes mencionado, con el fin de iniciar las evaluaciones respectivas.

Caracterización del producto de la destilación seca de la madera «ácido piroleñoso». Se estudian los compuestos del ácido piroleñoso, producto del secado e inmunizado de la guadua. Hasta la fecha se han identificado compuestos correspondientes a las familias de los fenoles (siendo los más representativos el 2,6-dimetoxifenol y el fenol), ácidos (ácido acético y propiónico), furanos (más concentrado el Dihidro-2(3H)-furanona), aldehídos (furfural y benzaldehído), cetonas (1-hidroxi-2-butanona y 2-hidroxi-3-metil-2-ciclopentanona) y en menor concentración algunos hidrocarburos y alcoholes.

Estudio anatómico de los diferentes órganos de la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) con énfasis en el culmo. Convenio Corporación Autónoma Regional del Quindío - CRQ, Cenicafé y Sociedad Colombiana del Bambú.

Se realizó la caracterización anatómica del culmo de *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) utilizando material recolectado en cuatro sitios diferentes de la zona cafetera de Colombia. Se analizaron caracteres como tamaño, forma y distribución de haces vasculares, diámetro y porcentaje de metaxilema y porcentaje de fibras a lo ancho de la pared del culmo y a lo largo del mismo. Se tomaron muestras a la altura del pecho y se utilizaron culmos con diferentes edades de crecimiento: 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60 hasta 120 meses. Los caracteres evaluados mostraron variación con relación al espesor de la pared del culmo, observándose mayor concentración y menor tamaño de haces vasculares hacia la periferia y menor concentración y mayor tamaño de haces vasculares en las zonas media e interna. No se observaron diferencias significativas al correlacionar los caracteres anatómicos con la edad. A lo largo del culmo se registró que el número de haces vasculares por unidad de área y el porcentaje de fibra se incrementan hacia el segmento apical y disminuyen hacia los segmentos medio y basal. Anatómicamente un culmo de *Guadua angustifolia* esta constituido por un 40% de fibra, 51% de parénquima y 9% de tejido conductivo.

Determinación y control de los factores de desverdización de naranja Valencia. Convenio Cenicafé - Asocítricos, financiado por Asohofrucol. Se estudia el efecto de las concentraciones de etileno y de la temperatura sobre el proceso del cambio de color de la naranja Valencia. Hasta el momento se ha evaluado el tratamiento 0ppm de etileno en naranja injertada en CPB y Sunky x English. Los resultados indican que la naranja almacenada a 25°C no conserva su calidad ya que pierde el 0,81% de su peso por cada día de almacenamiento lo cual hace que su calidad se disminuya. A temperatura de 4°C la tasa de pérdida de peso diario es de 0,12% y su calidad no se ve afectada en el tiempo de tratamiento.

Los análisis internos de calidad como son sólidos solubles totales, índice de madurez y acidez total no presentan cambios a medida que transcurre el tiempo de tratamiento lo que confirma que esta es una fruta climatérica.

El contenido de clorofila en tratamiento 0ppm de etileno disminuye y se logra un cambio de color que no es homogéneo en la corteza de la naranja. El tratamiento que mayor cambio de color presenta es la fruta sometida a temperatura 25°C en los dos estados de madurez pero su calidad no es la óptima para su comercialización ya que presenta una deshidratación externa.

Estudio de la actividad fotosintética del cultivo del lulo. Trabajo Cooperativo financiado en su totalidad por la Universidad Nacional de Colombia (Medellín) - Corpoica «La Selva» (Rionegro- Antioquia). Al comparar el comportamiento del intercambio gaseoso de dos genotipos de lulo (*S. quitoensis*), uno con espina y otro sin espina no se observaron diferencias significativas en la fotosíntesis y la transpiración. Sin embargo, y de acuerdo a la respuesta de la transpiración a las variaciones diarias en las condiciones microclimáticas, al parecer estos genotipos presentan diferencias en los mecanismos de regulación estomática los cuales pueden estar asociados con la presencia o ausencia de espinas en el tejido foliar.

Los genotipos anteriores y el genotipo «La Selva» (híbrido interespecífico entre *S. hirtum* y *S. quitoensis*) al someterlos a libre exposición y polisombas que retienen el 45% y 60% de la radiación, presentaron diferencias en la respuesta fotosintética. La fotosíntesis del genotipo con espina bajo polisombra del 45% se redujo en un 80,5% y 58,1% en comparación con la registrada bajo polisombra del 60% y a libre exposición, mientras que en el genotipo sin espina no se presentaron variaciones entre condiciones. Por su parte, «La Selva» alcanzó mayor fotosíntesis bajo polisombra del 45%, la cual fue superior en un 65,7% y 94,9% con relación con la alcanzada bajo polisombra del 60% y a libre exposición.

Efecto de la calidad del plástico sobre la fisiología fotosintética, el crecimiento y la productividad de especies horticolas, bajo condiciones semicontroladas. Investigación financiada por productos Químicos Andinos - PQA y Colciencias. Hasta la fecha se han construido los invernaderos tal como se plantea en la metodología en las dos localidades (Cenicafé y granja Tesorito - Universidad de Caldas). En Cenicafé, se realizó todo el montaje de los invernaderos, incluidas las camas hidropónicas y el sistema de fertirrigación. En bandejas plásticas de 128 alvéolos y con sustrato turba, se pusieron a germinar las semillas de tomate (Daniela-larga vida y porfia); pepino cohombro (Olympian y H402); lechuga (Aviram) y pimentón (Maor). Una vez germinaron (95%) y presentaban las características para el trasplante, se llevaron a las camas y se inició la fertirrigación con fuentes nutritivas solubles, y los cálculos de balance se realizaron de acuerdo con las necesidades nutritivas del productor de la semilla, haciendo los ajustes necesarios en cada una de las etapas del crecimiento.

Hasta el momento se han cosechado en los cuatro módulos de Cenicafé 1.830kg de pepino, 220kg de lechuga y está próximo a iniciar la cosecha de pimentón y tomate de las dos variedades. Los análisis estadísticos se llevarán a cabo una vez concluya la cosecha de cada especie.

En el estudio del efecto de la calidad del plástico de cada uno de los módulos sobre la fotosíntesis, contenido de clorofila y proteína de las hortalizas indicadas, se observó que la mayor fotosíntesis y el mayor contenido de clorofila de las cuatro especies se presenta bajo los plásticos no térmicos con filtro UV medio y máximo. Igual tendencia se vio para la proteína bajo el plástico no térmico con filtro UV medio, aunque en pepino, el mayor contenido se registró bajo el plástico térmico con filtro UV máximo.

Postcosecha



foto: gomez/11

INGENIERIA AGRÍCOLA

La disciplina adelanta investigaciones en los campos de cosecha, despulpado y secado. Adicionalmente capacita a técnicos del Servicio de Extensión de Federacafé, caficultores, estudiantes y docentes de universidades del país en los diferentes campos en que actúa.

Disminución de costos en la cosecha del café mediante la mecanización y a la cosecha manual asistida. Informe final del Proyecto cofinanciado por Colciencias. Los resultados obtenidos en este proyecto en cosecha manual y mecanizada del café indican que es viable el desarrollo de tecnologías (manuales y mecanizadas) que permitan mejorar los indicadores actuales, principalmente el rendimiento. Los factores que más afectan la cosecha selectiva mecanizada en Colombia son: alta desuniformidad de la maduración del café, con pocas excepciones superior al 40% debido a las múltiples floraciones; alta relación entre la fuerza de desprendimiento a tracción y el peso del fruto (4.754N/kg para frutos maduros y 8.800N/kg para inmaduros); pedúnculo corto (menos de 3mm) y frutos en nudos ó racimos (clusters) con poca separación entre sí; arquitectura del árbol (ramas bajas péndulas con alto crecimiento plagiotrópico); patrones de siembra y manejo de las plantaciones.

Cosecha manual

Se estudió el proceso de cosecha de café en suelos con pendientes de hasta 70% utilizando conceptos de Investigación de Operaciones y Ergonomía. Se identificaron las micro y macro tareas que realizan los recolectores para desprender el café y para desplazarse en las plantaciones. Se describió el ciclo que utilizan la mayoría de los recolectores para desprender el café, el cual se denominó Ciclo Básico de Recolección (CBR) y consta de las siguientes ó microtareas: transportar vacío buscando, sujetar frutos, desprender frutos, transportar a la palma de la mano, volver y transportar carga, y dejar carga. También se identificaron los desplazamientos típicos en las ramas, en el dosel del árbol y a lo largo de los surcos.

A partir de la información obtenida se diseñó un método de recolección con menor cantidad de micro-tareas que el CBR (4 en lugar de 6) ó CBRR (Ciclo Básico Reducido de Recolección). El recorrido a lo largo de las ramas se realiza desde su punto de inserción al tallo hacia el borde libre y en el árbol en zig-zag, de arriba hacia abajo. Para el recorrido a lo largo de los surcos se propuso el desplazamiento tipo cararas. Para su aplicación se modificó el canasto tradicional empleado en cosecha de café en Colombia, colocándole una bandeja inclinada en su parte superior para recibir los frutos y conducirlos al interior del recipiente. En pruebas de campo realizadas se observaron ventajas del nuevo método con relación al tradicional, principalmente una disminución del 36% en las pérdidas de frutos al suelo.

Para el mejoramiento de los indicadores de la cosecha manual, principalmente el rendimiento operativo (kg/h) y las pérdidas de frutos por caída al suelo, se diseñaron y evaluaron dispositivos manuales y mecánicos que permitieran la cosecha con el CBRR. Aunque no se logró incrementar el rendimiento operativo se disminuyeron las pérdidas de café por caída al suelo a valores inferiores al 1% del total del café cosechado.

Adicionalmente para los métodos tradicional y el mejorado se definieron estándares de tiempo para diferentes rangos de café por cosechar. Esta información es importante para optimizar la mano de obra empleada en la cosecha de café.

Cosecha mecanizada

Las propiedades físico-mecánicas de estructuras del árbol (tallo, ramas, sistema fruto-pedúnculo) son importantes para el diseño de equipos para la cosecha mecanizada del café. Se determinaron las siguientes propiedades físicas y mecánicas del sistema fruto-pedúnculo para árboles de café variedad Colombia de frutos amarillos y rojos, de 2, 3 y 4 años y en estado de maduración verde, pintón y maduro: dimensiones de los frutos, peso, momentos de inercia con respecto a los tres ejes (x,y,z), longitud, diámetro y rigidez del pedúnculo, fuerza

de tracción y los momentos flectores y torsores necesarios para el desprendimiento de los frutos. Aplicando fotogrametría se obtuvo información de la arquitectura de árboles de café (gráficos tridimensionales) sembrados en diferentes densidades. Se encontró que existe una relación lineal entre los datos reales y virtuales con una exactitud entre el 46% y el 78%, con una diferencia relativa entre los datos virtuales y los reales de 4cm, en promedio. Además, se obtuvo información sobre la longitud y distribución de las ramas por tercios del árbol, altura de los árboles y forma del árbol en general.

En la búsqueda de principios para el desprendimiento selectivo de los frutos se evaluaron los siguientes: aplicación de vibraciones en las ramas, impactos a los frutos y vibraciones al follaje y al tallo. También se estudió el desprendimiento utilizando succión neumática y se realizaron investigaciones básicas utilizando la visión artificial (en condiciones de laboratorio) para reconocer los frutos maduros en los racimos y localizar espacialmente su centroide.

Para determinar las mejores condiciones de operación de los prototipos construidos se realizaron estudios básicos utilizando modelos propuestos en la literatura para estudiar la respuesta del sistema fruto pedúnculo y pruebas de laboratorio, que permitieron conocer la frecuencia de resonancia de los frutos maduros y pintones, de la variedad Colombia, en su primer modo de vibración. En una segunda etapa se adelantaron estudios más profundos utilizando la técnica de elementos finitos.

Con dispositivos portátiles diseñados para aplicar impacto a los racimos que presenten alto porcentaje de frutos maduros (>50%), en árboles asperjados con Ethrel (800ppm), se logró cosechar con calidad igual o mejor que la obtenida en el proceso tradicional (menos del 5% de frutos inmaduros en la masa cosechada), con alta eficacia (más del 90%), y con rendimientos superiores (>30%) a los del proceso tradicional.

La aplicación de vibraciones al tallo es una alternativa que debe considerarse en la cosecha selectiva mecanizada del café. Se puede

desarrollar tecnología con especificaciones técnicas (tamaño, peso, potencia utilizada, características de manejo y costos, entre otras) viable para un porcentaje importante de las fincas cafeteras colombianas. Se desarrolló tecnología para sujetar vibradores al tallo la cual no ocasiona daños en la corteza de los árboles.

Con el fin de aportar conocimientos básicos y de ingeniería útiles para el diseño de tecnología selectiva viable para algunas zonas cafeteras colombianas (con pendiente del terreno hasta del 30%) se diseñó un prototipo partiendo de las tecnologías existentes (JACTO, AUSTOFT Y KORVAN), con menores dimensiones y peso. Se instalaron sensores para la medición de las variables de mayor interés bajo diferentes condiciones de operación (frecuencia de oscilación de los cepillos, velocidad de avance del equipo, configuración de las varillas del cepillo): aceleración en diferentes partes de los elementos impactantes (cepillos oscilantes ó barras sacudidores), flujo de aceite y caída o depresión en los motores hidráulicos que accionan los cepillos, extensómetros eléctricos ó "strain gages" en partes críticas de la estructura metálica del equipo. El equipo puede ser utilizado con 2 cepillos oscilatorios similares a los utilizados en las cosechadoras de café, o con barras sacudidoras utilizadas principalmente en las cosechadoras de uvas. Con las últimas se logra disminuir sensiblemente la potencia (de 10 kW a menos de 3 kW), se disminuye la distancia entre los ejes de las barras sacudidoras (lo cual permitiría construir máquinas para cosechar en cafetales con distancia de siembra de 1,5m), el peso de la máquina y los costos.

Los resultados obtenidos en estudios realizados en cosecha con aplicación de vibraciones al follaje con el prototipo diseñado y con un equipo importado de Italia permitirán diseñar tecnología de alto desempeño con características físicas (dimensiones, peso, altura del centro de gravedad), de operación (posibilidad de trabajar en terrenos con pendiente de hasta el 30%, en suelos húmedos, en cafetales de alta densidad), diseño, calidad de recolección y costos viables para Colombia.

Se ejecutaron 13 de las 15 investigaciones aprobadas inicialmente por COLCIENCIAS (86,7%). Debido a su complejidad, a la necesidad de adaptarlas al proceso empleado en CENICAFÉ especialmente para la planeación, y para facilitar la participación de estudiantes (tesis de grado) fue necesario adelantar un total de 35 trabajos de investigación, denominados experimentos en CENICAFÉ.

En total se realizaron 16 tesis (1 de maestría), tres de ellas recibieron mención de LAUREADA y una meritoria. Se publicaron 14 artículos científicos (hay cuatro en fase final de publicación, dos de ellos en la revista de la ASAE, American Society of Agricultural Engineers), un boletín técnico y un avance técnico. Se presentaron resultados de dos investigaciones en el Congreso de la ASAE en el 2000 (Milwaukee, Wisconsin) y de una en Chicago (Illinois) en 2002, en este último a partir del trabajo de Juan Rodrigo Sanz U. para optar al título de Ph.D. en la Universidad de Wisconsin-Madison, titulado "ERGATIS - Mechanized Coffee Harvesting in steep terrain", realizado en la parte experimental con recursos de COLCIENCIAS. Se presentaron cinco solicitudes de patente a la Superintendencia de Industria y Comercio.

Aunque no se alcanzó el objetivo general propuesto, disminuir los costos de la recolección de café, los resultados obtenidos indican que es posible mejorar los indicadores de la cosecha manual utilizando un método de trabajo en el cual se optimizan los micro y macro movimientos que ejecuta el recolector en el árbol y en la plantación. Adicionalmente, se lograron avances importantes en el desarrollo de herramientas para asistir la cosecha manual y para desprender mecánicamente los frutos (bajo diferentes condiciones de edad del cultivo, densidad de siembra, patrones de siembra, variedad, condiciones del terreno, tamaño de las fincas, condiciones socio-económicas de los productores y de los recolectores de café) que permiten afirmar que es posible desarrollar tecnologías para la cosecha mecanizada del café que satisfagan los estándares de calidad exigidos y las expectativas de un porcentaje importante de productores de café en Colombia.

Investigaciones en desarrollo

Dispositivo portátil para la cosecha del café por aplicación de momento flectores a los frutos-DESCAFE. ING 0111. Hace parte del proyecto "Alternativas de cosecha manual y de pequeñas máquinas para la cosecha manual del café" recientemente aprobado para cofinanciación por COLCIENCIAS.

En la cosecha manual de café los recolectores sujetan los frutos maduros con los dedos índice y pulgar y los giran para desprenderlos. De esta forma utilizan menos fuerza que la tracción pura (menos del 20% de acuerdo a estudios realizados en CENICAFÉ). Basados en este principio "natural" de desprendimiento de frutos maduros, se diseñó un dispositivo portátil de menos de 1kg de peso, con el cual se aplican momentos flectores y torsores a los frutos de mayor tamaño presentes en los racimos, utilizando piñones de caucho espumado colocados en tres ejes de acero, dos de los cuales giran en el mismo sentido con velocidades en el rango 600-1000rpm.

La herramienta se acondicionó para funcionar con una guadañadora a motor de 1,5 kW. En ensayos realizados en la cosecha de "mitaca" del 2002 con árboles de 2ª y 3ª cosecha, de variedad Colombia roja, de plantillas establecidas dos tallos por sitio, a 2m x 1m, sembrados en la Subestación Experimental La Catalina en el departamento de Risaralda. Los mejores resultados obtenidos fueron: Calidad, representada por los frutos maduros en la masa cosechada, 91,6%; Eficacia, indicador del porcentaje de frutos maduros desprendidos con la herramienta, 84,58%; Rendimiento operativo, 37,69kg/h. Se utilizaron mallas de polisombra para la captura de los frutos desprendidos por la herramienta; el tiempo en labores con las mallas por árbol fue 21,6s, valor considerado promisorio. Con esta herramienta se podría incrementar la eficiencia de un recolector (tiempo/árbol) hasta en un 100% lo cual permitiría en fincas pequeñas, hasta de 3ha, que la familia cafetera atienda personalmente la cosecha de café.

Cosecha de café con aplicación de vibraciones al follaje. COVAUTO. ING 0114. En los ensayos realizados en la Estación Central Naranjal con el equipo COVAUTO-I se observó que se pueden alcanzar altos rendimientos en cosecha (más de 170kg/h) aunque con calidad todavía no aceptable para Colombia (44,5% de frutos verdes en la masa cosechada). Con el fin de mejorar la calidad de cosecha, incrementar el rendimiento, facilitar los ensayos en cafetales de alta densidad y disminuir los costos, se construyó un nuevo equipo (COVAUTO-II), teniendo en cuenta los avances logrados en el experimento ING 0117 "Estudio del principio de vibración de múltiples puntos al tallo". Con el nuevo modelo se simplificó el diseño mecánico, se disminuyó el ancho del equipo (trocha) de 2,0m a 1,50m, lo que permite trabajar en cafetales sembrados a 1,5m entre surcos (primer equipo con estas características que conocemos). Adicionalmente se disminuyó el peso de 2,5tn a 0,25tn (10% del peso del COVAUTO-I y 5% el peso del equipo más liviano fabricado para la cosecha del café) y la potencia instalada de 40HP a solamente 5HP. Para la tracción en cafetales del nuevo modelo COVAUTO-II se puede utilizar fuerza humana (2 operarios), animal o un pequeño tractor (de máximo 20 HP). Los primeros ensayos con el COVAUTO-II se realizan actualmente en La Estación Central Naranjal, en un lote próximo a renovación.

Evaluación técnico-económica de una cosechadora comercial de café. ING 0116. Se continuó la evaluación del equipo sacudidor de follaje IL Tordo en la Estación Central Naranjal en árboles de 3ª cosecha sembrados a 2,0 x 1,0m, un tallo por sitio, y 2,0 x 0,7m, dos tallos/sitio. Se pretende determinar el procedimiento que permita el mejor manejo del equipo y la mejor calidad de cosecha posibles.

En los ensayos realizados se ha observado la potencialidad de este equipo para alcanzar altos rendimientos, con calidad de cosecha superior a la observada en los equipos COVAUTO-I y COVAUTO-II, debido a que el equipo permite impactar en forma dirigida los árboles en las zonas con mayor porcentaje de maduración. Se requiere desarrollar tecnología para

la captura de los frutos desprendidos y para retirar las hojas presentes.

Diseño, Construcción y Evaluación de un dispositivo para la cosecha mecánica del café, por vibración multidireccional al tallo. ING 0124.

Con el fin de disminuir el tiempo empleado en labores con dispositivos para recoger los frutos desprendidos, que representan hasta el 80% del tiempo total en cosecha con vibración del tallo, se diseñó y construyó una estructura tubular en forma de pórtico que permite el paso del equipo a través de los árboles, denominada VIBRAUTO. En una primera etapa se acoplaron al tronco del árbol el vibrador y un sistema de captura construido en estructura tubular con bandejas en lonas plásticas, por medio de mecanismos accionados hidráulicamente. La estructura fue acoplada lateralmente al motocultor. Para su operación se necesitaron dos personas, una para el manejo del motocultor y accionamiento del sistema hidráulico y otra para indicar la ubicación del vibrador. El rendimiento neto estuvo entre el 52,7kg/h y 74,76kg/h con una calidad de recolección entre 92,6% y 83,85%. Se observó buena eficacia de las bandejas en la captura de los frutos. Sin embargo, los tiempos empleados para el cierre de estas para el acercamiento del vibrador al tallo y para ubicar el equipo en cada árbol fueron altos e influyeron en el rendimiento del dispositivo.

En la segunda etapa se realizaron modificaciones al modelo anterior con el fin de incrementar el rendimiento neto en cosecha, disminuir los costos y facilitar su manejo en campo. Se utilizó la estructura en pórtico, la fuente de potencia anterior (motocultor DAEDONG de 14 HP) fue reemplazada por un motor a gasolina Honda de 8 HP. Se reemplazaron las bandejas por las placas retráctiles en PVC, empleadas en el COVAUTO y se desarrolló un nuevo vibrador que produce excitaciones lineales mediante un sistema biela manivela deslizador. Todo el conjunto fue montado sobre 4 ruedas de caucho y en una primera etapa se utilizó tracción humana para desplazarlo en las plantaciones. En las primeras evaluaciones se ha observado eficacia en el desprendimiento de frutos maduros del 95 % con tiempo por árbol

de 5,0s (2,38% del tiempo promedio empleado por un recolector en árboles de 3a ó 4a cosechas).

Efecto de la aplicación de acelerantes de maduración en la fuerza de tracción necesaria para desprender los frutos del café. ING 0136.

En el lote FIT 0405 de la Estación Central Naranjal de CENICAFÉ se realizó la evaluación de la respuesta del fruto de café a la aplicación del regulador fisiológico Ethrel 48 SL (Etefón: ácido - 2 - cloro - etilfosfónico, al 48%), en dos concentraciones distintas, 400 y 800ppm. El lote, próximo a renovación tenía 5.880 árboles de café de la variedad Colombia de 19 años de edad, divididos en 6 parcelas de 14m x 70m cada uno y a una distancia de siembra de 1m x 1m. La mitad de los lotes fueron asperjados con una solución de Ethrel, agua y miel de purga (coadyuvante) a una concentración de 400ppm y la otra mitad con 800ppm.

Desde el momento mismo de la aplicación del regulador fisiológico se midió la fuerza de desprendimiento promedio de los frutos de café con un intervalo de 8 días, hasta completar 23 días, ya que de acuerdo con Ramos (2002) todos los tratamientos con Ethrel muestran un efecto a los 16 y 20 días después de la aplicación.

A los 22 días después de haber sido aplicado el producto se tomó una muestra de cada lote. Los resultados finales de maduración fueron muy bajos en comparación con resultados obtenidos en trabajos anteriores, 28% de granos maduros para 800ppm y 18% para 400ppm, debido probablemente a que la dosis no fue la apropiada (18,9mg de ia/árbol, para 800ppm y 9,5mg de ia/árbol para 400ppm, respectivamente). Las muestras se beneficiaron por separado (proceso tradicional). Posteriormente se secaron (con aire forzado a 40°C), obteniéndose café pergamino seco (10 al 12% bh).

Luego se obtuvieron muestras de 200g cada una con el fin de determinar en ellas el factor de rendimiento, encontrándose que para el tratamiento con Ethrel, tanto para la dosis de 400 como la de 800ppm el factor de rendimiento en trilla fue similar (100,33 y 100,47, respectivamente).

Es conveniente indicar que el empleo de productos como Ethrel en lotes próximos a la renovación es una alternativa para seguir investigando, ya que permite disminuir el tiempo para maduración organoléptica (medido a partir del momento que los frutos alcancen su maduración fisiológica), lo cual favorece la concentración y oferta de frutos maduros, y la fuerza para desprender los frutos, principalmente los maduros. Adicionalmente, la pasilla que se obtiene, frutos inmaduros que se pueden despulpar, es más fácil de beneficiar y secar.

Evaluación de una herramienta de asistencia para la cosecha manual de café. ING 0143.

Hace parte del proyecto "Alternativas de cosecha manual y de pequeñas máquinas para la cosecha manual del café" recientemente aprobado para cofinanciación por COLCIENCIAS.

Se elaboró la propuesta y se sustentó ante el Comité Coordinador de Investigaciones de CENICAFÉ. Con la herramienta diseñada en para asistir la cosecha manual, denominada RASELCA (RASpador SElectivo de CafÉ), actualmente en trámites de patente de invención se espera incrementar el rendimiento operativo de los recolectores, sobre todo de aquellos que no alcanzan a recibir por su trabajo el equivalente al salario mínimo legal vigente.

En el diseño de la herramienta se tuvieron en cuenta factores ergonómicos como su bajo peso (85g) y facilidad de uso, pues reduce el ciclo básico de recolección típico (Vélez *et al.*) de 6 micromovimientos para cada mano, a solo dos micromovimientos para la mano que sostiene la rama por cosechar y tres micromovimientos para la mano que realiza el desprendimiento con el dispositivo. Además, debido a la simplicidad de su diseño y a los materiales utilizados se espera que cuando se fabrique en escala comercial sea de muy bajo costo.

Los resultados obtenidos en evaluaciones preliminares de este dispositivo muestran que en árboles con porcentajes de maduración mayores al 60% es posible obtener rendimiento hasta de 35kg/h, con un porcentaje de frutos

verdes en la masa cosechada cercanos al 8% y un 91% de eficacia en la labor. En condiciones críticas para la herramienta, porcentajes de maduración inferiores al 40%, se ha observado que no se mejora el rendimiento de un buen recolector tradicional y la calidad, medida por el porcentaje de frutos inmaduros en el café cosechado, no es favorable.

Cosecha asistida de frutos maduros por vibraincumbios controlados a ramas de café. ING 0144.

Se avanzó en el diseño de un dispositivo electromecánico para asistir la cosecha del café. El cosechador constará de un tubo telescópico (de longitud variable) que se podrá apoyar o no, en el suelo. En su parte superior estará colocado el actuador, o sea el elemento de un circuito de control realimentado que impactará la rama cuando el controlador automático o microcontrolador ordena ésta acción. Los frutos maduros de café deberán desprenderse preferencialmente y se espera que caigan verticalmente, sin grandes desplazamientos horizontales, como se ha observado en otros dispositivos, y porque con una mano el operador asegurará que la rama, alejada del tronco presente la suficiente rigidez, y así sea factible la captación del café desprendido en el dispositivo recolector en forma de embudo, en donde también estará localizada parte del actuador. El café recolectado caerá por el ducto y se depositará en un costal colocado en el suelo.

El sistema fue diseñado como conclusión de dos años de estudios matemáticos y de control moderno de ingeniería, que incluyó el desarrollo de un modelo en elementos finitos, para simular las diferentes respuestas dinámicas a las perturbaciones mecánicas efectuadas por impactos electromecánicos a una rama de café cargada de frutos. Los programas MATLAB, MICROCAP, LABVIEW, y filmaciones de alta velocidad serán utilizados para desarrollar el equipo asistente de cosecha.

Se diseñó un nuevo dispositivo de asistencia manual de cosecha, consistente en un aro simple de bajo peso, soportado por un brazo del operario. El aro sostiene una funda que conduce los granos desprendidos por el recolector

hasta un costal convencional. La labor de cosecha consiste en desprender los granos en forma simplificada, disminuyendo los movimientos principales de la cosecha manual de 6 a 3. Se espera evitar también tener que sostener continuamente el peso de los granos cosechados y el volumen del canasto. Se adelantarán evaluaciones de campo para verificar si con la nueva herramienta se logra mejorar la eficiencia, la eficacia y los costos de recolección de la cosecha tradicional.

Cosecha de café con la aplicación de impacto a los frutos y/o vibración de las ramas. ING 0145.

Hace parte del proyecto "Alternativas de cosecha manual y de pequeñas máquinas para la cosecha manual del café" recientemente aprobado para cofinanciación por COLCIENCIAS.

Partiendo de los resultados obtenidos en el experimento ING 0107 "Evaluación de batidores mecánicos en la cosecha del café" y de tecnología portátil desarrollada en Italia para la cosecha de olivas, se diseñó un equipo de bajo peso (300g), accionado con el motor de una guadaña de 1,5kW, con el cual en evaluaciones preliminares se ha observado que se puede trabajar en cafetales con porcentajes de maduración cercanos al 50% y obtener calidad de cosecha con menos del 8% de frutos inmaduros en la masa, con rendimientos (sin considerar la captura de los frutos desprendidos) superiores a 40kg/h y eficacia superior al 80%.

Con esta tecnología se aprovecha la capacidad de ser humano para ver y ubicar frutos maduros en cualquier parte del árbol (sin restricciones por sombrero) y su fuerza para posicionar una pequeña herramienta que realiza un movimiento similar al de sus dedos para desprender frutos maduros en cualquier parte del árbol. Debido a su diseño se puede desprender frutos en tres formas de operación del equipo: 1) Impactando la rama para generar vibraciones de gran amplitud y frecuencia (aceleraciones altas) que generan las fuerzas inerciales necesarias para vencer la fuerza de unión de los frutos al pedúnculo. Esto se puede hacer en las ramas del árbol que presenten

alto porcentaje de frutos maduros. 2) Impactando solamente racimos o nudos con alta proporción de frutos maduros, más del 80%, colocándolo en medio de los dos agitadores. 3) Impactando fruto por fruto con la parte externa de los agitadores. Debido a su versatilidad esta tecnología se puede utilizar con agilidad en cualquier parte del árbol, cosechar todo un árbol prácticamente desde una sola posición (especialmente en árboles de 2ª y 3ª cosechas) en diferentes condiciones de maduración de los árboles y en cafetales de alta densidad.

Esta tecnología se continuará evaluando en diferentes condiciones de cafetales (edad, patrón de siembra, condiciones del terreno). Con la información que se obtenga se harán las modificaciones que se requieran para diseñar y construir el primer prototipo con fines de fabricación industrial.

Evaluación de un vibrador portátil de tallos y ramas de fabricación comercial en la cosecha del café. ING 0146. *Hace parte del proyecto "Alternativas de cosecha manual y de pequeñas máquinas para la cosecha manual del café" recientemente aprobado para cofinanciación por COLCIENCIAS.*

Los vibradores portátiles accionados con motores de baja cilindrada y potencia se utilizan en Europa para la cosecha de diferentes frutales (olivas, almendras, manzanas, duraznos, albaricoques, etc) con notorio éxito en la disminución de los costos de esta labor. Se importó de Italia un vibrador portátil de tallos ó ramas accionado por un motor de 1,5kW, de relativo bajo peso (8,2kg el equipo completo). Con el equipo se puede generar vibraciones con frecuencia en el rango 3.000cpm a 5.500cpm y fuerza de hasta 655N. Con esta tecnología se pueden alcanzar altos rendimientos (>200kg/h-persona).

En ensayos realizados en Cenicafé se han obtenido tiempos por árbol inferiores a 2s, menos del 2% del tiempo promedio empleado por un recolector tradicional, en árboles de 1ª y 2ª cosechas, con eficacia superior al 90% y calidad de cosecha superior al 90%.

Evaluación de dos sistemas para recoger los frutos desprendidos con herramientas portátiles.

ING1047. Los frutos de café caídos al suelo durante la recolección, que pueden representar entre el 1% y hasta el 10% del café cosechado ocasionan pérdidas económicas inmediatas, al no poder comercializarlos, y favorecen el desarrollo de la broca.

En investigaciones realizadas en Cenicafé se ha observado que con mallas colocadas en los surcos de los árboles por recolectar se puede atrapar el 100% de los frutos desprendidos por los recolectores. Sin embargo, esta tecnología todavía no está disponible para los caficultores, principalmente debido a que el tiempo empleado en labores con ella es muy alto. En esta investigación se evaluarán dos metodologías con las cuales se busca optimizar el manejo de las mallas: En la primera, denominada **ITALIANNET**, empleada en Italia para la recolección de frutos desprendidos mecánicamente, se utilizan cables guías o templetes ubicados en la parte baja de los árboles en contacto con los troncos, con accesorios que permiten sujetar la malla y deslizarla sobre los templetes en forma rápida a lo largo de los surcos por cosechar. En el segundo sistema llamado **ROLLERNET** se utiliza un carretel que permite el desenrollado y enrollado rápido de la malla y adicionalmente el transporte del café sobre la malla. En los ensayos preliminares con estas metodologías se ha observado disminución en el tiempo de labores superior al 50% con relación a las empleadas en Cenicafé en otras investigaciones.

Evaluación de dos dispositivos en la recolección de frutos caídos al suelo. ING 0148.

Con el fin de recoger frutos caídos en la gotera del árbol y facilitar el manejo integrado de la broca se están evaluando dos dispositivos, uno manual y otro mecánico. El modelo manual consta de un rodillo con púas de acero, utilizado en Europa para recoger frutos del suelo, principalmente olivas y castañas, al que se le hicieron modificaciones para permitir su empleo en la gotera del árbol con limitaciones de espacio y en presencia de mucha hojarasca. Con este modelo se han alcanzado eficacias cercanas al 70%.

El otro equipo a evaluar consta de un ventilador centrífugo, un motor de combustión y un depósito, que le permiten aspirar los frutos y todo tipo de material presente en la gotera del árbol. Con este dispositivo se han alcanzado eficacias de hasta un 90% aproximadamente.

Actualmente se trabaja en el diseño de un sistema separador de hojas para los dos dispositivos, que permita recoger solamente los frutos de café.

Evaluación de dos cubiertas plásticas en el secador solar del café. ING 0828. Con el objetivo de evaluar en forma experimental y comparativamente dos propiedades físicas que determinan las características térmicas principales (la **transmisividad** a la radiación solar - de ondas cortas - y la **absorbancia** a la radiación del café dispuesto en el piso - de ondas largas) de dos tipos de plásticos comerciales producidos en el país para el secado solar de café por la empresa Productos Químicos Andinos de Manizales (AGROPLAS Y AGROCLEAR), se construyeron cuatro secadores con cubierta plástica (conocidos como secadores "parabólicos"), dos con cubierta simple (una sola película) y dos con cubierta doble (dos películas separadas aproximadamente 20cm), cada uno de 24m² de área efectiva para secado (capacidad estática de 18 @cps). En los ensayos realizados se ha observado igual tiempo de secado en cada uno de los tratamientos considerados.

Adicionalmente, en este experimento se genera información que facilitará la construcción de estos secadores (para que los haga el dueño de la finca) y disminuir notoriamente los costos de construcción por metro cuadrado (en más del 50%).

QUIMICA INDUSTRIAL

CALIDAD DEL CAFÉ

Mejoramiento de la calidad del café por medio de la prevención de mohos. Proyecto cofinanciado por la FAO. Para evaluar los riesgos para la

calidad e inocuidad del café colombiano en desarrollo de la investigación para el mejoramiento de la calidad del café, se realizaron 61 visitas a 59 fincas ubicadas en varias veredas de los municipios de Manizales, Palestina, Chinchiná y Santa Rosa de Cabal. Durante la visita se realizaron varias actividades: se registró el nivel de conocimiento y capacitación de la persona encargada del beneficio del café, la organización e higiene del beneficiadero y las prácticas y procedimientos que se realizan en la finca para el procesamiento y producción del café. Se registraron las prácticas generales de cultivo, el porcentaje de infestación de broca, el manejo de la broca, el mantenimiento del beneficiadero y equipos, y las prácticas y controles seguidos durante el proceso. Por medio de fotografías se registraron las condiciones de organización y limpieza del beneficiadero y equipos, el manejo del café y de los residuos y la contaminación cruzada, así como los sitios disponibles para el almacenamiento del café y los agroquímicos. También se realizó la determinación del porcentaje de frutos perforados por broca y el porcentaje de cada estado de desarrollo del fruto, maduro, pintón, sobremaduro y verde sano; se tomaron las dimensiones de los secadores de café disponibles y se midió la humedad del café pergamino seco producido en la finca. Se tomaron muestras de café pergamino seco producido, las cuales fueron analizadas en su calidad física, organoléptica, tipo de mohos predominantes y contenido de ochratoxina A. Para analizar los mohos y evaluar la presencia de *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius* y *Penicillium verrucosum*, reportados como productores de ochratoxina A, también se tomaron muestras de cereza, café pergamino húmedo o almacenado en tanques (para las fincas que desarrollaran estas prácticas), muestras de suelo, superficies de tanques y despulpadora y muestras de ambientes de cafetal y beneficiadero.

Variedad, manejo de broca y calidad del fruto recolectado de muestras de fincas visitadas. Se registró que en el 94,9% de las fincas se cultiva variedad Colombia, y en el 35,6% de estas fincas se encuentra sembrada solo esta variedad. El porcentaje de broca en campo varió del 1 al

24% en las fincas que respondieron (47,5%), 52,4% de las fincas no mide, no sabe o no tiene dato para esta infestación. Con respecto a los métodos de control de la broca se encontró que el 23,7% de las fincas utilizan solo insecticida, en el 17% de las fincas usan solo el Re-Re, en el 59,3% insecticida y Re-Re, en el 6,8% de las fincas controlan la broca con manejo integrado con uso de insecticida, Re-Re y hongos entomopatógenos. El porcentaje de café cereza maduro sano varió de 49,2% a 83,5% con un promedio de 65,6% (cv 12,7%) y un valor más frecuente entre 60 y 70%. El fruto de café verde con frutos sanos y perforados por broca varió de 0 a 3,6% con un promedio de 0,26%, (cv 387%), dato muy favorable para la calidad del café. Por otra parte el porcentaje de frutos dañados por broca varió de 2,4% a 35,9%, con un promedio de 12,1%, (cv 68,9%). El valor más frecuente fue del 10 al 15% de frutos cereza dañados por broca en el café recolectado.

Perfil sanitario del proceso de beneficio del café en las fincas visitadas. Se observó que el 35% de los beneficiaderos presentan un estado deficiente a pésimo de limpieza e higiene con contaminación cruzada por basuras, animales, sustancias, equipos o elementos de fumigación con residuos de sustancias utilizadas y/o suciedad con residuos de beneficio. Solo en el 8,5% de los beneficiaderos la higiene, limpieza y organización se valoró como sobresaliente.

Descripción de métodos y prácticas de beneficio de café en fincas visitadas: En lo relacionado con el recibo del café se encontró que solo el 17% de las fincas realizan una clasificación del café en cereza, antes de iniciar el proceso de beneficio. Aunque en el 34% de las fincas se encuentra una zaranda, solo en el 25% de las fincas se utiliza la zaranda para la clasificación del café después de despulpado. El resto la tienen guardada dentro del secador cuando no usa este equipo, o en algún sitio del beneficiadero, no reconociendo la importancia de instalar la zaranda para mejorar el control de la etapa del despulpado del café y favorecer la calidad de la bebida. El 49% de las fincas visitadas procesan el café por fermentación natural, otro 49% lo procesan por desmucilaginado mecánico, el resto solo seca

el café de otras fincas. El 70% del total de las fincas dejan el café en tanques después del proceso de fermentación del mucílago o después de la operación mecánica de desmucilaginado, por 2 a 9 días, resultando que el 61% de las fincas visitadas realizan mezclas en el tanque adicionando café de días siguientes de despulpado, la mayoría cambian el agua. Las prácticas de dejar el café almacenado después de fermentación o desmucilaginado se encontraron en el 41,3% de las fincas que procesan el café por desmucilaginado mecánico y en el 82,8% de las fincas que lo procesan por fermentación natural. El 41,6% de las fincas que separan mecánicamente el mucílago y realizan mezclas de café en el tanque adicionan y cambian el agua, realizando un enjuague del café antes de su secado. Para las fincas donde se utiliza la fermentación natural y se realizan mezclas después de despulpado en el tanque se encontró que el 50% adicionan agua y la cambian diariamente, y lavan al final el café antes de su secado. Estas prácticas explican en parte el alto porcentaje de defecto fermento encontrado en la calidad de las muestras analizadas. En el 63% de las muestras se percibió al menos en un 7 % de la muestra el defecto fermento en el sabor o aroma.

El 89,7% de los caficultores que procesan el café por fermentación natural tienen secador en su finca, el 72,4% de las fincas que utilizan este proceso para la separación del mucílago tienen secadores al sol, lo usan solo el 85%; el 48,3% tienen secador mecánico usándolo el 71% de estas fincas. Para el caso de los caficultores que procesan por desmucilaginado mecánico se encontró que el 82,7% tienen secador, el 34% tienen secador al sol y lo usan; el 72,4% tienen secador mecánico usándolo el 95%. En el 59% de las fincas hay secador mecánico, el 60% de los cuales funcionan con ACPM. El 52,5% de las fincas visitadas tienen un secador solar, siendo la elba el secador solar más utilizado en el 58% de los casos. Por otra parte se registró que el 37,9% de los caficultores que procesan por fermentación natural venden el café húmedo, en tanto que el 27% de los que lo procesan por desmucilaginado venden el producto como pergamino húmedo, resultando un 32,2% de las fincas que venden

el café húmedo, siendo más frecuente en fincas localizadas en Santa Rosa de Cabal, seguidas por las de Manizales, Chinchiná y en último lugar aquellas ubicadas en Palestina.

Con relación al manejo de residuos del beneficio se destaca que en el 96,6% de las fincas se tiene al menos una fosa para disponer la pulpa, utilizando lombrices para su descomposición el 27% de las fincas. En tanto que en el 72,8% de las fincas no se hace ningún tratamiento o método de disposición o almacenamiento de aguas residuales o mucílago obtenidos del beneficio del café.

Calidad física de las muestras tomadas en fincas visitadas. En cuanto a la calidad física del café almendra se encontró que solo el 61,46% de las muestras presentaron olor característico de la almendra, el resto fueron defectos y olores extraños. La merma varió de 16,9% a 22,2%, en tanto que el rendimiento en trilla varió de 93,48% a 182,48% con un promedio de 108,81% (cv 12,76%). Estos rendimientos tan bajos se debieron al alto porcentaje de granos perforados por broca, decolorados y vinagres, ocasionados por la plaga y por inadecuadas prácticas de beneficio. El porcentaje en peso de defectos en las muestras varió de 2,92 a 50,7 con un promedio de 17,3 (cv 46,1%). Los granos almendra dañados por broca variaron de 0,34% a 31,52%, con un promedio de 3,98% (cv 124,4%). El 22,2% de las fincas presentaron un porcentaje igual o inferior a 1,5% en granos almendra dañados por broca, el 48,2% presentaron daño por broca en los granos menor a 2,5% en peso, el 4,34% de las fincas presentaron daño por broca en la almendra superior a 10%. El 60% de las fincas presentó daño por broca en el grano almendra inferior al 4% en peso.

Con relación a la humedad del café producido se encontró que sólo el 42,2% de las muestras presentaron el rango de humedad establecido para su conservación (10 a 12%). Es importante resaltar que la variación de la humedad del producto fue muy alta, de 7,73 al 15,5%, el 31,1% de las muestras secadas en fincas presentaron valores de humedad superiores a 12%; por tanto, se recomienda estudiar soluciones para mejorar los métodos de control de finalización de secado por parte de los caficultores.

Calidad organoléptica de muestras de café tomadas en fincas visitadas. Para el análisis organoléptico se utilizó el método descriptivo cuantitativo con escala de 9 puntos, donde 9,8 y 7 califican café de buena calidad, 6,5 y 4, califican desviaciones donde 6 es apenas aceptable, 3,2,1 corresponde a defectos. En cuanto a la calidad de la bebida se destaca que solo el 13% de las muestras tomadas en las fincas alcanzaron una calificación muy buena en promedio para la bebida de café, el 31,2% de las fincas presentaron calificación de café de rechazo, por debajo de 3. Los defectos predominantes en la bebida preparada con las muestras de café tomadas de las fincas fueron el fermento y *stinker* percibidas en el 63% y 13% de las muestras, respectivamente; es decir, en el 67% de las muestras se percibió uno o ambos de estos defectos. Estos defectos son causados por las inadecuadas prácticas de beneficio utilizadas en las fincas, al despulpar café cereza de calidad heterogénea, no clasificar el café después del despulpado, (el 77% de las muestras presentaron pulpa adherida en el café pergamino seco), mezclar cafés en tanques y la permanencia de café despulpado en tanques por varios días hasta su sobrefermentación. El defecto contaminado y fenólico se percibió en el 3,6% de las muestras de café pergamino analizadas. Para las muestras de pasillas analizadas se encontraron defectos fermento, fenol o *stinker*, lo cual indica que estos residuos no presentan características de calidad para su consumo. Por tanto, es muy importante buscar estrategias y métodos para disponer estos residuos de otra forma.

Calidad sanitaria de muestras de café tomadas en fincas visitadas. Las muestras de café pergamino, ciscos, café almendra, pulpas y pasillas, se sembraron en medio de cultivo selectivo dicloran glicerol (DG18). Las muestras de suelo, ambientes y superficies se sembraron en medio dicloran glicerol carbendazín (DCO3). Las muestras se sembraron tanto directamente como después de una desinfección con hipoclorito de sodio al 1%. Para el aislamiento de mohos *Aspergillus spp* y *Penicillium spp* se utilizó medio Extracto de Malta y Czapek. Se hizo una descripción macroscópica cualitativa de la microbiota fúngica de las siembras y aislamien-

tos. En el momento todavía se está en la etapa de identificación de los aislamientos. Con relación a los mohos predominantes en los granos de café almendra obtenidos de trilla manual del café tomado en las fincas y desinfestados previo a la siembra, se encontraron los géneros *Penicillium spp.* con una frecuencia del 55%, *Aspergillus spp.* 35%, *Cladosporium spp.* 30% y *Fusarium spp.* 4,6%. También se encontró micelio blanco que correspondió al 25% de los crecimientos y micelio rosado al 2,6%. Aunque no se tienen todos los resultados todavía, hasta el momento entre las especies de *Aspergillus*, se ha encontrado con mayor frecuencia *Aspergillus niger* seguida de *Aspergillus flavus* en ciscos, superficie de secador, ambientes de secador, ambientes de cafetal y café almendra. *Aspergillus ochraceus* se ha encontrado en ciscos, café pergamino, ambientes de beneficiadero y café almendra.

En cuanto al contenido de ochratoxina A, OTA en las 54 muestras de café almendra analizadas se encontró que 63% de las muestras presentaron contenidos de OTA inferiores a 1 ppb, el 90,8% presentaron valores de OTA por debajo de 2 ppb, el 9,2%, correspondientes a muestras de cuatro fincas, presentaron contenidos de OTA superiores a 2 ppb con valores de 2,8 ppb.

FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CALIDAD DEL CAFÉ Y PANEL DE CATACIÓN

Durante este año se realizaron 105.006 análisis sensoriales de café. Se analizaron 7.448 tazas de muestras de investigaciones conducidas y lideradas sobre calidad del café, muestras de fincas, ensayos de beneficio ensayos de secado y variedades de café. Además, se efectuaron 3.052 evaluaciones sensoriales de muestras de café de 14 investigaciones de otras disciplinas de Cenicafé y muestras de un exportador particular. Para los análisis de calidad del café se utilizaron métodos de diferencia y el método descriptivo cuantitativo para calificar y describir la calidad. Se atendieron varias

visitas de estudiantes, agricultores y personal extranjero en el laboratorio de calidad con conferencias y explicaciones sobre la calidad del café. Se capacitó a más de 100 personas entre caficultores, agricultores, estudiantes y visitantes en las técnicas de análisis sensorial, cualidades organolépticas del café y defectos del café.

ESTUDIOS DEL PROCESO DE SECADO DEL CAFÉ

Estudios del proceso de secado del café pergamino al sol: Con el fin de evaluar los requerimientos de energía para secar el café al sol y mejorar las prácticas para el secado del café pergamino se realizaron 85 ensayos de seguimiento de secado del café al sol colocado en bandejas sobre superficie de cemento de secador tipo parabólico con cubierta de plástico. Los estudios se realizaron en Cenicafé, en el beneficiadero experimental utilizando café maduro, y beneficiándolo en forma controlada y cuidadosa. Se evaluaron capas de 1 a 2cm y café procesado tanto por fermentación natural como desmucilaginado mecánico. Se registró el tiempo de secado, las pérdidas de peso y la humedad del grano durante el tiempo de secado desde el inicio del proceso, al colocar el café en las bandejas y en 4 seguimientos diarios, hasta finalizar el secado. El secado se interrumpió al alcanzar los granos una humedad del 10 al 12%. Se registraron los datos de las variables climáticas así como del ambiente del secador y la temperatura de los granos. Se evaluó la calidad sensorial de las muestras por método descriptivo cuantitativo y se realizó el análisis físico de la muestra en apariencia, humedad, porcentaje de defectos y rendimiento en trilla. Todas las muestras presentaron muy buena calidad. Se observó una gran variación del tiempo requerido para secar el café para una misma cantidad y capa de café a secar, debido a, como era de esperarse una gran influencia de las condiciones atmosféricas del lugar y de las condiciones del ambiente del secador. Para el secado de café a 1cm se requirió de 3,9 días a 24,3 días, en tanto que para secado de café colocado a 2cm se requirió de 4,9 días a 20 días. Se están realizando los análisis de resultados.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAFÉ

Estudio del contenido de cafeína y composición bromatológica del café. Se determinó el contenido de cafeína y la composición bromatológica de café almendra y tostado. Se analizaron muestras de *Coffea arabica* variedades Típica, Caturra, Colombia y Borbón procedentes de Chinchiná y también Colombia, Caturra, Típica y Borbón resistente a la roya procedente de la Sierra Nevada de Santa Marta y café *Coffea canephora* variedad Robusta, procedente de cultivos experimentales de Cenicafé y de otros países de origen. También se analizaron mezclas de especies y variedades de café tostado y verde. Se formularon y prepararon 473 muestras de café almendra y tostado para análisis de cafeína, proteína grasa, fibra y minerales. La determinación de cafeína se realizó por HPLC. También se midió el pH, Brix y sólidos a 892 muestras la acidez titulable a 398 muestras. Como resultados se encontró que la distribución del contenido de cafeína en base seca para café tostado *Coffea arabica* varió de 0,95 a 2,2%, con el 50% de los casos entre 1,3 y 1,4 %. Los valores por encima de 2% correspondieron a café Caturra de fruto amarillo y Colombia de fruto amarillo. Para *Coffea canephora* variedad Robusta el contenido de cafeína varió de 2,1 a 2,7%, con un valor más frecuente de 2,5 a 2,55%, tanto para café Robusta de cultivos experimentales de Colombia, como para café de procedencia asiática.

MANEJO DE RESIDUOS DEL CAFÉ

CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES

Investigación básica sobre el cultivo de hongos tropicales en residuos agroindustriales de la zona cafetera colombiana. Proyecto cofinanciado por Federacafé-Proexport. Para evaluar el comportamiento y características del cultivo de hongos tropicales se realizaron 12 siembras de tres cepas de hongos del género *Lentinula edodes* (L13, L54 y L4055) y una cepa de *Ganoderma lucidum* (GI) sobre 12 tipos de formulaciones de sustrato que contenían ase-

rín de tronco del cafeto, borra de café y pulpa de café, las cuales se encuentran en el momento en las etapas de incubación y fructificación. Se terminó la evaluación de la formulación 1 (compuesta por 40% de aserrín del tronco del cafeto, 44% de borra de café y 13% de salvado de trigo) y de la formulación 2 (28% de aserrín del tronco del cafeto, 50% de borra de café y 19% de salvado de maíz) en el cultivo de las cepas L13, L54, L4055 y GI. También se evaluaron las formulaciones 3 (25% de aserrín del tronco del cafeto, 63% de borra de café y 10% de salvado de maíz); la formulación 4 (28% de aserrín del tronco del cafeto, 35% de borra de café y 35% de pulpa de café) y la formulación 5 (30% de aserrín del tronco del cafeto, 58% de pulpa de café y 10% de salvado de maíz) para el cultivo de las cepas L13, L54 y GI. Para la formulación 1, la cepa de *Lentinula edodes* que mostró los mejores rendimientos medios fue L54 con un valor de 60,09% (cv 22,48%) con tratamiento térmico al vapor a 95 °C y de 55,13% (cv 43,85%) con muestras esterilizadas a 121°C. Para la formulación 2 la cepa que mostró los mejores rendimientos medios fue L4055 con un valor de 68,64% (cv 42,13%) para tratamiento térmico al vapor y de 65,16% (cv 48,39%) para muestras esterilizadas. Para la formulación 3 los mejores rendimientos se alcanzaron con la cepa L54 y tratamiento térmico al vapor, con un valor de 47,41% (cv 54,67%). Para el caso de las formulaciones 4 y 5, no se presentó desarrollo micelial, debido a la presencia de la pulpa de café fresca que favoreció el asentamiento de levaduras y de otros hongos filamentosos. Para el caso del hongo medicinal *Ganoderma lucidum*, las mejores formulaciones fueron la 1 y la 3 con rendimientos medios de 7,72 (cv 67,30%) y 7,73 (cv 49,44%) para el primer caso y 10,68% (cv 60,20%) y 11,07% (cv 38,50%) para el segundo caso.

Composición bromatológica de hongos comestibles. Se realizó una caracterización bromatológica a los hongos de *Lentinula edodes* (L13, L54 y L4055) y al hongo medicinal *Ganoderma lucidum* cosechados en las diferentes formulaciones y a los sustratos residuales del cultivo. La caracterización bromatológica para *Lentinula edodes* mostró, para la cepa

L13, el mayor contenido de proteína para los hongos cosechados en la formulación 2 (19,0%), seguido de la formulación 1 (17,96%). Para el caso de la cepa L54, el mayor contenido de proteína se obtuvo para los hongos cosechados en las formulaciones 1 y 2 (18,00%) y para el caso de la cepa L4055 para los hongos cosechados en la formulación 1 (16,43%). Los contenidos de fibra de los hongos de *Lentinula edodes* oscilaron, en las diferentes formulaciones, entre el 10 y el 15%.

Para el caso del hongo medicinal *Ganoderma lucidum*, el mayor contenido de proteína se obtuvo para los hongos cosechados en la formulación 3 (13,93%), seguido de la formulación 1 (12,96%). Es de destacar el alto contenido de fibra en este hongo medicinal, entre el 30 y el 35%, en los hongos cosechados en las diferentes formulaciones.

Cultivo de hongos del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera.

Se evaluó el residuo del cultivo de Shiitake mezclado con pulpa de café, en relaciones pulpa de café: residuo, en el rango de 5:1 hasta 1:4, en base seca, como sustrato para el cultivo de los hongos *Pleurotus sajor-caju* y *Pleurotus ostreatus*. No se lograron obtener cuerpos fructíferos debido a la rápida degradación del micelio en este sustrato.

Se evaluaron 9 formulaciones de sustrato, preparadas con residuos agrícolas de la zona cafetera, fermentadas anaerobiamente durante 15 días, para el cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus*. De éstas la que mostró los mejores rendimientos medios fue la formulación pulpa de café - bagazo de caña, con un rendimiento medio, para la cepa de *P. sajor-caju*, del 110,54% (cv 15,42%) y para la cepa de *P. ostreatus* del 107,01% (cv 28,84%), seguida de la mezcla pulpa de café - cisco de café, con un rendimiento medio, para *P. ostreatus*, del 76,74% (cv 21,85%) y para *P. sajor-caju*, del 62,48% (cv 30,21%) y finalmente de la mezcla aserrín de tallo de café - pulpa de café, con la cual se encontró unos rendimientos medios, para *P. ostreatus*, de 53,84% (cv 21,83%), para *P. sajor-caju*, de 47,78% (cv 22,75%) y para *P. pulmonarius* de 32,61% (cv 23,29%).

Cultivo de hongos del género *Pleurotus* sobre pasillas de café. Se evaluó el cultivo de la cepa *Pleurotus sajor-caju* sobre mezclas de pulpa de café - rípios y pulpa - pasillas (relación 1:1, en base seca), fermentadas anaerobiamente durante 15 días, alcanzándose un rendimiento medio del 78,97% (cv 21,17%) para la mezcla con rípios y del 21,74% (cv 136,14%) para la mezcla con pasillas.

Se molió la pasilla a un tamaño de partícula de 1mm y se combinó con la pulpa de café en relaciones 1:1 y 2:1, en base seca y se utilizó para el cultivo del hongo *P. sajor-caju*. Se alcanzó un rendimiento medio del 78,70% (cv 32,02%) para la primera relación y del 86,84% (cv 26,87%) para la segunda.

Estandarización de un protocolo para la producción en medio líquido de semilla para hongos tropicales.

Se realizaron pruebas preliminares para la producción de semilla en medio líquido de los hongos *Lentinula edodes* (L54) y *Pleurotus sajor-caju*, utilizando los medios MYG (Glucosa-Extracto de malta-Extracto de levadura) y medio en base de soya, inoculando sin homogeneizar y homogeneizado. Además, se efectuaron siembras en medio sabouraud para reconocer los principales contaminantes que afectaron la producción de semilla. Aquellos medios que presentaron un buen crecimiento se sembraron en grano de trigo, utilizando distintas cantidades de inóculo (15ml y 30ml).

Estos ensayos preliminares permitieron el reconocimiento del micelio de *Shiitake* y *Pleurotus* en medio líquido, los cuales se describen como pellets semiredondos de color blanquecino a amarillo claro, con la superficie muy rugosa. Los resultados obtenidos hasta el momento indican que *Lentinula edodes* presenta un buen crecimiento en el medio MYG con el inóculo no homogeneizado y *Pleurotus sajor-caju*, presenta un mayor crecimiento en el medio en base de soya e inoculado con el micelio homogeneizado. La mayor contaminación se evidenció en aquellos medios que fueron homogeneizados ya que la exposición del inóculo al medio circundante fue mayor. El mejor crecimiento micelial en los ensayos con grano de trigo se presentó en aquellos donde se había

hidratado éste mediante calor, presentándose colonización tanto a la tasa de 15 como de 30ml de inóculo, con un tiempo menor de 7 días.

Cultivo del hongo Shiitake en fincas piloto. Este proyecto tiene como objetivo impulsar el cultivo de la seta comestible Shiitake en fincas cafeteras, capacitar a los caficultores y buscar además el sistema de producción más adecuado y a más bajo costo para los diferentes tamaños de producción de las fincas. A partir de noviembre de 2001, y después de los resultados obtenidos en las fincas con la metodología artesanal se comenzó a diseñar la estrategia para ensayar en equipos industriales el proceso de obtención de Shiitake con mejor tecnología. Para ello se comenzó la instalación en la Fabrica de Café Liofilizado de un tambor rotatorio, un autoclave industrial y un sitio para inoculación. También se consiguieron algunos elementos necesarios para el llenado mecánico de bolsas, pero este dispositivo no se ha puesto en funcionamiento esperando obtener la bolsa definitiva. Se instaló en Cenicafé una máquina para obtener aserrín y una batería de 5 estufas con 10 ollas para tratar material al baño de maría. Se realizaron capacitaciones a las personas de fincas con cultivos de Shiitake, sobre limpieza y desinfección, para asegurar mejores resultados en la próxima etapa, y adicional se les capacitó en el cultivo de *Pleurotus* para hacer uso del desecho de Shiitake. A finales de julio se iniciaron los ensayos de escalamiento en los cuales se evaluaron instalación y funcionamiento de los equipos. En esta fase se están ensayando diferentes tipos de bolsa asegurando que en esta experimentación se evite el problema que se tuvo en la metodología artesanal donde el 40% de las bolsas utilizadas se rompieron por causa de porosidad o mal pegamiento en las costuras, para tener resultados confiables se debe asegurar que las bolsas usadas en la fase de escalamiento tengan mucha mayor resistencia porque tienen mayor manipulación y transportes. Los resultados iniciales muestran mejor comportamiento de los sistemas de tratamiento baño maría y autoclave; sin embargo, el tratamiento en el tambor no se ha desarrollado lo suficiente.

Identificación de puntos críticos en el cultivo del hongo shiitake en fincas. Se culminó este experimento que tenía como objetivo principal determinar las causas de los problemas en el cultivo del hongo shiitake en las fincas que implementaron este cultivo utilizando la metodología artesanal. Se fijaron indicadores para evaluar cada etapa del proceso productivo, así: para la esterilización, porcentaje de bolsas contaminadas por hongos lejos de los puntos de inoculación; para la inoculación porcentaje de bolsas contaminadas por hongos en los puntos de inoculación; para la incubación, porcentaje de bolsas sin anillo micelial, para la producción porcentaje de bolsas contaminadas. Además de los indicadores mencionados se determinaron el porcentaje de bolsas contaminadas por otros hongos debido a fallas en la bolsa y el de bolsas contaminadas por plagas y roedores. Los procesos de tratamiento térmico, inoculación y la incubación no fueron puntos críticos en todas las fincas estudiadas. Se encontraron nuevos puntos críticos como el tipo de empaque, el tamaño de partícula del aserrín y el manejo de los bloques en producción, siendo este último el de mayor incidencia. En cada finca se presentó un punto crítico en particular y ningún punto crítico fue común para todas las fincas. Los puntos críticos están muy ligados al manejo del cultivo en cada una de las fincas. Las eficiencias biológicas encontradas para las fincas analizadas estuvieron entre 13,26% y 17,20%, valores que podrían ser mejorados con la industrialización del proceso. Las mayores eficiencias biológicas medias encontradas, calculadas por siembra, oscilaron entre el 26% y el 31%.

TRATAMIENTO DE PASILLAS Y PRODUCTO DETERIORADO

Descomposición de pasillas y rípios de café utilizando bacterias comerciales. Se terminaron ensayos sobre biotransformación de pasillas y rípios de café en abono orgánico, utilizando bacterias comerciales en asocio con la Fundación Colombiana de Ciencias. El principal inconveniente que se presentó en la biotransformación de la almendra fue el pro-

ceso de hidratación que fue muy lento. Los rípios, por tener una mayor área superficial que las pasillas, se hidrataron mejor, iniciando primero su fase de descomposición. Las muestras de rípios y pasillas de café, de 1.8 toneladas de peso seco/muestra, se inocularon con bacterias liofilizadas comerciales a razón de 3,89kg de inóculo/tonelada de material seco y con suspensiones de bacterias líquidas comerciales a razón de 10,56 litros de suspensión/tonelada de material seco. Se requirió el mismo tiempo para la descomposición de las muestras inoculadas con las bacterias y para las muestras testigo, el cual fue de 281 días. La relación final C/N para las muestras inoculadas fue de 8,49, con una humedad del 54,70% y un valor de pH de 6,29, mientras que para las muestras testigo la relación final C/N fue de 7,69, con una humedad del 59,20% y un valor de pH de 7,65.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Diseño y evaluación de un sistema prototipo para fincas cafeteras, para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café por biodigestión anaerobia. Optimización de los sistemas STLB y SMTA: En la Finca El Placer del municipio de Montenegro (Quindío), entre los años de 1999 y 2002 se diseñó, se instaló y se puso en operación un sistema para el tratamiento de residuos líquidos provenientes de la mezcla de pulpa y mucílago efluentes del proceso de Beneficio Húmedo de Café, consistente en un tratamiento primario STL y un tratamiento secundario SMTA. En el beneficiadero se utilizó una batería de 4 desmucilagadores mecánicos cuyo consumo específico de agua se ajustó desde 1,63L/kg de cps hasta 1 L/kg cps, lo que permitió reducir el volumen de los residuos líquidos producidos y su contaminación unitaria desde 20,71g de DQO/kg cc hasta 14,65g DQO/kg cc. Para esta finca se estimó una producción anual de café de 35.000 @ cps, con un día pico de 2,36% de la cosecha. Los residuos líquidos provenientes de la mezcla pulpa y mucílago generan una contaminación anual de 30,92 toneladas de DQO que se canalizan hacia el sistema de

tratamiento, cuyo costo inicial de inversión fue de US \$ 0,25/@ cps (76% STL y 24% SMTA). Este valor corresponde al 78% de los costos unitarios de inversión (US\$ 0,32/@ cps) que se destinaron para la subestación La Catalina (8.000 @ cps/año), de los cuales 59,4% se destinó en la construcción del STLB y 40,6% en el SMTA.

Convenio de cooperación Inter-institucional ILC-Cenicafé. Contrato de consultoría 007. Diseño y montaje de una planta de tratamiento de vinaza. Industria Licorera de Caldas. Durante el período del presente informe se continuó con la asesoría a la Industria Licorera de Caldas en el diseño, montaje, arranque y operación de una sistema anaerobio para el tratamiento de la vinaza obtenida a partir de miel virgen, la cual produce una contaminación equivalente a la producida por las excretas y orina de una población de 200 mil habitantes. A Septiembre 30 de 2002 se estaban analizando los detalles para la instalación de los 10 reactores anaerobios de 1.400m³ de capacidad total. Se prepararon tres informes de respaldo técnico a la ILC para Corpocaldas y se elaboraron los Manuales de la PTAR ILC, de Arranque y de Inoculación. Actualmente se realizan las pruebas hidráulicas de cada uno de los componentes y se prepara el arranque del sistema. En junio de 1998 la Industria Licorera de Caldas recibió de la firma Indú PRAJ Industries Ltd, una propuesta de tratamiento de vinaza por incineración. En esta propuesta se plantea dicha solución por un costo de USD\$ 6.18 millones de dólares americanos (\$ col 8.645 millones, cifras al año 1998), lo que corresponde a precios de hoy a cerca de \$15.400 millones, 8,3 veces más la totalidad de los costos que la Licorera de Caldas proyecta ejecutar hasta el año 2002 para la construcción de la PTAR - ILC, bajo la asesoría de Cenicafé. Lo anterior pudo establecerse según un análisis realizado por el grupo técnico Cenicafé - ILC.

Utilización de botellas no retornables en los reactores metanogénicos de los Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio. Durante el período del informe se inició un estudio sobre el uso de botellas plásticas no retornables, como soporte de microorganismos en el reactor metanogénico de un Sistema Modular de Tra-

tamiento Anaerobio, ubicado en Cenicafé, utilizando un tanque de polietileno color negro como reactor componente de este sistema. Se utilizaron botellas no retornables del envasado de refrescos gaseosos, cortadas en tres partes transversales, obteniéndose un cilindro con tapa (base de la botella), un cilindro (parte central) y un cono. Como inóculo se utilizó estiércol de ganado vacuno, siguiendo la metodología propuesta por Cenicafé en sus estudios. El reactor metanogénico está constituido por un tanque en tronco de cono de 2m^3 de capacidad, con una altura de 173 cm, un diámetro superior de 147,5cm y un diámetro inferior de 115cm donado por la empresa Colombit de la ciudad de Manizales. Las aguas residuales correspondieron a efluentes de tanque tina, con consumo específico para lavar el café es de 4,13L/kg cps, con una contaminación en términos de la DQO de 27.400 ppm. Se determinó la temperatura con una sonda metálica que permitió lecturas a lo largo y ancho del reactor, en horas de la mañana (9:15 am), mediodía (1:15 pm) y tarde (5 pm). Los análisis fisicoquímicos de laboratorio se realizaron a partir de la metodología estandarizada por la

APHA. Se encontró que las botellas no retornables presentan una porosidad de 98,7%, 25% mayor que la ofrecida por la guadua, material utilizado en estos reactores. El área específica de contacto obtenida para las botellas fue de $51,67\text{m}^2/\text{m}^3$ reactor, lo que corresponde a 7% más que el área ofrecida por la guadua. Las temperaturas a lo largo y ancho del reactor oscilaron entre $24,13^\circ\text{C}$ y $25,98^\circ\text{C}$ en promedio, a lo largo del día. Después de 88 días de inoculado el reactor, se alcanzan cargas orgánicas de operación de $6,81\text{kg DQO}/\text{m}^3 \text{ d}$, a partir de aguas residuales de lavado de café con una acidez promedio de 142mg de NaOH/g DQO, obteniéndose 69,6% de remoción de la DQO, equivalente a 70,5% en términos de la DBO_5 . El pH del líquido a la entrada y salida del reactor fue de 4,47 y 6,45, respectivamente. El líquido efluente presentó una alcalinidad promedio de 386 mg de CaCO_3/L y una relación de alcalinidad de 0,76. El costo del empaqueo de los 2m^3 de reactor con botellas fue de US\$20,32 (\$Col 2.800/US\$1), de los cuales el 84% corresponden al valor de las botellas y el 16% a la mano de obra para cortar el material.

Durante esta vigencia, se llevaron a cabo actividades de mantenimiento, registro y análisis de información de los proyectos de investigación en cítricos, passifloras, macadamia, especies forestales, ganadería, caracterización y normalización de la calidad de frutas y evaluación de empaques de cosecha y comercialización. Por carencia de recursos económicos se suspendieron las actividades de investigación en caucho, plátano y se suspendió una repetición de la evaluación del sistema agroforestal macadamia - café.

ASPECTOS A DESTACAR

Cítricos

Conformación adecuada de los árboles sobre el portainjerto Sunki x English.

Sobre este patrón la copa de los árboles es más equilibrada; por lo general hay dominancia del diámetro sobre la altura de la copa, los árboles tienen mayor área foliar expuesta al sol (más energía) y son muy productivos (Figura 27).

Los árboles de menor porte facilitan las labores de manejo del huerto, especialmente la recolección en las mandarinas cuyos frutos son más delicados.

■ La estabilidad de la producción de las variedades de naranja, Hamlin, Campbell Valencia y Valencia Late, materiales de interés por sus posibilidades para mercado fresco o como materia prima para la agroindustria.

■ La adaptación, el comportamiento y la estabilidad en las producciones de las mandarinas (clementinas) Kara, SRA 92; Nules y Córscica 1.

■ Con relación a las Passifloras, se destaca la excelente producción, sanidad y longevidad de las accesiones de *P. edulis* 23, 47, 21, 46 y 55; así como la calidad y la adaptación de *P. alata* y *P. maliformis*, especies que podrían ser nuevas alternativas para desarrollar en la zona cafetera.

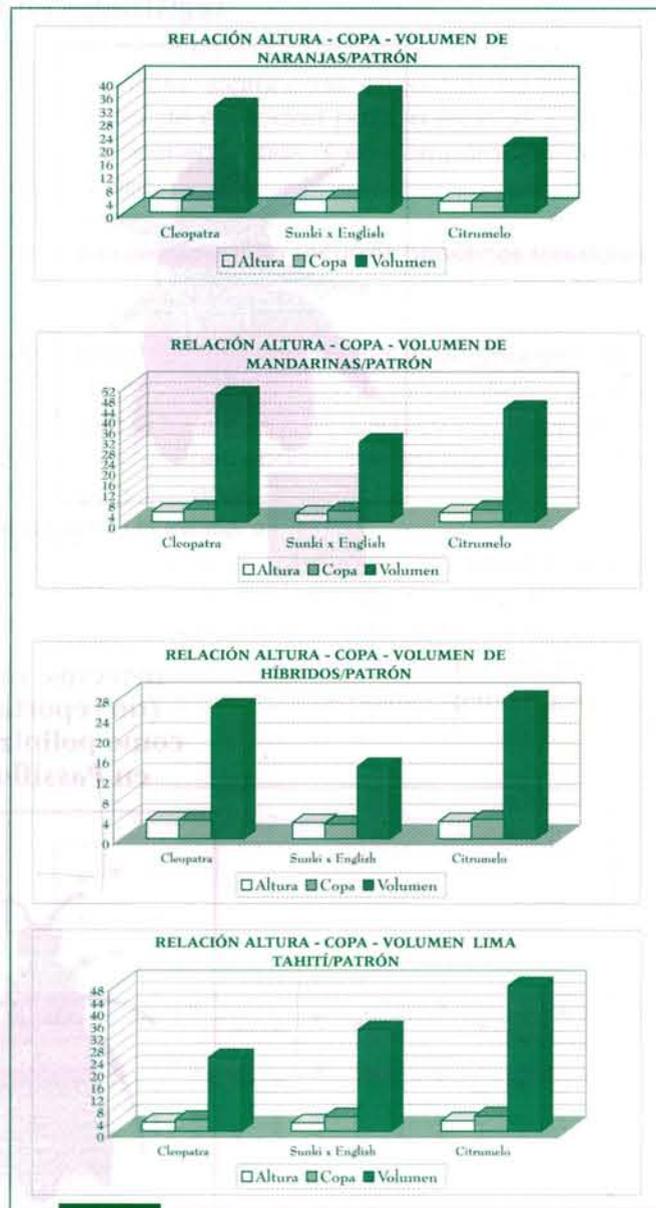


Figura 27. Representación de las variables altura, diámetro (m) y volumen (m³) de la copa, de las diferentes especies evaluadas.

■ Un aspecto muy importante es la detección de nuevas especies de insectos polinizadores de passifloraceas (Figuras 28 y 29), lo que implica hacer un uso muy racional de los pesticidas para que las poblaciones no se vean afectadas y así poder disponer de estos organismos benéficos que desempeñan un papel fundamental en la obtención de cosechas abundantes.

Forestales

Ensayo de procedencias y progenies para dos especies forestales tropicales de alto valor comercial. ETI2101. Cofinanciado por el Convenio Federacafé - Proexport. Se continúa con 26,4ha de carácter experimental, las cuales han sido objeto de mantenimiento y medición en su cuarto año. Al analizar el comportamien

Insectos polinizadores, registrados en Pasifloras



Figura 28. a. *Xylocopa* sp (Anthophoridae) y b. *Apis mellifera* (Apidae)

Insectos nuevos (no reportados) como polinizadores en Passifloras.



Figura 29. Especie(no reportada) de la familia Scollidae

to el desarrollo de las progenies en los diferentes sitios y la mejor oferta ambiental (sitio) para el desarrollo de las progenies, puede observarse como *Cordia alliodora* en el cuarto año de desarrollo tiene una altura promedio de 3,44m y un incremento corriente anual (ICA) de 0,61m, resultando este valor ligeramente inferior al obtenido para el año 3, donde su valor promedio fue de 0,66m/año. Para *Tabebuia rosea* el ICA para el año 3 en todos los sitios, fue de 0,63m, muy superior al obtenido para el año 2 de 0,36m.

La progenie de mejor desarrollo en todos los sitios ha sido **CU-I-1-8** (Mesitas del Colegio) con el mayor ICA para el año 3 y 4; 3,45m y 2,50m, respectivamente. Para *Tabebuia rosea* la progenie de mejor desarrollo es **SV-1-94** con 2,08m, igual comportamiento al presentado en el año 2 y 3, donde fue la de mejor desarrollo con un incremento de 3,11m y 1,89m, respectivamente. Dentro de las progenies nacionales se destaca Quipile CU-II-1-*, con un incremento de 0,63m, muy por encima de algunas progenies Centroamericanas (Figura 30).

Se realizó la injertación de 48 árboles "elite" de *Cordia alliodora*. Los 48 fueron injertados utilizando injerto de "púa terminal". De estos, 5 fueron injertados bajo el tipo "tope lateral", con el fin de validar cuál de los dos métodos de injertación tiene un mayor porcentaje de sobrevivencia y "prendimiento". Con 43 de estos clones se estableció un banco clonal semillero

de la especie en la subestación experimental Paraguaicito. Por cada clon se establecieron 15 rametos, para un total de 645 rametos establecidos.

Los restantes 65 rametos se establecerán a finales del presente año. Con estos 48 clones y 20 realizados en la vigencia pasada, se ajusta un total de 68 árboles elite clonados (un 65% del total de árboles plus seleccionados).

Se ajustó la metodología para la determinación de biomasa aérea y radical para ambas especies. A la fecha se ha logrado muestrear en 5 edades de las ocho planteadas para *Cordia alliodora*, lográndose encontrar los primeros datos de conicidad para la especie y de su componente radical en comparación con el aéreo.

Conservación de recursos genéticos forestales en la región Andina Colombiana. ETI2102.

Se logró mantener 20,1ha, distribuidas en seis bancos de germoplasma, que albergan alrededor de 22 especies de zona cafetera y zona alta (por encima de 1.800msnm). Las plantaciones tienen edades diversas que oscilan entre 2,5 y 5,0 años.

La medición para el segundo, tercer y cuarto año ha permitido que algunas especies logren destacarse, además de las bondades y utilidad de su madera, por el buen desarrollo presentado en los bancos de germoplasma (Figura 31).

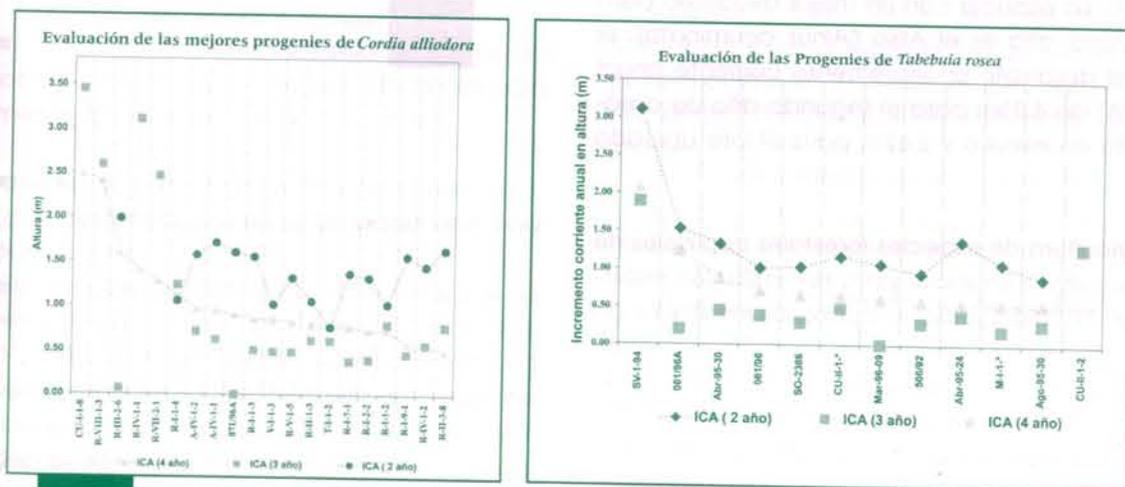


Figura 30. Desarrollo de mejores progenies de *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*.

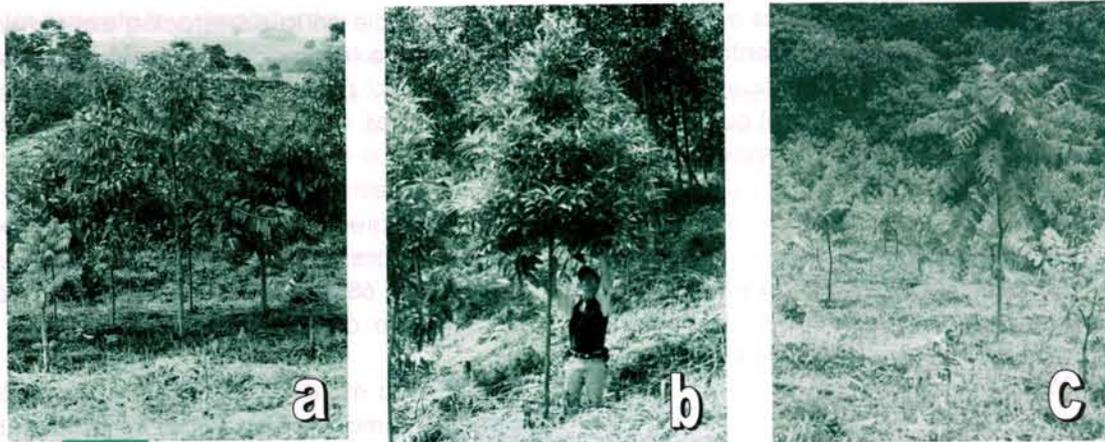


Figura 31. Desarrollo de las especies más sobresalientes en los bancos de germoplasma. a. Trapiche (*Prunus integrifolia*) en Líbano. b. Mondey (*Gordonia humboldtii*) en Dosquebradas. c. Cedro negro (*Juglans neotropica*) en Belén de Umbría.

Especies como trapiche (*Prunus integrifolia*), a través de cuatro años de evaluación en Belén de Umbría, obtuvo incrementos corrientes anuales de 0,61m, 1,12m y 0,62m, para los años 2, 3 y 4, respectivamente. Para Cedro negro (*Juglans neotropica*) el incremento corriente anual fue de 0,42m para el año 2 y 0,81m para el tercer año. El sitio donde mejor desarrollo ha presentado la especie es en Belén de Umbría con un ICA para el año 3 de 1,39m.

El Aceituno (*Vitex cooperi*), presenta un buen ICA para los años 2 y 3 con 2,51m y 1,7m, respectivamente. En el año 4, su incremento fue sólo de 0,31m. Algunas especies de zona alta como el Mondey (*Gordonia humboldtii*) para el segundo año presentó un incremento de 1,24m promedio para tres sitios de plantación. La especie con un mejor desarrollo para la zona alta es el Aliso (*Alnus acuminata*), el cual desarrollo un incremento corriente anual (ICA) de 4,33m para el segundo año de desarrollo en Herveo y 2,62m para el lote ubicado en el municipio de Dosquebradas.

Silvicultura de especies forestales tropicales de alto valor comercial para reforestación industrial. ETI2103. De acuerdo con los resultados de las mediciones los árboles, en general, presentan buen crecimiento en altura. El aliso *Alnus acuminata*, registró un valor promedio de 9,27m y el tambor *Schizolobium parahyba* de 7,37m para una edad de tres años. Para ambas especies el incremento corriente anual en altura (diferencia en el crecimiento entre dos perio-



Figura 32. Desarrollo de aliso en Gigante, posterior a los primeros raleos

dos consecutivos), fue mayor durante el tercer año con respecto a los dos primeros.

En el experimento de Densidad CCT con aliso en Gigante (Figura 32), la disminución del número de árboles por raleo influyó en el desarrollo de los individuos manifestándose en mayor crecimiento especialmente en altura, en las parcelas de menor densidad. Básicamente se debe a menos competencia entre los árboles por nutrimentos, espacio, agua y luz, entre otros.

Respecto a la tasa de crecimiento diamétrico para el aliso y el tambor, esta disminuyó en relación con los dos años anteriores; estos árboles presentan una tendencia hacia un mayor crecimiento en altura en los primeros años.

El Chaquiro - *Retrophyllum rospigliosii* presentó un crecimiento lento, especialmente a nivel diamétrico. Las tasas de incremento de son muy bajas, propias de especies secundarias tardías y climáticas como el chaquiro.

Macadamia

- En la subestación La Catalina, se ha observado el mejor vigor de los árboles de macadamia, (representado en el diámetro del tronco y productividad) que en Paraguaicito.

- El principal problema fitosanitario en el cultivo continúa siendo la levadura *Nematospora coryli*, con niveles de daño superiores al 30% en las localidades de Paraguaicito y La Catalina.

- Los daños ocasionados por perforadores (*Ecdyolopha pos. aurantium*) y roedores se encuentran por debajo de los niveles de daño económico.

- La caracterización física de las nueces de macadamia indica que existe una alta variabilidad entre los materiales evaluados en las dos localidades.

- Las variedades más productivas en las dos localidades se encuentran dentro de los parámetros de calidad física de la nuez

- El sistema de producción macadamia- café (dos ciclos productivos) es viable desde el punto de vista agronómico, fitosanitario y económico.

Proyecto de Normalización

- De acuerdo con los resultados del diagnóstico y el análisis funcional del proyecto "Diseño y normalización del empaque y emba-

laje para mangos criollos, lulo, mora, pitahaya y uchuva, se encontró que la **capacidad** es el aspecto más crítico para los recipientes de cosecha y de comercialización de estos productos (Figura 33). Por lo anterior, se estructuró un experimento titulado: "Determinación de la altura permisible de producto en un empaque sometido a condiciones estáticas que permita conservar la calidad de los productos mencionados", con el siguiente objetivo:

- Determinar el número de capas de producto que puede soportar una fruta, contenida en un recipiente de cosecha y un empaque de comercialización, con el propósito de minimizar los daños por efecto de la compresión. Con los resultados de esta investigación se fortalecerá cada una de las normas en los aspectos relacionados con los requisitos específicos que debe cumplir un sistema de empaque, específicamente la altura y la capacidad.

Los anteproyectos de norma de empaque para mora, lulo y mangos criollos fueron sustentados en la Discusión Pública programada por el **Icontec**. Actualmente estos documentos están en lista para revisión del Consejo Directivo de esta entidad y llevar a cabo la ratificación de estos anteproyectos como Normas Técnicas Colombianas.

Con el convenio de cooperación suscrito con el Ministerio de Agricultura se finalizó la caracterización de guanábana, melón variedad Cantaloupe, aguacate, mango variedades mejoradas. Con esta información se estructuraron los anteproyectos de norma que se encuentran en la etapa de Discusión Pública, dentro del proceso de ratificación en el Icontec.

El Equipo de Normalización fue galardonado con el premio "Javier Henao Londoño", en la categoría "Mención especial", otorgado por el Icontec, como reconocimiento a las instituciones que adelantan trabajos en pro del fortalecimiento de los procesos de normalización en el país. Los resultados obtenidos hasta la fecha, han sido posibles gracias al apoyo de diferentes instituciones y dependencias de la Federación Nacional de Cafeteros como son:

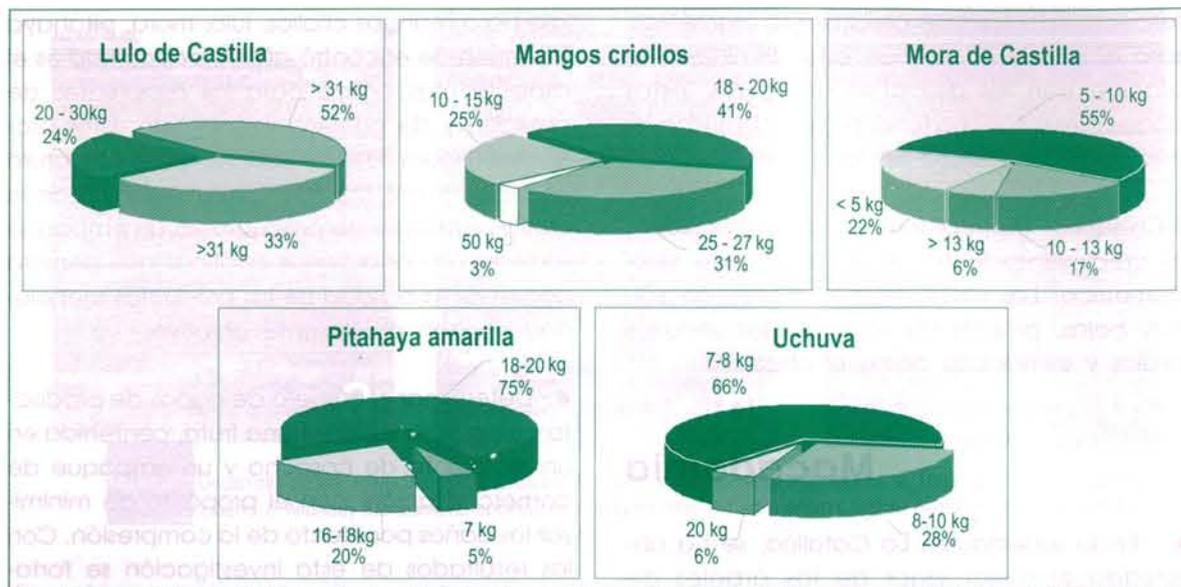


Figura 33. Capacidades utilizadas en los empaques de comercialización para los 5 productos.

- Disciplinas y Programa de Apoyos Básicos de Cenicafé.
- Comités departamentales y municipales de cafeteros.
- Unidades Municipales de Atención Técnica Agropecuaria. UMATAS.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Servicio Nacional de Aprendizaje. Sena.
- Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola y Asohofrucol.
- Asociaciones de productores

- Empresas comercializadoras de frutas y hortalizas a los niveles nacional e internacional.
- Empresas productoras de empaques.

Para el primer trimestre del próximo año el país contará con 6 normas de producto y 5 Normas Técnicas Colombianas de Empaque, siendo este un aporte pionero en pro del fortalecimiento del subsector hortifrutícola nacional (Tabla 25).

En total, durante el desarrollo de estas investigaciones se han caracterizado 32 variedades de producto, las cuales están agrupadas en 20 Normas Técnicas Colombianas.

Tabla 25. Normas de producto y empaque en proceso

Norma Técnica de Producto	Norma Técnica de Empaque
Lulo de Castilla	Lulo de Castilla
Mangos criollos: Hilacha, Vallenato, Azúcar.	Mangos criollos: Hilacha.
Mangos variedades mejoradas	- Vallenato.
Melón var. Cantaloupe	- Azúcar
Aguacate (8 variedades)	Pitaya amarilla
Guanábana	Uchuva
	Mora de Castilla

Experimentación

Experimentación



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 desarrollar nuevas herramientas que darán una visión global de la diversidad de recursos de suelo, clima y sobre el comportamiento de los cultivos y así tomar decisiones acertadas a los niveles global y regional. Al establecer las relaciones entre el suelo, clima, relieve y la planta, será posible tener regionalizaciones de éstas características para las diferentes áreas cafeteras 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 de precisión", más productiva, eficiente y sostenible. De igual importancia es la divulgación y transferencia permanente de los conocimientos y tecnologías más avanzados, producto de la investigación de las diferentes Disciplinas de Cenicafe, en todas las actividades y procesos tanto experimentales como demostrativos establecidos en las Subestaciones Experimentales Regionales, para que éstas sirvan de modelos para transferir, educar y capacitar a los numerosos visitantes técnicos y cafeteros en las nuevas técnicas de administración y manejo de sus cultivos y predios. Para estos fines, Cenicafe pudo disponer hasta septiembre de 2002 de 10 estaciones experimentales ubicadas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Santander, Tolima, Quindío y Risaralda. Se presentan a continuación los principales resultados de las actividades de investigación y apoyo en las subestaciones experimentales de Cenicafe y en fincas de agricultores en diferentes regiones de la zona cafetera.

PROYECTOS EXPERIMENTALES EN LAS SUBESTACIONES

Áreas experimentales y otros usos de la tierra.

En la Tabla 26 se presenta el estado del uso de

la tierra en las Subestaciones a septiembre de 2002. Los experimentos en café ocupan 78,45ha, el café comercial 62ha, la producción de semilla 48ha, guadua y pastos 25ha de cada uno, forestales 11ha, macadamia y cítricos 8 y 9ha, respectivamente, plátano 6ha, y bosques 82ha. El área experimental disponible en la zona central es alrededor de 63ha, estando disponibles 14ha en La Estación Central Naranjal; 14 en Pueblo Bello y 15 en Paraguacito. En fincas particulares se están empleando cerca de 20ha en la ejecución de varios experimentos.

Temas de investigación en las subestaciones.

En la Tabla 27 se hace una compilación de los tópicos de investigación que se están desarrollando al nivel regional, en las subestaciones experimentales. Estos incluyen temas como: registros climáticos, suelos, fisiología del café, 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, cítricos, pasifloras, para un total de cerca de 255 diferentes actividades.

Experimentos por Disciplinas y Programas.

La Tabla 28 muestra que a septiembre se tenía en las subestaciones un inventario de 307 experimentos de los cuales, 227 son experimentos sobre café vigentes y se han instalado 30 experimentos nuevos, 16 de ellos en la Estación Central Naranjal. Se terminaron 32 experimentos, se eliminaron 3 y se suspendieron 4. Se tenían además 23 experimentos en actividades asociadas o complementarias al café y relacionadas con plátano, cítricos, macadamia, caucho, forestales, pasifloras y ganadería.

La distribución de experimentos por Programas y Disciplinas (Tabla 29), permite observar que la mayor parte de experimentos que se desarrollan en las subestaciones corresponden a la disciplina de Mejoramiento Genético (32%),

Tabla 26. Distribución del área de las Subestaciones según el uso de la tierra. Septiembre de 2002

SUBESTACION	USO DE LA TIERRA (HECTAREAS)																	
	Café	Café	Café	Exptos	Plátano	Macad.	Cítricos	Caucho	Morera	Bosques	Pastos	Guadua	Conserv	Infraest.	Otros	Area Exp	Área	Fincas
El Tambo	10.00	0.00	1.10	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.90	19.90	0.40
Paraguacito	5.36	2.00	7.30	1.20	0.90	5.98	0.60	3.49	0.00	1.82	2.00	7.00	0.00	1.00	10.25	15.00	63.90	1.06
Maracay	0.89	10.07	5.53	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	2.00	7.50	6.50	34.19	0.46
La Catalina	6.90	3.50	11.23	0.00	3.00	1.80	6.00	0.80	1.00	0.50	0.00	3.00	1.40	1.10	1.20	5.00	46.43	0.00
Libano La Trinidad	2.25	6.15	2.40	0.00	0.20	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.45	0.00	1.35	15.50	0.00
Libano La Unión	2.76	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.20	5.15	0.00
Naranjal	30.00	18.60	14.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	5.00	2.20	10.00	12.40	6.00	0.00	14.00	114.20	2.33
Sta. Barbara	4.90	0.00	2.40	0.20	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.15	5.30	0.00	13.22	3.40
El Rosario	1.90	3.20	0.90	0.00	0	0.00	0.20	0.00	0.00	5.80	7.10	0.30	0.00	1.00	0.00	0.50	20.90	0.70
Santander	1.47	4.64	2.30	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	2.98	0.10	0.50	1.10	5.45	0.50	28.94	7.83
Pueblo Bello	12.02	0.00	12.99	3.00	0.60	0.00	0.80	0.00	0.80	62.00	10.50	2.80	8.00	1.70	12.19	14.60	142.00	4.00
TOTAL	78.45	48.16	62.20	11.00	6.00	7.78	9.20	4.29	1.80	82.32	24.78	24.77	24.50	14.64	41.89	62.55	504.33	20.18

TABLA 27. Tópicos que comprenden las investigaciones que se desarrollan en las subestaciones. Septiembre de 2002

TEMAS DE INVESTIGACION REGIONALES	CAUCA El Tambo	QUINDÍO Paraguicito	QUINDÍO Maracay	RISARALDA La Catedral	TOLIMA Libano	CALDAS Naranjal	C/MARCA Sta. Barbara	ANTIOQUIA El Rosario	SANTANDER Santander	CESAR Pueblo Bello	Total
CLIMA											
Registros climáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Aspectos hidroclimáticos y nutrimentos en tres densidades de siembra											1
SUELOS											
Disponibilidad de nutrimentos en la fase líquida del suelo, en suelos cultivados con café						1					1
Disponibilidad del antrac en algunos suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con la fertilización											0
Prácticas de conservación de suelos a nivel de finca cafetera	1	1		1	1		1	1		1	10
FISIOLOGÍA DEL CAFÉ											
Efecto del Estrés hídrico sobre la fotosíntesis de la planta del café						1					1
Fotosíntesis y relación fuente-demanda en plantas de café						1					1
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CAFÉ											
Banco de germoplasma						24					24
Selección por resistencia completa a la roya						14					14
Selección por resistencia incompleta a la roya	1			2		16					19
Selección por fuentes distintas de resistencia a la roya						14					14
Selección por posible resistencia a CBD						3					3
Evaluación regional progenies de cruzamiento productivas	1	1			1			1		1	6
Evaluación morfológica de progenies con resistencia incompleta con y sin control de roya		1		1	1					1	4
Evaluación regional progenies seleccionadas por resistencia incompleta		1									1
PRODUCCIÓN DE SEMILLA											
Campos de Propagación de semilla de variedad Colombia		1	1	1	1	3		1	1		9
Campos de Propagación de semilla de variedad Tabi									1		1
Relación entre proceso de beneficio y disturbio raíz bifurcada			1								1
OPTIMIZACIÓN SISTEMAS DE SIEMBRA DEL CAFÉ											
Densidad de siembra óptima variedad Colombia	1										1
Prácticas de optimizar la densidad de siembra	1										1
Número de plantas por sitio y cupo	1	1	1		1		1		1	1	7
CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ											
Edad de trasplante y cultivos intercalados	1			1		1	1		1		5
Rosación maíz- frijol-tomate de mesa y manejo de arvenses en zonas	1										1
Barreiras de plátano intercalado con café	1						1				2
Evaluación de Germoplasma de Macadamia asociado con café variedad Colombia				1							1
Barreiras de banano intercalado con café										1	1
SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE CAFETALES											
Manejo de la densidad de siembra en cafetales reoperados				1	1			1			3
Comparación de cinco sistemas de manejo por renovación							1				1
Comparación de cinco formas de implantar los sistemas de manejo	1	1									2
Comparación de tres formas de implantar los sistemas de manejo	1			1	1		1	1			5
Comparación de sistemas de manejo con base en la pola cafetera		1									1
CAFES ESPECIALES											
Respuesta en producción del café al suelo fertilizado con lombricomposteo	1	1		1					1		4
Especies leguminosas como abonos verdes en el cultivo del café orgánico											1
Producción de café vía orgánica										1	1
Estimación biomasa reciclable plátano y su efecto en la producción de café				1							1
MANEJO INTEGRADO DE ARVENSIS (MIA)											
Manejo integrado de arvenses (MIA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Umbral económico de arvenses						1					1
Uso eficiente del glifosato para el MIA						1					1
Control selectivo de arvenses por electrocución						1					1
Determinación de costos del MIA						1					1
NUTRICIÓN DEL CAFÉ (Edáfica)											
Efecto de la fertilización con Magnesio en la producción y calidad del café	1			1	1		1	1			5
Efecto de la fertilización con calcio en la producción y calidad del café		1						1	1		3
Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café				1					1		2
Fertilización del café en la etapa de crecimiento vegetativo	1	1									2
Fertilización del café con Nitrógeno y Potasio en la etapa de crecimiento reproductivo	1	1	1	1	1				1		8
Efecto de fertilizantes químicos biológicos										1	1
Niveles críticos de los nutrimentos para el cultivo del café	1		1	1				1	1	1	5
Comparación de varias fuentes de fertilizantes en la producción y calidad del café											0
Efecto de fuentes y dosis de potasio en la producción y calidad del café				1							1
Silvicultura en plátano							1				1
MANEJO DE LA BRUJA											
Vuelo de adultos de bruja en cafetales monitoreado con trampas de alcohol		1		1				1			3
Métodos de determinación del porcentaje de infestación				1							1
MANEJO OTRAS PLAGAS											
Efecto de las prácticas de cultivo sobre la población y daño de las babosas						1					1
MANEJO DE ENFERMEDADES											
Evaluación de materiales con resistencia a <i>Cercospora fibrospora</i>							1	1	1		3
Incidencia y efecto de la cosecha en siembra y zonas de café						1					1

seguidos por los de Fitotecnia (15%) y Química Agrícola (12%). En la Estación Central Naranjal es el lugar donde se desarrolla más experimentación para un total de 142, equivalente al 46% de los experimentos vigentes. En la subestación Maracay se encuentra el menor número de experimentos, 10 o sea el 3%.

Experimentos en fincas particulares. En fincas particulares y con apoyo de las Subestaciones del Programa de Experimentación se tienen actualmente 78 lotes experimentales, 19 de ellos de la disciplina de Química Agrícola y 17 de Fitotecnia (Tabla 30).

En la Tabla 31, se describen los tópicos que cubren la experimentación en las fincas, los cuales cubren 78 temas destacándose el área de nutrición del cafeto con 29 lotes y forestales con 26.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Producción de semilla de la variedad Colombia. En la Tabla 32 se registra para las subestaciones de multiplicación de semilla la población actual de plantas. Se tiene un par-

Tabla 26. Distribución del área de las Subestaciones según el uso de la tierra. Septiembre de 2002

SUBESTACION	USO DE LA TIERRA (HECTAREAS)																	
	Café	Café	Café	Exptos	Plátano	Macad.	Cítricos	Caucho	Morera	Bosques	Pastos	Guadua	Conserv	Infraest.	Otros	Area Exp	Área	Fincas
El Tambo	10.00	0.00	1.10	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.90	19.90	0.40
Paraguaicito	5.36	2.00	7.30	1.20	0.90	5.98	0.60	3.49	0.00	1.82	2.00	7.00	0.00	1.00	10.25	15.00	63.90	1.06
Maracay	0.89	10.07	5.53	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	2.00	7.50	6.50	34.19	0.46
La Catalina	6.90	3.50	11.23	0.00	3.00	1.80	6.00	0.80	1.00	0.50	0.00	3.00	1.40	1.10	1.20	5.00	46.43	0.00
Libano La Trinidad	2.25	6.15	2.40	0.00	0.20	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	0.45	0.00	1.35	15.50	0.00
Libano La Unión	2.76	0.00	2.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.20	5.15	0.00
Naranjal	30.00	18.60	14.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	5.00	2.20	10.00	12.40	6.00	0.00	14.00	114.20	2.33
Sta. Barbara	4.90	0.00	2.40	0.20	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.15	5.30	0.00	13.22	3.40
El Rosario	1.90	3.20	0.90	0.00	0	0.00	0.20	0.00	0.00	5.80	7.10	0.30	0.00	1.00	0.00	0.50	20.90	0.70
Santander	1.47	4.64	2.30	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20	2.98	0.10	0.50	1.10	5.45	0.50	28.94	7.83
Pueblo Bello	12.02	0.00	12.99	3.00	0.60	0.00	0.80	0.00	0.80	62.00	10.50	2.80	8.00	1.70	12.19	14.60	142.00	4.00
TOTAL	78.45	48.16	62.20	11.00	6.00	7.78	9.20	4.29	1.80	82.32	24.78	24.77	24.50	14.64	41.89	62.55	504.33	20.18

TABLA 27. Tópicos que comprenden las investigaciones que se desarrollan en las subestaciones. Septiembre de 2002

TEMAS DE INVESTIGACION REGIONALES	CAUCA El Tambo	QUINDÍO Paraguaitico	QUINDÍO Maracay	RISARALDA La Catalina	TOLIMA Libano	CALDIAS Naranjal	C/MARCA Sta. Barbara	ANTIOQUIA El Rosario	SANTANDER Santander	CISAR Pueblo Bello	Total
CLIMA											
Registros climáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Aspectos Hidrológicos y nutrimentos en tres densidades de sombra						1					1
SUELOS											
Disponibilidad de nutrimentos en la fase líquida del suelo, en suelos cultivados con café.						1					1
Disponibilidad del azufre en algunos suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con la fertilización											0
Prácticas de conservación de suelos a nivel de finca cafetera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
FISIOLOGÍA DEL CAFÉ											
Efecto del Estrés hídrico sobre la fotosíntesis de la planta del café						1					1
Fotosíntesis y relación fuere - Demanda en plantas de café						1					1
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CAFÉ											
Banco de germoplasma						24					24
Selección por resistencia completa a la roya						14					14
Selección por resistencia incompleta a la roya	1			2		16					19
Selección por fuentes distintas de resistencia a la roya						14					14
Selección por posible resistencia a CBD						3					3
Evaluación regional progenies de exMn altamente productivas	1	1			1			1			6
Evaluación mezclas de progenies con resistencia incompleta con y sin control de roya		1		1	1					1	4
Evaluación regional progenies seleccionados por resistencia incompleta		1									1
PRODUCCIÓN DE SEMILLA											
Campos de Propagación de semilla de variedad Colombia		1	1	1	1	3		1	1		9
Campos de Propagación de semilla de variedad Tabi									1		1
Relación entre proceso de beneficio y disturbio raíz bifurcada			1								1
OPTIMIZACIÓN SISTEMAS DE SIEMBRA DEL CAFÉ											
Densidad de siembra óptima variedad Colombia	1										1
Formas de optimizar la densidad de siembra	1										1
Número de plántulas por sitio y cape	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7
CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ											
Edad de trasplante y cultivos intercalados	1			1		1	1	1	1		5
Rosación maíz- frijol- tomate de mesa y manejo de arvenses en zonas	1										1
Barreras de plátano intercalado con café	1							1			2
Evaluación de Germoplasma de Macadamia asociado con café variedad Colombia				1							1
Barreras de banana intercalado con café										1	1
SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE CAFETALES											
Manejo de la densidad de siembra en cafetales zoqueados											0
Comparación de cinco sistemas de manejo por renovación			1		1		1				3
Comparación de cinco formas de implantar los sistemas de manejo							1				1
Comparación poda calavera y otros sistemas de renovación	1	1									2
Comparación de tres formas de implantar los sistemas de manejo	1			1	1		1	1			5
Comparación de sistemas de manejo con base en la poda calavera		1									1
CAFES ESPECIALES											0
Respuesta en producción del café al ser fertilizado con complejocompuest	1	1		1					1		4
Especies leguminosas como abonos verdes en el cultivo del café orgánico											0
Producción de café, vía orgánica										1	1
Estimación biomasa recolectable plátano y su efecto en la producción de café				1							1
MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES (MIA)											
Manejo integrado de arvenses (MIA)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Umbrales económicos de arvenses						1					1
Uso eficiente del glifosato para el MIA						1					1
Control selectivo de arvenses por electrocución						1					1
Determinación de costos del MIA						1					1
NUTRICIÓN DEL CAFÉ (Edáfica)											0
Efecto de la fertilización con Magnesio en la producción y calidad del café.	1			1	1			1			5
Efecto de la fertilización con calcio en la producción y calidad del café		1						1			1
Efecto de fertilizantes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café.				1					1		2
Fertilización del café en la etapa de crecimiento vegetativo	1	1									2
Fertilización del café con Nitrógeno y Potasio en la etapa de crecimiento reproductivo	1	1	1	1	1			1	1	1	8
Efecto de fertilizantes químicos biológicos.											0
Niveles críticos de los nutrimentos para el cultivo del café	1		1	1	1			1	1	1	7
Comparación de varias fuentes de fertilizantes en la producción y calidad del café											0
Efecto de fuentes y dosis de potasio en la producción y calidad del café.				1							1
Efecto de fuentes y dosis de potasio en la producción y calidad del café.						1					1
Micorrizas en plátano											0
MANEJO DE LA BROCA											
Vuelo de adultos de broca en cafetales monitoreado con trampas de alcohol		1		1				1			3
Métodos de determinación del porcentaje de infestación				1							1
MANEJO OTRAS PLAGAS											0
Efecto de las prácticas de cultivo sobre la población y daño de las babosas						1					1
MANEJO DE ENFERMEDADES											0
Evaluación de materiales con resistencia a <i>Cercospora fibriata</i>								1	1		2
Incidencia y efecto de la criopera en siembras y zonas de café.											1

seguidos por los de Fitotecnia (15%) y Química Agrícola (12%). En la Estación Central Naranjal es el lugar donde se desarrolla más experimentación para un total de 142, equivalente al 46% de los experimentos vigentes. En la subestación Maracay se encuentra el menor número de experimentos, 10 o sea el 3%.

Experimentos en fincas particulares. En fincas particulares y con apoyo de las Subestaciones del Programa de Experimentación se tienen actualmente 78 lotes experimentales, 19 de ellos de la disciplina de Química Agrícola y 17 de Fitotecnia (Tabla 30).

En la Tabla 31, se describen los tópicos que cubre la experimentación en las fincas, los cuales cubren 78 temas destacándose el área de nutrición del café con 29 lotes y forestales con 26.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Producción de semilla de la variedad Colombia. En la Tabla 32 se registra para las subestaciones de multiplicación de semilla la población actual de plantas. Se tiene un par-

Tabla 28. Actividad investigativa en las Subestaciones Experimentales de Cenicafé Octubre 2001 - Septiembre 2002

SUBESTACIÓN	NUMERO DE EXPERIMENTOS EN CAFE				NUMERO DE EXPERIMENTOS EN ASPECTOS COMPLEMENTARIOS								TOTAL Exptos	
	Terminados	Suspendidos	Eliminados	Vigentes	Nuevos	Plátano	Cítricos	Macadamia	Caucho	Forestales	Pasifloras	Ganadería		Otros
El Tambo	2	0	0	15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	18
Paraguacito	5	0	0	13	6	0	0	2	2	1	1	0	6	36
Maracay	2	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	2	12
La Catalina	5	0	0	23	3	1	0	1	0	0	0	0	0	23
Libano Trinidad	2	0	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12
Libano Unión	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Naranjal	9	0	2	101	16	0	0	0	0	1	0	0	0	129
Santa Bárbara	1	2	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
El Rosario	3	0	1	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Santander	2	2	0	12	1	0	0	0	0	1	0	1	0	19
Pueblo Bello	1	0	0	12	0	1	0	0	0	1	0	0	0	13
TOTAL	34	4	3	227	30	2	0	3	2	6	1	1	8	307

Tabla 29. Número experimentos vigentes en las Subestaciones Experimentales por Programas y Disciplinas. Septiembre de 2002

LOCALIDAD	AGRONOMÍA				BIOLOGÍA			POSCOS		ETIA			APOYOS			EXP			FINCAS			TOTAL EXPTOS
	CSU	FIT	QAG	ENT	FIS	MEG	PAT	ING	ETI	ACL	BIO	ECO	SUB	QAG	FIT	FIS	ETI	OTR				
																			QAG	FIS	ETI	
El Tambo	1	7	4	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	17	
Paraguaicito	1	1	6	1	2	1	1	3	3	1	3	3	3	4	1	1	1	4	1	1	27	
Maracay	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	10	
La Catalina	1	4	4	2	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23	
Líbano	1	5	3	0	1	3	1	0	1	1	0	0	0	3	1	0	0	3	1	0	20	
Naranjal	5	7	5	2	3	67	3	1	1	2	0	2	37	5	1	1	1	5	1	1	142	
Sta. Barbara	1	5	2	0	0	1	2	1	0	1	0	0	2	1	4	0	0	2	1	4	20	
El Rosario	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	1	2	1	1	12	
Santander	1	2	4	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	2	5	0	0	2	5	0	19	
Pueblo Bello	1	7	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4	0	0	0	1	4	0	19	
Subtotal	13	41	36	6	4	86	13	3	9	10	4	2	44	19	17	2	23	17	2	23	349	
TOTAL	90	109	16	3	9	9	3	16	44	78	349											

Tabla 30. Tópicos de investigación que se desarrollan en fincas particulares . Septiembre de 2002

TEMAS DE INVESTIGACIÓN REGIONALES	CAUCA El Tumbó	QUINDIO Parasquidío	QUINDIO Mareway	REPARALDA La Catalina	TOLIMA Libano	CALDAS Narañjal	C/MARCA Sta. Barbara El Rosario	ANTIOQUIA El Rosario	SANTANDER Santander	CESTAR Pueblo Bello	BOYACA	HUILA	CORDOBA	N. SANT	TOTAL
SUELOS															
Disponibilidad del azufre en algunos suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con la fertilización		1				1		1							3
OPTIMIZACIÓN SISTEMAS DE SIEMBRA DEL CAFE															
Densidad de siembra óptima variedad Colombia							1								1
SISTEMAS DE RENOVACION DE CAFETALES															
Comparación de cinco sistemas de manejo por renovación		1	2												3
Efecto del numero de chupones por zoca en la producción		2	1												3
CAFES ESPECIALES															
Producción de café, vía orgánica						1			1						2
Riego en cafetales									1						1
MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES (MIA)															0
Determinación de costos del MIA				1		4									5
NUTRICION DEL CAFETO (Edáfica)															
Fertilización del café con Nitrógeno y Potasio en la etapa de crecimiento vegetativo										1					1
Fertilización del café con Nitrógeno y Potasio en la etapa de crecimiento reproductivo					1					1					2
Niveles críticos de los nutrimentos para el cultivo del café	4				4	2	3		2	4					19
Comparación de varias fuentes de fertilizantes en la producción y calidad del café.			1			1									2
Efecto de fuentes y dosis de potasio en la producción y calidad del café.			1			1									2
NUTRICION DEL CAFETO (Foliar)															
Efecto del fertilizante CEN sobre la producción del café.		1				1		1							3
MANEJO OTRAS PLAGAS															
Efecto de las prácticas de cultivo sobre la población y daño de las babosas en el cultivo del café.						1									1
MANEJO DE ENFERMEDADES															
Validación de la recomendación del control químico de la mancha de hierro (cerospora coffeicola berk. Y cooke.) En frutos de café de las variedades caturra y colombia							1								1
MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE COSECHA															
Estudio de la recolección manual de café en condiciones de altas pendientes		2													2
SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFE															
Evaluación Eucaliptus, Pinus e Inga como sombríos para café	1														1
Tres densidades de siembra de café y guano									1						1
Producción de café bajo sombrero de cinco especies leguminosas									1						1
SISTEMAS AGROFORESTALES															
Silvicultura de especies forestales	1				1	2		3			1	1	2		11
Conservación recursos genéticos				3	2										5
Procedencias y progenies <i>Tabebuia rosea</i> y <i>Cordia alliodora</i>	6	7	2	5	13	15	7	7	7	4	1	2	2	1	78



Tabla 31. Composición campos de producción semilla de café variedad Colombia - septiembre 2002

Subestaciones Experimentales	Área semilla/ha	Plantas 2002	Estado vegetativo y año de intervención	
MARACAY	11	22,500	ZOCA	96-1
		9500A	ZOCA	96-1
		20,300	ZOCA	97-1
		13,840	SIEMBRA	99-1
		19,650	SIEMBRA	97-1
		14,150	SIEMBRA	99-2
		10,580	SIEMBRA	98-1
Subtotal		110,520		
ROSARIO	2.6	6,950	SIEMBRA	98-2
		13,450	SIEMBRA	98-1
		5,000	SIEMBRA	99-1
		7,400	SIEMBRA	01-2
Subtotal		32,800		
LIBANO	6	26,850	SIEMBRA	99-1
		25,080	SIEMBRA	99-2
Subtotal		51,930		
SANTANDER	4.7	18,500	SIEMBRA	97-1
		3,500	SIEMBRA	99-1
		7,500	SIEMBRA	99-2
Subtotal		29,500		
NARANJAL	8.4	39,070	SIEMBRA	99-2
		19,966	SIEMBRA	00-2
		77,825	SIEMBRA	01-2
Subtotal		136,861		
PARAGUAICITO	3	30,350	SIEMBRA	99-1
Subtotal		30,350		
LA CATALINA	3.5	24,262	SIEMBRA	99-1
			SIEMBRA	99-2
Subtotal		24,262		
GRAN TOTAL		389,223		

A= Fruto amarillo 1-2= 1o 2o semestre

Tabla 32. Producción de semilla durante el período Oct 2001- Sep 2002

Subestación	Variedad Colombia kg	Variedad Tabi kg
Maracay	10,530.0	0
Rosario	6,416.0	100
Líbano	4,632.0	0
Santander	5,716.0	869.5
Catalina	2,697.0	0
Paraguaicito	3,631.5	0
Naranjal	2,563.5	0
Total	36,186.0	969.5

que productivo de alrededor de 389.000 plantas, de las cuales 137.000 (35%) se encuentran en la Estación Central Naranjal.

En la Tabla 33 se puede observar la producción de semilla en las subestaciones. En total, se produjo durante el período 36.186kg de los cuales se entregaron a los caficultores 27.828kg y permanecen en bodega 8.358kg (Tabla 34).

Producción de semilla de la variedad Tabi. En la actualidad se produce solamente en la Subestación de Santander. Se tienen dos bloques: el primero de 0,7ha, siembras de 1995 a plena exposición solar y descopadas, con un 60% de las plantas de fruto amarillo. El segundo de 0,98ha, siembras del segundo semestre del año 1998, de fruto rojo.

La semilla de la variedad Tabi producida en el presente año cafetero fue de 869,5 kilogramos (Tabla 35). Esta producción se clasificó en 21 lotes de semilla, los cuales arrojaron en las pruebas de germinación un valor de 97,6% en mantequilleras y un 93,8% en arena. Se calcula para el 2003 una producción de Tabi de 3.000kg.

Se estima que la cantidad de semilla que se espera producir para el año 2003, calculada en aproximadamente 80.000kg de variedad Colombia y 3.000kg de variedad Tabi.

DISTRIBUCIÓN DE SEMILLA

En la Tablas 36, se discrimina por Comités de Cafeteros la entrega de semilla entre octubre de 2001 y septiembre de 2002. Se entregaron 27.898kg de variedad Colombia y 990,5kg de Tabi.

Se observa una reducción de la demanda en cerca de 10.000 kg.

COMPORTAMIENTO DE LA BROCA

En el año 1998 la broca fue detectada por primera vez en el departamento del Cesar, en el municipio de la Jagua de Ibirico cuya zona cafetera esta enclavada en la Serranía del Perijá. Para el año 2001 se registró la presencia de broca en la sierra nevada de Santa Marta en zona de influencia de la Subestación Pueblo Bello. Finalmente, el 18 de julio de 2002 se detectó la presencia de broca en la subestación en un lote comercial de café.

Inmediatamente se tomaron las medidas necesarias para llevar a cabo el manejo integrado de la broca, realizando revisiones en todos los lotes cafeteros con el objeto de identificar los focos. Una vez establecidos estos sitios

Tabla 33. Producción estimada de semilla para el año 2003

SUBESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN COSECHA		VARIEDAD COLOMBIA KG			PORTE ALTO KG		
	1S %	2S %	1S	2S	TOTAL	1S	2S	TOTAL
Maracay	38	62	9,120	14,880	24,000	0	0	0
Rosario	38	62	3,800	6,200	10,000	0	0	0
Libano	37	63	7,400	12,600	20,000	0	0	0
Santander	23	77	1,400	4,000	5,400	500	2,500	3,000
Catalina	20	80	2,800	11,200	14,000	0	0	0
Paraguaicito	35	65	2,300	4,300	6,600	0	0	0
Naranjal	20	80	10,000	40,000	50,000	0	0	0
Total	211.00	489.0	36,820	93,180	130,000	500	2,500	3,000

1S = Primer semestre
2S = Segundo semestre

Tabla 34. Distribución de semilla de variedad Colombia a los Comités de cafeteros.Oct 2001-Sep 2002

COMITÉ	2001			2002									TOTAL
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
ANTIOQUIA	1344.0	248.0	1380.0		120.0		546.0	700.0	754.0		70.0	130.0	5292.0
BOYACÁ		105.0								30.0			135.0
CALDAS	513.0				439.5		472.5	297.0	241.5	621.0	600.0		3184.5
CAUCA	449.5			946.0	554.0		999.0	1134.0	66.0	1591.5		151.5	5891.5
CESAR-GUAJIRA	201.0												201.0
CUNDINAMARCA	592.5	750.0						1998.0					3340.5
HUILA								543.0					543.0
MAGDALENA													
NARIÑO							600.0						600.0
NORTE DE SANTDER	201.0		600.0										801.0
QUINDIO		130.5			30.0		183.0	181.5	201.0	51.0		291.0	1068.0
RISARALDA	100.5		51.0		198.0		225.0			90.0		240.0	904.5
SANTANDER						195.0				117.0			312.0
TOLIMA	510.0	304.5			510.0		999.0				1999.5		4323.0
VALLE	190.5							276.0		114.0	30.0		610.5
OF. ENLACE		60.0					12.0		66.0		31.5		169.5
OTROS			7.0	1.0	46.5		146.0	16.5	120.5	58.0	3.0	53.5	452.0
TOTALES	4102.0	1598.0	2038.0	947.0	1898.0	195.0	4182.5	5146.0	1449.0	2672.5	2734.0	866.0	27828.0

Tabla 35. Distribución de semilla de variedad Tabi a los Comités de cafeteros.Oct 2001-Sep 2002

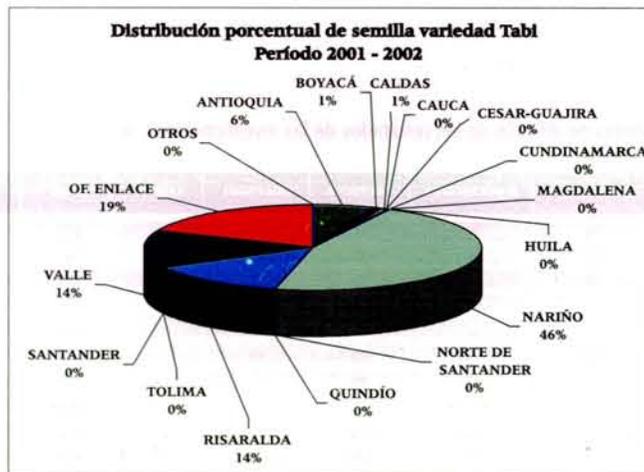
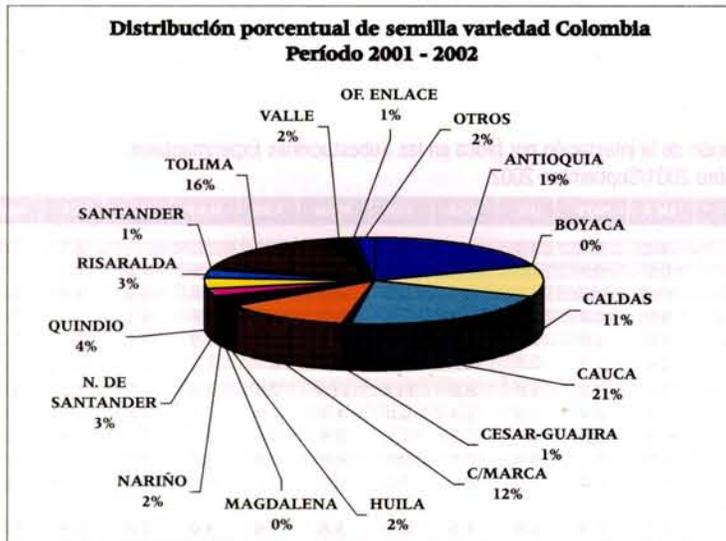
COMITÉ	2001			2002									TOTAL
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	
ANTIOQUIA													
BOYACA		51.0											51.0
CALDAS												6.0	6.0
CAUCA												6.0	6.0
CESAR-GUAJIRA													
CUNDINAMARCA			100.0					24.0					124.0
HUILA													
MAGDALENA													
NARIÑO													
NORTE DE SANTDER			400.0										400.0
QUINDIO													
RISARALDA													
SANTANDER			50.0			34.0				36.0			120.0
TOLIMA													
VALLE										2.0			2.0
OF. ENLACE			120.0										120.0
OTROS					70.0		45.0	22.0		8.0	7.5	9.0	161.5
TOTALES		51.0	670.0		70.0	34.0	45.0	46.0		46.0	7.5	21.0	990.5

calientes se procedió a recolectar todos los frutos brocados y posteriormente se comenzó a hacer aspersiones del hongo *Beauveria bassiana* en los sitios más afectados. Este nuevo hallazgo condujo a la puesta en marcha de recolecciones sanitarias exhaustivas para menguar los niveles de infestación del insecto.

El patrón de concentración de la cosecha en esta parte del país es una ventaja para el manejo de la broca, puesto que prácticamente en sólo 4 meses se recolecta el 95% de la producción anual del grano, factor que incide drásticamente en la reducción de la población del insecto en el campo; lógicamente este proce-

Tabla 36. Comparativo de distribución de semilla octubre- septiembre 2000-2002

TIPO DE SEMILLA	OCT 2000 - SEP 2001	OCT 2001 - SEP 2002
Variedad Colombia	37693.5	27828.0
Porte Alto resistente	1588.5	990.5
TOTAL	39282.0	28818.5



so exige una mejor calidad en la recolección donde se necesita la conciencia del personal que cosecha acerca de la importancia que reviste una buena recolección, por lo que se tiene previsto una serie de reuniones con los recolectores para tal fin. En la actualidad el 70% de los lotes cafeteros de la subestación tienen presencia de broca y en promedio el nivel de infestación en campo es del 0,35%.

En la zona cafetera Central la infestación por broca tuvo una tendencia alta durante el primer semestre y fue especialmente problemática en las subestaciones de Maracay, La Catalina y en Naranjal (Tabla 37). En la Subestación Maracay la infestación de broca se ha venido incrementando desde marzo debido especialmente a que de las 17ha de café, el 40% pre-

senta edades superiores a 5 años y dificultades para una buena labor de recolección.

TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Una de las actividades más importantes de las subestaciones es servir como centro regional para la difusión de los resultados obtenidos con los experimentos que se desarrollan en cada una y mediante la capacitación a un numeroso grupo de visitantes relacionados con la caficultura o el sector agrícola en general. Durante el período del informe se atendieron en total 8.317 visitantes (Tabla 38). Los temas de mayor interés relacionados con las visitas se presentan en la Tabla 39.

Tabla 37. Evolución de la infestación por broca en las Subestaciones Experimentales. Octubre 2001/Septiembre 2002

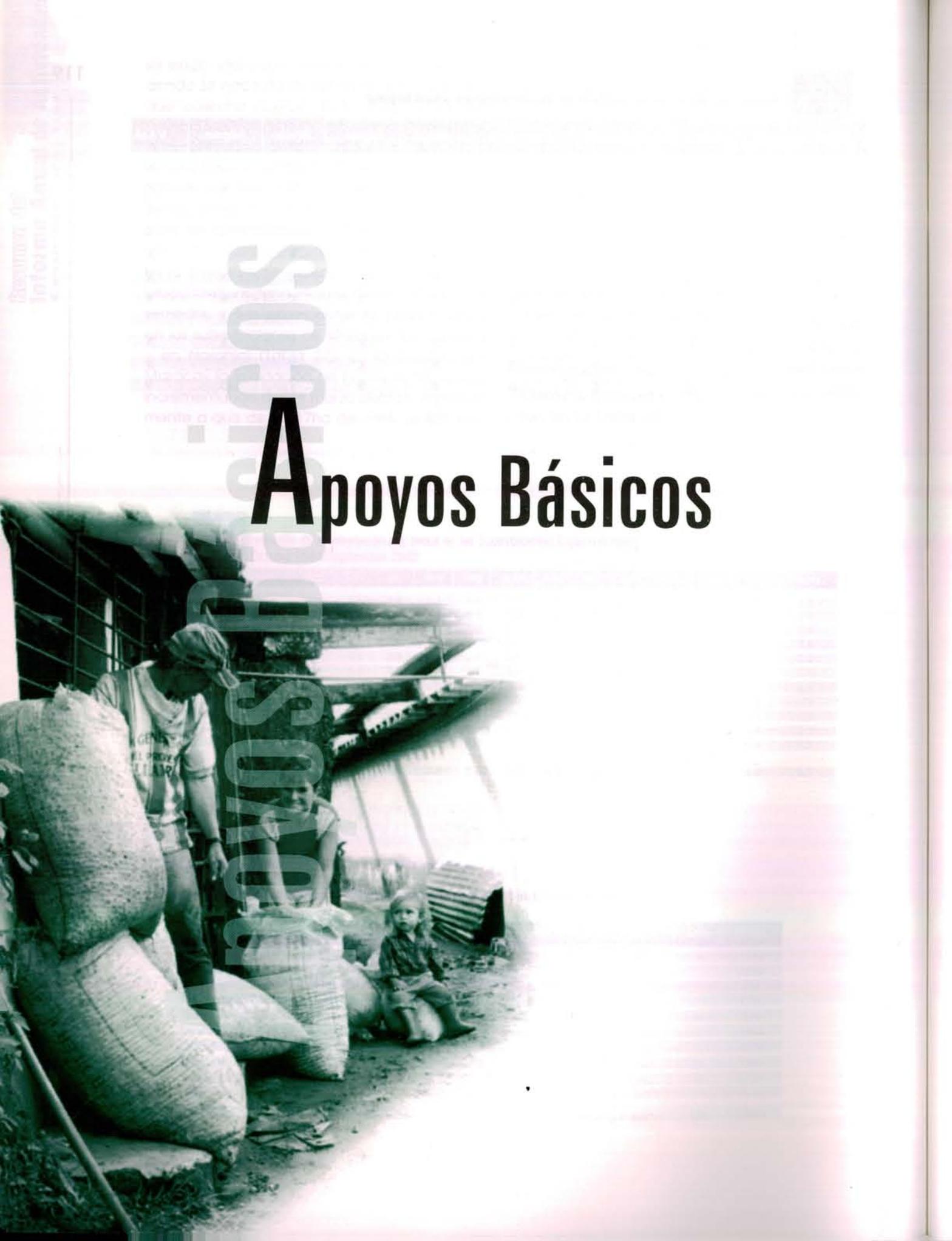
SUBESTACIÓN	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	PROM
El Tambo	3.2	3.3	3.4	3.1	1.8	1.9	1.6			2.7	2.5	1.9	2.8
Paraguacito	0.9	0.9	1.6	3.2	2.7	2.6		3.0	1.8	1.1	3.9	5.3	2.5
Maracay	12.8	12.0		12.1	5.9	8.2	14.7	5.5	4.4	3.3	2.6	5.8	7.9
La Catalina	0.0	0.0	4.1	4.4		8.1		7.6	6.3		3.4	7.6	5.9
Libano La Trinidad	1.9	1.8	2.9	1.7	2.1	2.4	1.8	1.9	1.9	2.1	2.2	2.2	2.1
Libano La Unión	1.4	1.4	2.8	2.8	1.7	2.3	2.7	1.3	1.2	1.7	2.3	2.4	2.0
Naranjal	4.2	3.8	5.0	8.0	11.0	11.9	7.0	5.0	6.5	5.2	4.0	3.2	6.2
Sta. Bárbara	1.3	0.9	1.0	1.5	2.0	1.9	1.9	1.4	1.6	1.9		2.9	1.7
El Rosario	0.5	0.6	0.6	1.2	1.6	2.9	3.4	3.2	2.1	0.9	0.8	0.5	1.5
Santander	1.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	3.8	2.8	2.0	1.6	0.8	2.1
Pueblo Bello	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.3
PROMEDIO	2.5	2.3	1.9	3.5	2.6	3.8	3.4	3.0	2.6	1.9	2.4	3.0	2.5

Tabla 38. Actividades de difusión de los resultados de las investigaciones a nivel regional.

SUBESTACIÓN	Estudiantes	Agricultores	Técnicos	Docentes	Otros	Total	Giras	TOTAL
El Tambo	24	793	60			877	8	1762
Paraguacito	217	91	226	8	5	547		1094
Maracay	55	40	19	3		117		234
La Catalina	732	521	609		16	1878		3756
Libano						400	14	414
Naranjal	568	118	10	53		749		1498
Sta. Bárbara	114	322	95		22	553		1106
El Rosario						1549	39	1588
Santander	722	268	64		23	1082	67	2226
Pueblo Bello	73	271	106	40	75	565		1130
TOTAL	2505	2424	1189	104	141	8317	128	14808

Tabla 39. Actividades de difusión de los resultados de las investigaciones a nivel Regional

SUBESTACIÓN	Beauveria	Beneficio T	Becolsub	Lombric	Exptos	Broca	Admon	V Col
El Tambo	X		X	X	X	X		X
Paraguacito			X	X	X	X	X	X
Maracay					X		X	X
La Catalina			X	X	X			X
Libano		X	X	X	X	X		X
Naranjal	X	X	X	X	X	X	X	X
Sta. Bárbara	X		X	X	X	X	X	X
El Rosario								
Santander	X	X	X	X	X	X	X	X
Pueblo Bello		X	X	X	X	X		X
Total	4	4	8	8	9	7	5	9



Apoyos Básicos

Informe Anual de Actividades

Se presentan los resultados más sobresalientes de las actividades adelantadas por la Disciplina de Agroclimatología en el período octubre/2001-septiembre/2002.

RED CLIMÁTICA DE FEDERACAFÉ.

Durante este período funcionaron 222 estaciones meteorológicas que hacen parte del Servicio Meteorológico de FEDERACAFÉ discriminadas así: 55 estaciones climatológicas principales, 11 estaciones heliopluiográficas, 6 estaciones pluviográficas y 150 estaciones pluviométricas. La operación se efectuó mediante la inspección, mantenimiento y calibración del instrumental meteorológico con 125 visitas que cubrieron toda la geografía cafetera y permitieron la recolección de información completa y confiable en la mayor parte de la red.

La información proveniente de la red meteorológica correspondiente a los elementos de temperaturas (media, mínima y máxima) y humedad relativa se revisó y evaluó hasta el mes de Julio/02. Las variables de lluvia y brillo solar están trabajadas hasta el mes de diciembre/01, mientras que los registros pluviométricos se encuentran al día. El Anuario Meteorológico Cafetero está en su fase final para editarlo en el mes de Octubre/02.

En el programa de ampliación de la cobertura de la red meteorológica existente, se instalaron cuatro nuevas estaciones climatológicas principales así: municipio de Fresno, Tolima (05° 09', 75° 00', 1269 m), municipio de Los Santos, Santander (6° 52' N, 73° 03' W, 1646 m), municipio de Manizales, Caldas (05° 03', 75° 20', 3686 m) y municipio de Santa Marta, Magdalena (11° 07', 74° 06', 1100 m).

Ciclo hidrológico y de nutrimentos en cafetales a libre exposición y bajo sombrío. Para cafe-

tales a libre exposición solar y bajo sombríos de nogal (*Cordia alliodora*), pino (*Pinus oocarpa*) y eucalipto (*Eucalyptus grandis*) la distribución espacial de la lluvia dentro de los cafetales no obedece a patrones regulares o esperados. Se observa que la lluvia se concentra en ciertos puntos y no llega en otros, comportamiento que podría explicarse por la gran variabilidad en área foliar, distribución de las ramas y hojas sobre la superficie del terreno, asociados además con la variabilidad espacial de las propiedades físicas del suelo. Estadísticamente no se presentan relaciones entre las mediciones o puntos adyacentes, lo que individualiza los comportamientos de la lluvia observada en cada pluviómetro. Un período seco afecta a los cuatro agroecosistemas en diferente proporción: en general, las parcelas de café con pino y café con eucalipto mostraron las mayores restricciones de agua para las tres profundidades analizadas.

Con relación a los nutrimentos que ingresan con la lluvia externa a los diferentes ecosistemas tienen como promedio 9,9kg.ha⁻¹.año⁻¹ de potasio, 27,9kg.ha⁻¹.año⁻¹ de calcio y 8,6kg.ha⁻¹.año⁻¹ magnesio. Las cantidades promedio de nutrimentos que ingresan al suelo en el agua de lavado foliar aumentan sus concentraciones y presentan para el potasio 85,4kg.ha⁻¹.año⁻¹, calcio 41,1kg.ha⁻¹.año⁻¹, magnesio 12,0kg.ha⁻¹.año⁻¹ y nitratos 21,9kg.ha⁻¹.año⁻¹. Se observa una gran variabilidad en las cantidades de los elementos químicos para los diferentes sombríos del café, las cuales están relacionadas con las especies de sombrío. Las cantidades de nutrimentos que se movilizan en el agua de escorrentía, presentan valores promedio de 11,0kg.ha⁻¹.año⁻¹ para potasio, 6,2kg.ha⁻¹.año⁻¹ para calcio, 2,5kg.ha⁻¹.año⁻¹ para magnesio y 3,3kg.ha⁻¹.año⁻¹ para nitratos.

Se estructuró un programa de cómputo para facilitar el cálculo del balance hídrico, en este programa se tienen en cuenta el tipo de cobertura vegetal o ecosistema donde incide la lluvia, se consideran tres fórmulas para el cálculo de la evapotranspiración usadas de acuerdo con la disponibilidad de la información climática, se tienen en cuenta las condiciones de almacenamiento del suelo de las

diferentes unidades de suelo de la zona cafetera. El programa ofrece información sobre la cantidad y duración de los excesos y deficiencias hídricas, y un Índice de Humedad del Suelo, que permite conocer las épocas críticas de deficiencia de agua para el café y otros cultivos.

Ecotopos cafeteros de la cuenca del río Cauca.

En el estudio de los ecotopos 201A a 205A (departamentos de Antioquia y Caldas) y 101B a 110B (departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda y Valle del Cauca) se adelantó lo siguiente:

- Digitalización, a través de ILWIS, de los Mapas de estaciones meteorológicas y de isolíneas de lluvia anual, análisis estadístico de la lluvia, cálculo de los balances hídricos y análisis de la disponibilidad hídrica para el cultivo de café. Estos resultados orientan la planificación de labores como la preparación de suelos, siembras, fertilizaciones y permiten de acuerdo con los suelos analizar la disponibilidad de agua para el cultivo de café, especialmente durante su ciclo productivo.
- Finalización de la determinación de los gradientes a nivel mensual y anual de las diferentes variables climáticas (temperaturas, brillo solar y humedad relativa) con base en la altitud para efectuar su espacialización.
- Se completó el análisis estadístico a estaciones representativas seleccionadas de los ecotopos que comprende la parte descriptiva y los niveles probabilísticos al 10, 25, 50 75 y 90%.
- Se inició la espacialización al nivel anual de las isolíneas de temperaturas, brillo solar y humedad relativa en planchas escala 1:100.000 para los ecotopos 201A, 202A, 203A, 102B y 103B con el paquete geográfico ILWIS.
- Continuación de la redacción de la memoria de los ecotopos 201A, 202A, 203A, 102B y 103B que se integrará con la parte de lluvia para producir un solo documento.

BIOLOGÍA DE LA CONSERVACION

Las actividades realizadas por el equipo del Programa de Biología de la Conservación desde el final del año 2001 y lo transcurrido en el 2002 pueden agruparse en tres categorías principales: investigación, divulgación y participación en procesos ambientales. Este último período fue de interés especial para el Programa, pues aunque nuestra labor de investigación en el campo no recibió tanta atención como en el período pasado, se logró comenzar a consolidar la capacidad para publicar los resultados de las investigaciones. Pero lo que es tal vez de más trascendencia, se logró la participación en procesos ambientales de interés regional, contribuyendo en diversos foros con los resultados acerca de la biodiversidad en las regiones andinas colombianas. Se divulgaron los resultados de distintos estudios ante muy diversas audiencias que incluyeron niños de centros educativos, estudiantes universitarios, caficultores extranjeros, funcionarios gubernamentales e investigadores científicos.

INVESTIGACIÓN

En el campo de la investigación, durante este último año se culminaron las fases de campo de dos proyectos iniciados desde el año anterior: el estudio de las aves en cafetales con sombrío y el estudio del *Dacnis turquesa* en la región cafetera de Támesis. En estos dos proyectos se adelantó en análisis de los datos y la producción de algunos informes.

También se iniciaron cinco proyectos de investigación. Se comenzaron labores en el proyecto GEF Andes para estudiar la biodiversidad en paisajes rurales. Se inició el estudio de los mamíferos en zonas cafeteras, siguiendo la vinculación de Harold Castaño, como joven investigador y se dio comienzo al proyecto financiado por la Iniciativa Darwin, con la colaboración de CAB International. Adicionalmente realizamos un estudio corto sobre la avifauna en una finca cafetera y se

está asesorando un estudio de la avifauna en la Reserva de Río Blanco. Todos estos estudios están siendo financiados en su gran mayoría por entidades o personas diferentes de Cenicafé.

Aves en cafetales con sombrío y remanentes de bosque en zonas cafeteras. ENT 1108. Continuando con el ENT 1101, los objetivos de este experimento han sido dos: 1. Estudiar las comunidades de aves en plantaciones de café con sombrío y su relación con las características estructurales y de composición del sombrío y 2. Estudiar la avifauna y vegetación en relictos de bosque en zonas cafeteras. Se visitó la zona de Támesis hacia finales del 2001 y para la primera etapa de 2002 se emprendió el análisis de los datos. Al realizar correlaciones de las características de la comunidad de aves con la estructura y la composición del sombrío, se encontraron relaciones significativas, especialmente en cuanto a las especies de aves de bosque. Se encontraron relaciones positivas significativas entre la diversidad de árboles del sombrío y la riqueza y diversidad de aves de bosque. También, relación positiva entre la variabilidad en la altura del sombrío y la abundancia y diversidad de aves de bosque. Al igual que hubo una relación positiva entre la proporción de Guamo en el sombrío y la diversidad y abundancia de aves. Actualmente se continúa realizando los cálculos respectivos y se espera que Támesis se convierta en un municipio modelo para el análisis, para luego validar los resultados con los demás municipios estudiados.

Ecología del Dacnis Turquesa (*Dacnis hartlaubi*) en la zona cafetera de Támesis, Antioquia. ENT 1111. Durante el principio de este año se terminó la fase de campo de este proyecto con la realización de las últimas salidas de campo. Se continuó por varias semanas con la conformación de la base de datos y se concluyó con el análisis de éstos y la producción del informe final para el Instituto von Humboldt.

El Dacnis Turquesa (*Dacnis hartlaubi*) es una especie endémica y amenazada de Colombia y se ha encontrado en cafetales con sombrío. Los estudios permiten afirmar que la especie es

poco abundante en toda la franja cafetera de la Vereda la Oculta en Támesis, permaneciendo durante todo el año y concentrándose especialmente en Patudos, donde se encontraban casi permanentemente. Los árboles de Patudo (*Coussapoa duquei*) son de gran importancia para Dacnis Turquesa, posiblemente debido a que los recursos alimenticios también son fuente de alimento para muchas otras especies de aves. Esta importancia parece también fue confirmada por observaciones realizadas en Cundinamarca. Adicionalmente se propusieron medidas y recomendaciones para la conservación de esta especie.

Conservación y uso sostenible de la biodiversidad en paisajes rurales de los Andes colombianos. Proyecto GEF Andes ENT-1112. Durante este año adelantamos en la etapa de planeación del proyecto y revisión de los términos del convenio entre las instituciones. En las últimas semanas, después de la firma del convenio y firma del acta de inicio, se dio comienzo al proyecto. Esa primera etapa de planeación exigió mucha dedicación en varios aspectos administrativos y la selección de la primera zona de estudio. En la parte administrativa y de planeación hubo varias reuniones con los funcionarios del Instituto von Humboldt. Participamos además en reuniones con científicos extranjeros especialistas en temas relacionados con los muestreos de biodiversidad, con el fin de seleccionar la mejor metodología. Se hicieron reuniones con empleados del Comité de Cafeteros del Valle, para considerar una primera zona de estudio en la zona cafetera de ese departamento. Además, se realizó una primera visita de reconocimiento a la zona cafetera del Cairo, en donde el Comité del Valle, en conjunto con la CVC y Conservación Internacional están adelantando un interesante proyecto de café de conservación.

Diversidad de mamíferos en cafetales y fragmentos de bosque en zonas cafeteras. ENT-1116). Se iniciaron estudios sobre los mamíferos de las zonas cafeteras. Los objetivos del estudio que apenas comienza son los siguientes: 1. Caracterizar las comunidades de mamíferos en regiones cafeteras de Colombia, especialmente

en cafetales y en fragmentos de bosque en zonas cafeteras; 2. Evaluar el estado actual de conservación de los mamíferos en la zona cafetera colombiana y plantear estrategias de manejo y 3. Evaluar el efecto que tienen las poblaciones de mamíferos en la sostenibilidad de la finca cafetera. Hasta el momento se han realizado un programa de muestreos en varias zonas de Planalto y en la Romelia, con algunos resultados interesantes.

Biodiversidad y productores de café colombianos, capacidad para construir valor agregado.

Proyecto realizado con CABI y cofinanciado por la Iniciativa Darwin. ENT-1118.

Los objetivos de este proyecto son los siguientes: 1. Realizar entrenamientos en técnicas para evaluar el conocimiento del caficultor y sus necesidades de información; 2. Dirigir y luego llevar a cabo la evaluación en relación con la biodiversidad. Con base en esto, desarrollar y probar en campo un manual para la producción de café de acuerdo con las normas de biodiversidad; 3. Desarrollar una base de datos del conocimiento de los caficultores, las palabras que usan, citas memorables, fotografías, videos y datos de plantas y animales raros. 4. Realizar talleres de grupos involucrados que incluyan compradores y expertos de los sectores de café orgánico y de sombra para disseminar los resultados del trabajo en campo y para determinar la mejor forma de promover la biodiversidad a los consumidores; 5. Producir material promocional que incluya segmentos de televisión, video, carteles, folletos, etc. de acuerdo a la evaluación local de necesidades; 6. Promocionar la biodiversidad en una reunión internacional y 7. Desarrollar un borrador de política de biodiversidad comercial para someter a consideración de representantes electos de los caficultores. Estos objetivos específicos tienen como objetivo general promover la biodiversidad entre los productores de café colombiano con el fin de reconocer y aprovechar su potencial comercial. Este proyecto se realiza con la colaboración de la disciplina de Economía Agrícola. Se ha realizado selección de las zonas de estudio, de las comunidades cafeteras a estudiar y se han realizado los primeros talleres.

Estudio y Conservación de las aves de Río Blanco: las migraciones y movimientos de las aves.

Proyecto en colaboración con Aguas de Manizales y la Fundación Gabriel Arango Restrepo.

Se inició este primer proyecto que tiene los objetivos siguientes: 1. Estudiar las migraciones altitudinales de las especies de aves residentes y migratorias en Río Blanco y los movimientos entre los bosques secundarios y los Alisales y 2. Examinar la relación entre esas migraciones y movimientos y las variaciones en las condiciones climáticas y la fenología de las especies de plantas productoras de flores y frutos consumidos por las aves. Un informe de los primeros resultados será presentado en el Encuentro Nacional de Ornitología, que se realizará en Valledupar en el próximo mes de noviembre.

TESIS DE PREGRADO Y POSGRADO

Durante este año se ha continuado con la coordinación, evaluación y asesoría de varias tesis de pregrado. El Programa de Biología de la Conservación se ha vinculado a estas tesis, pues consideramos que de esa manera contribuimos significativamente en la formación de investigadores y científicos en el campo de las ciencias ambientales. Hemos colaborado en las siguientes tesis de pregrado: "Estudio del comportamiento reproductivo de las aves acuáticas de la Laguna del Otún y humedales aledaños", "Ecología del Lorito Cadillero (*Bolborhynchus ferrugineifrons*) en zonas aledañas a la Laguna del Otún, PNN Los Nevados", "Implementación de un software educativo sobre las aves del Municipio de Manizales" y "Estudio preliminar sobre el tamaño poblacional, el uso del hábitat y los hábitos alimenticios de la comunidad de patos (Anátidos) en la Ciénaga de Bañó, Departamento de Córdoba, Colombia. Además, seguimos contando con la vinculación de Andrés Guhl, quien adelanta su tesis de doctorado, titulada "El Impacto de la modernización de la caficultura en las tierras cafeteras de Colombia".

PARTICIPACIÓN EN PROCESOS AMBIENTALES

En la defensa de la Reserva de Planalto, el Programa de Biología de la Conservación tuvo una participación muy activa participando en diversos aspectos de la organización de la Audiencia Pública y participando con una ponencia en la audiencia pública que se realizó el 14 de diciembre de 2001. En esta ponencia se presentaron los resultados de nuestros estudios en Planalto y se argumentó desde el punto de vista de la biodiversidad las razones por las cuales Planalto es importante a escala regional, nacional y continental.

El Programa de Biología de la Conservación también participó muy activamente en el proceso regional de evaluación del Plan de Manejo de la Reserva de Río Blanco y en especial del plan de aprovechamiento forestal en la reserva.

BIOMETRÍA

En el período octubre 1 del 2001 a septiembre 30 del 2002, la disciplina de Biometría ha trabajado en dos áreas de la investigación de operaciones: la primera de ellas, la optimización del proceso de la recolección con el propósito de contribuir a la disminución de los costos de producción y la segunda, en la validación del modelo de simulación para el cultivo del café y sus aplicaciones.

Con respecto a la **optimización del proceso de recolección del café**, se desarrollaron tres investigaciones:

Sistemas no selectivos para la recolección manual del café. BIO0804, en la cual, a través de un diseño experimental de bloques completos al azar, teniendo como factor de bloqueo al recolector, se evaluaron los tratamientos ordeño parcial con repase y ordeño total, con respecto al sistema tradicional. Las evaluaciones se realizaron en dos lotes de la subestación experimental Paraguaicito, con un porcentaje

de maduración inicial superior al 60% y en subestación La Catalina, con un porcentaje de maduración inicial inferior al 20%. El análisis de covarianza al 5%, teniendo como covariable los frutos maduros por desprender no mostró efecto de los tratamientos para la variable kilogramos de café cosechado por hora (eficiencia) a excepción del lote ubicado en La Catalina, en el cual la prueba de Dunnett corroboró diferencias a favor de los sistemas no selectivos. Esto se debe a que en lotes cuyo porcentaje de maduración inicial es alto los movimientos relacionados con el desprendimiento de los frutos en los tres sistemas es similar, es decir, que el recolector en dichos lotes aplica el ordeño usualmente. En todos los lotes el análisis de varianza mostró efecto de los tratamientos para el porcentaje de frutos verdes cosechados (calidad) y la prueba de Dunnett indicó diferencias a favor del testigo, es decir, menor porcentaje de frutos verdes cosechados. Por otro lado, no se observó efecto de los tratamientos para la variable porcentaje de frutos dejados en el suelo (pérdidas), ni para el porcentaje de frutos maduros desprendidos (eficacia) en ninguno de los lotes estudiados. El análisis de varianza, consolidando todos los lotes, mostró efecto de los tratamientos al 5%, para el porcentaje de frutos verdes cosechados (calidad), corroborándose con la prueba de Dunnett diferencias a favor del testigo; y no mostró efecto de los tratamientos para el porcentaje de frutos maduros desprendidos (eficacia) ni para el porcentaje de frutos dejados en el suelo (pérdidas), lo cual indica que con cualquiera de los sistemas evaluados el promedio de estas variables es igual estadísticamente. El análisis de covarianza, con la información consolidada de los lotes mostró efecto de los tratamientos en la variable kilogramos de café cosechado por hora (eficiencia) y la prueba de Dunnett, indicó diferencias a favor de los sistemas no selectivos con respecto al sistema tradicional. Por lo anteriormente descrito, sólo queda corroborada la hipótesis de que con los sistemas no selectivos se mantiene la eficacia, y no se puede afirmar que con los sistemas no selectivos se disminuyen las pérdidas, y se obtiene el doble de la eficiencia comparados con la recolección tradicional.

Estudio de la cosecha de café en condiciones de altas pendientes. BIO0805. Se registró, para 24 operarios, el proceso de recolección del café en 5 fincas, con lotes de pendientes mayores al 70%. Con los resultados se identificaron y describieron 11 operaciones de las cuales, la de mayor tiempo promedio invertido por operario fue el desprendimiento de frutos según prueba de Duncan al 5%, siguiendo en orden las necesidades y la alimentación, y éstas a su vez, difieren de las actividades tales como alistamiento, asignación de surcos, pesaje, etc., de tal manera que para la recolección y vaciado invierten entre el 64,1 y 95,9 % del tiempo; para las necesidades y alimentación, entre el 2,9 y 34,5%; y para el resto de las operaciones entre el 1,6 y el 48,9%. En cuanto a los indicadores de la operación de la recolección, la prueba de Duncan mostró diferencias entre operarios para las variables relacionadas con eficiencia, eficacia y pérdidas por árbol. Los operarios desprendieron entre el 93 y 99,7% de los frutos que había por recolectar (eficacia), con una eficiencia entre 88,8 y 521,3g/min, dejando en el suelo entre 0,7 y 14,5% de los frutos desprendidos (pérdidas). Estos resultados muestran, como lo reportaron Vélez *et al.*¹, en pendientes menores del 70% que no necesariamente un aumento del rendimiento (kg de café recolectado por hora), implica una disminución en la eficacia o aumento en las pérdidas, es decir, que el desempeño operativo por recolector en cada finca es el resultado de varios factores como la planeación y control del proceso, la experiencia del personal, la oferta de frutos maduros por recolectar y el estado del cafetal, entre otros.

Estudio del sistema operativo de la cosecha manual asistida del café. BIO0802. Se realizó el análisis del subproceso 2 de la recolección del café. Se terminó la evaluación del método combinado de la recolección y se iniciaron pruebas asociativas con caficultores del método mejorado de recolección. El Análisis del subproceso 2 se efectuó en 8 fincas de Chinchiná y Palestina, identificándose 5 tipos de operaciones: alistamiento, espera, pesaje, tras-

lado al pesaje y transporte al beneficiadero, para una duración total que osciló entre 0,2 y 107 minutos. Se estableció que para fincas pequeñas la actividad que demandó mayor porcentaje de tiempo fue el alistamiento, para algunas fincas medianas correspondió a esperas evitables y para las grandes y el resto de las medianas, fue la de transporte del café al beneficiadero. El análisis de micromovimientos mostró que en el 5,9% de los casos los bultos con café cereza pesan menos de 25kg y en el 61% de los casos pesan menos de 50kg. Además, se establecieron 12 secuencias típicas para la manipulación de costales de tal manera que en el traslado al pesaje, la secuencia con mayor ocurrencia, correspondió a la de tipo A; durante el pesaje correspondió a la tipo D-D, y en el descargue durante el pesaje correspondió a las C1 y F. Para la operación de transporte del café cereza recolectado se observó que las fincas usan vehículos cuyos modelos son anteriores a 1979, oscilando las distancias recorridas entre 2,3 y 17,1km, con una carga transportada entre 757 y 2.693kg. Todo lo anterior permitió establecer que el costo por kilogramo de café transportado osciló entre \$5,7 y \$28.

La evaluación del método combinado fue realizada en la subestación experimental de Paraguaicito (Quindío). La máquina aspiradora mostró inconvenientes mecánicos y operativos en su funcionamiento que impidieron su utilización, por lo que se hizo una prueba de recolección sólo con el empleo de mallas. Los resultados indicaron que al ejecutar el método mejorado utilizando mallas en el suelo se disminuyen las pérdidas en un 64%, la eficacia se aumenta en 1,69% y el rendimiento es igual al método tradicional. Se iniciaron las pruebas asociativas con caficultores de los municipios de Chinchiná y Palestina; en total, se han realizado dos sesiones de capacitación a 10 caficultores pero hasta la fecha sólo se ha establecido el método en dos fincas.

Validación del modelo de simulación para el cultivo del café (BIO 0510), producción poten

¹ VÉLEZ Z., J.C.; MONTOYA R., E. C.; OLIVEROS T., C. E. Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café. Boletín Técnico Cenicafé (Colombia) No. 21: 1 – 91. 1999

cial (nivel I). Se trabajó con la materia seca acumulada de frutos y con la producción acumulada de café cereza. Los datos observados se tomaron del experimento Fis 0202, realizado en tres sitios: Santágueda, a una altitud de 1.000m., Naranjal a 1.400m y el Tablazo a 1.900m. En cada sitio se sembró un lote de variedad Colombia, con una densidad de 5.000 plantas/ha, el 15 de enero de 1996. Desde la siembra hasta el año 2000 se llevaron registros por planta, tanto de materia seca en frutos como la cantidad de café cereza recolectado en cada pase de cosecha.

Los valores simulados se obtuvieron utilizando el programa compilado en Visual Basic, para lo cual se requieren los siguientes datos de entrada: latitud, densidad, variedad, temperatura diaria y número de horas de brillo solar diario. Antes de aplicar el programa se hizo una revisión de todas y cada una de las expresiones tanto para las variables de flujo como para las variables de estado y se propuso, para la estimación de café cereza, el balance entre materia seca y materia fresca con lo cual se redujo de 190 líneas de programación a 13, para la variable de estado producción acumulada en café cereza.

Con una estructura ya definida para la simulación del cultivo del café al nivel de producción potencial (nivel I), los resultados de la validación mostraron lo siguiente:

1) Para la materia seca acumulada de frutos por árbol (kg), la relación lineal simple entre los valores del límite superior (para el promedio de los datos observados) y los simulados y la relación lineal simple entre los promedios observados y los simulados, tiene coeficientes de correlación entre 0,90 y 0,94, con coeficientes de regresión diferentes de cero y estadísticamente menores que 1, lo cual implica que el modelo sobrestima la producción acumulada de materia seca de frutos por árbol, en los casos evaluados (sitios).

2) En todos los sitios, para la producción acumulada de café cereza por árbol (kg), tanto en la relación lineal del límite superior del promedio de los datos observados con los

valores simulados, como en la relación lineal del promedio de los datos observados con los simulados, los coeficientes de correlación están entre 0,93 y 0,98, con coeficientes de regresión diferentes de cero y estadísticamente menores que uno, según prueba de t al 5%.

Los resultados obtenidos hasta el momento en la validación del modelo de simulación para la producción potencial del cultivo del café con las variables endógenas, materia seca acumulada de frutos y producción acumulada de café cereza por árbol, muestran lo que se esperaba: que el modelo para la producción potencial sobrestima los valores promedios observados y el límite superior, corroborándose las siguientes hipótesis: el coeficiente de correlación lineal entre valores observados y simulados de la producción acumulada es mayor que 80% al menos en el 75% de los casos y que el coeficiente de regresión lineal entre valores observados y simulados es menor que uno, al menos en el 75% de los casos.

Al disponer de una estructura básica para la modelación matemática del cultivo del café con soporte teórico y matemático, se procedió a utilizarlo con el objetivo de caracterizar los ecotopos cafeteros por productividad (**BIO 0511**). En primera instancia se ha trabajado con 17 estaciones meteorológicas en los siguientes procesos: revisión de las bases de datos de clima, en las variables exógenas temperatura media diaria y número de horas de brillo solar diaria. En el caso que haya información faltante, en un día (días) de un mes dado, se procede a estimar el promedio con la información que se haya registrado en dicho mes. Si falta la información de todos los días del mes se procede a estimar el promedio de cada día con la serie histórica. Hasta el momento, con la información de las 17 estaciones de clima se ha aplicado el modelo para cuatro períodos de producción diferentes.

Los resultados muestran que el modelo es una herramienta con la cual se puede lograr una caracterización de los ecotopos cafeteros, utilizando la información de las estaciones climatológicas más cercana a los sitios que los conforman.

Además, con el propósito de apoyar las investigaciones en la caracterización de los suelos en estudios de la zona cafetera se utilizó el análisis multivariado y la prueba de comparación de Duncan, como herramienta de trabajo para proponer una metodología estadística de agrupación. Con esta metodología y en una primera aplicación, se logró la clasificación de las veredas del municipio de Trujillo (Valle), en cuatro grupos diferentes estadísticamente en el promedio, en cuanto a los siguientes elementos: MO, Ca, Mg, Al y saturación de aluminio.

DOCUMENTACIÓN

En el Centro de Documentación se desarrollaron las siguientes actividades:

Se registraron en la base de datos CENIC, 826 referencias de documentos sobre el tema Café o asuntos relacionados. Así, esta base de datos, que incluye estos registros con sus respectivos resúmenes, llegó a las 27.915 referencias de documentos.

En la base de datos AGROS, que incluye los libros, folletos, series, monografías, artículos seleccionados de revistas, entre otros materiales, que posee la Biblioteca (excepto Café), se adicionaron 2.232 referencias, totalizando 53.421 registros.

En el período del presente informe se adquirieron y procesaron 1.734 documentos, de los cuales 573 correspondieron a libros y 1.161 a artículos de revistas y folletos, los cuales fueron debidamente catalogados y clasificados. Las referencias bibliográficas de éstos, se publicaron quincenalmente en el boletín electrónico «Últimas Adquisiciones»

Las revistas son la principal fuente de consulta en un Centro de Investigación, constituyéndose en valioso material dentro de la Biblioteca, por esto se le ha prestado un cuidado especial. En esta época se recibieron y registraron 2.136 revistas, las que incluyeron aproximadamente unos 64.080 artículos.

Se continuó con la política de canje de publicaciones entre Instituciones, como un medio para enriquecer bibliográficamente la Biblioteca. CENICAFÉ tiene compromisos de intercambio con 188 instituciones de Colombia y el mundo. Así, entre 2001 y 2002 se recibieron por canje, 401 revistas y 165 materiales entre series, folletos e informes institucionales y se envió en canje la **Revista Cenicafé**.

La política de compra de libros y revistas se fundamenta en las necesidades de información de los técnicos e investigadores, por eso las sugerencias de adquisición parten de ellos. En este período se hizo el trámite de 175 solicitudes de libros especializados y la renovación de suscripción de 183 títulos de revistas.

La divulgación de la información es el factor principal para que las publicaciones sean conocidas entre los investigadores, con base en esto, el Centro de Documentación programó exposiciones quincenales durante el año, en las que se exhibieron 50 documentos sobre café, 733 libros técnicos, 268 folletos y 2.492 revistas.

La afluencia de lectores a la Biblioteca es un indicador del uso y consulta de sus materiales.

En esta temporada hubo 2.404 usuarios, se consultaron 15.932 documentos y se realizaron 2.721 préstamos. Así mismo, hubo un alto índice de consulta de las bases de datos en computador y en CD-ROM en el Centro de Documentación, al igual que de las bases de datos disponibles en Internet pues se alcanzó un número de 20.513 consultas en el período del informe, en la bases de datos instaladas en el CIAT.

Los resúmenes de los documentos sobre café, en la mayoría de los casos, vienen en idiomas distintos al Español (Inglés, Francés y Portugués) por lo cual deben ser traducidos para ser ingresados posteriormente a la base de datos CENIC. En este período se tradujeron 130 resúmenes, que se sometieron posteriormente a revisión y edición.

Los estudios de la Disciplina de Economía, durante el último año cafetero estuvieron centralizados en aspectos tales como Determinantes de la productividad del café, Impacto socioeconómico de la cosecha mecánica o manual asistida de café, Evaluación económica de tres sistemas de producción de café, Estimación de la función de pérdida causada por la mancha de hierro del fruto de café y finalmente se participó en la estructuración y desarrollo del proyecto financiado por la Iniciativa Darwin, la cual pretende construir capacidad para generar valor agregado al café a través de la Biodiversidad.

DETERMINANTES DE PRODUCTIVIDAD DEL CAFÉ.

El análisis de la productividad del café, empleando funciones de producción permitió contribuir al conocimiento del comportamiento de esta variable como uno de los pilares de la competitividad en la caficultura. De acuerdo con los resultados se pueden plantear las siguientes consideraciones:

■ El costo unitario de producción obtenido en el estudio, para el año 2.000 en Caldas, se estimó en \$26.236/@ cps ± \$725. De este costo,

el correspondiente a la tecnología fue en promedio \$10.468/@ cps, que equivale al 40% del costo promedio unitario. Adicionalmente los gastos de administración representaron el 17% de los costos, los gastos financieros participaron en el 5% y el costo de la recolección participó en el 38% de los costos totales de producción.

■ El margen bruto promedio por hectárea, para el año 2.000 fue de 1'403.583, oscilando en un rango entre -\$1'661.02 para el menor valor de margen bruto observado, hasta \$4'949.250 en el mejor de los casos.

■ El modelo que explica la productividad del factor tierra, seleccionó siete variables, que resultaron significativas. Estas variables fueron: Disponibilidad de capital de trabajo, Hectáreas cultivadas en café, Edad promedio de los lotes, Densidad de siembra promedio, Mano de obra (jornales/ha), Kilogramos de fertilizante aplicados por hectárea, Porcentaje del área de la finca cultivada en café. Todas ellas con relaciones positivas respecto a la variable respuesta.

La mayor respuesta en términos de la productividad por hectárea se debe a la densidad de siembra, seguido por la demanda de mano de obra, al ser éstas las variables que presentaron mayor elasticidad parcial. El modelo obtenido fue el siguiente:

$$\ln(@cps / ha) = -2,15269 + 0,19082(DISPWK) + 0,1377 \ln(HACAFE) + 0,14709 \ln(EDADLOT) + 0,42958 \ln(DENSI) + 0,28904 \ln(JORHA) + 0,02499 \ln(FERT) + 0,19684 \ln(PORCAFE)$$

■ En cuanto al costo unitario de producción, el modelo econométrico presentó seis variables significativas. De esta manera los principales determinantes el costo unitario de producción: Costo variable de producción (\$/@ cps), Gastos administrativos (\$/@ cps), Gastos financieros (\$/cps), Porcentaje del área renovada (% del área en etapa improductiva) y Productividad (@ cps/ ha). Las primeras cuatro

variables presentaron relaciones directas con el costo unitario, mientras que la productividad de la tierra (@ cps/ha), tuvo una relación inversa, indicando que el incremento en la productividad de la tierra tiene efectos positivos, mejorando la productividad total, pues contribuye a la disminución del costo unitario de producción. En este modelo debe resaltarse que la variable costo variable de producción

(costo de la tecnología + costo de la recolección), presentó la mayor elasticidad, señalando la importancia de adoptar sólo aquellas prácticas de manejo que ofrezcan ventajas agronómicas y económicas y que incurrir en el uso de tecnologías no recomendadas o innecesarias sólo conduce al incremento del costo unitario y a deteriorar la productividad total de la finca.

En las actuales condiciones de competitividad de la producción cafetera, es fundamental acertar en un adecuado sistema de producción, al considerar las repercusiones a largo plazo de las decisiones de tipo tecnológico en el cultivo del café y su impacto en el costo unitario.

El modelo obtenido fue el siguiente:

$$\ln(\text{COSTO} / @\text{cps}) = 4,81607 + 0,57024 \ln(\text{COSVARR}) + 0,01405 \ln(\text{ADMARR}) + 0,00630 \ln(\text{FINARR}) + 0,00626 \ln(\text{PORIMPRO}) - 0,09046 \ln(\text{ARRHA})$$

■ El modelo que explica los determinantes del margen bruto, se sustenta en cuatro variables que resultaron significativas. Estas fueron las siguientes: Precio de venta del café, que presentó la más alta elasticidad, indicando que el margen bruto por hectárea aumentaría en forma más que proporcional cuando el precio interno del café también se incrementa. Sin embargo, desde un punto de vista general, el precio es una variable que no está bajo el control directo del productor cafetero, excepto en aquellos aspectos que están directamente relacionados con la calidad del café y que pueden generar bonificaciones al momento de la venta del café. Productividad de la tierra, lo cual indica que a mayor número de arobas de café por hectárea, mayor será el margen bruto. Costo de la tecnología, esta variable presentó un coeficiente

negativo, indicando que incrementos innecesarios en los costos de producción, como se explicó anteriormente, repercutirían en reducción sustancial del margen bruto, pues la elasticidad de variable es alta. Porcentaje de área improductiva, de acuerdo con el modelo, si este porcentaje se incrementa, el margen bruto se disminuye y entonces la viabilidad económica de la finca de vería reducida; aunque es recomendable disponer siempre de un porcentaje de cafetales en renovación, es preferible que ese porcentaje tienda a ser fijo para evitar alteraciones en los ciclos de renovación, que podrían originar, márgenes brutos negativos.

La expresión del modelo obtenido es como sigue:

$$\ln(\text{MARGEN BRUTO} / \text{Ha}) = -151,96286 + 23,1120 \ln(\text{PREC}) + 0,70273 \ln(\text{ARRHA}) - 7,84962 \ln(\text{COSVARR}) - 0,12257 \ln(\text{PORIMPRO})$$

■ El incremento de la productividad de la tierra en el cultivo del café es, según los modelos formulados, una estrategia vigente para mejorar la productividad total del cultivo. De hecho el costo unitario depende entre otras variables de la productividad de la tierra y esta a su vez presentó la mayor respuesta a variaciones en la densidad de siembra. Esta relación entonces, permite resaltar, desde un punto de vista general, el papel de la densidad de siembra en el mejoramiento de la productividad total del cultivo del café.

■ Los resultados de los diferentes análisis descriptivos y los modelos econométricos obtenidos en la presente investigación, son una importante fuente de información a partir de la cual es posible orientar políticas encaminadas al mejoramiento de la productividad y competitividad de la caficultura a nivel nacional.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LA COSECHA MECÁNICA O MANUAL ASISTIDA DE CAFÉ

El estudio se llevó a cabo en 5 departamentos de la zona central cafetera, que fueron seleccionados teniendo en cuenta que poseen una caficultura con un alto grado de tecnificación y por lo tanto podrían beneficiarse más rápidamente en caso de que se adopten las tecnologías desarrolladas. Para llevar a cabo la investigación, se realizó un estudio de opinión dirigido a 127 recolectores que trabajaban en fincas grandes y tecnificadas de Chinchiná con el fin de conocer sus opiniones acerca de la cosecha mecánica o manual asistida de café. De igual manera se realizó un estudio dirigido a 400 caficultores con el fin de conocer sus potencialidades de adopción de las tecnologías actualmente en desarrollo. Las tecnologías evaluadas fueron: el Raspador, Impactador, Vibrato y Covauto, las cuales se analizaron en términos de disminución de los costos de recolección, ahorros en mano de obra, escala de operación y costo de los equipos. Con esta información y con las opiniones dadas por los caficultores, se realizaron análisis con el fin de

determinar las ventajas económicas de estas tecnologías.

Los resultados encontrados entre los recolectores mostraron que eran personas jóvenes aunque con una amplia experiencia en el oficio, pues más del 50% de ellos habían sido recolectores por más de 10 años, además el 91,2% tenían como oficio permanente la recolección de café lo que conduce a pensar que vivían prácticamente de esta labor. Respecto a la mecanización de la cosecha, aunque un bajo porcentaje de los recolectores tenía conocimiento sobre este tema, el 54% de ellos vieron posible lograr estos desarrollos. Sin embargo, el 73,2% de los recolectores tenían una percepción negativa acerca de la cosecha mecánica de café, la cual básicamente se apoyó en considerar que la mecanización de la cosecha podría conducir a la generación de un mayor desempleo en las zonas rurales. A pesar de esta percepción negativa, el 77,2% de los encuestados mostraron disponibilidad a emplear máquinas o elementos que ayuden a la recolección de café, esta clara disposición puede estar asociada con el hecho de que más del 90% de los recolectores dependían de esta actividad como forma de supervivencia, por lo tanto es claro que no adaptarse a nuevas formas o condiciones de cosecha, implicaría para ellos cambiar de oficio.

Por el lado de los caficultores, se encontró que eran personas entre los 21 y 86 años con una amplia experiencia en el oficio y con un alto nivel educativo, pues de hecho el 30,7% poseía más de 11 años de educación. Con relación a la mecanización de la cosecha, sólo el 28,5% de los encuestados tenía conocimiento sobre este desarrollo, situación que conduce a plantear la necesidad de hacer una amplia difusión sobre este tema, con el fin de que tengan un mayor conocimiento sobre los beneficios y ventajas brindadas por estas tecnologías. A pesar del escaso conocimiento sobre el tema, el 55,3% manifestó que el empleo de equipos en la recolección podría ser posible, además el 61,4% estaría dispuesto a adquirir algún equipo o dispositivo que facilite la recolección de café en su finca, buscando como el principal beneficio la disminución de los costos de recolec-

ción, de hecho, el 38,1% aspiraban obtener disminuciones en el costo de recolección entre el 48% y el 96%. Por otro lado, la capacidad de inversión de los caficultores era muy limitada, pues el 70,37% invertiría máximo \$2.000.000 en algún equipo, cuantía que limitaría el acceso a muchos de los equipos cuyo costo será posiblemente superior; tan sólo el 1,72% de los encuestados estaría dispuesto a invertir más de \$20.000.000.

Dentro de los factores que más limitarían la adopción de la cosecha mecánica, se encontraron como los principales: la pendiente de la finca, el costo de los equipos, problemas de liquidez y la preocupación por parte de los caficultores sobre el desplazamiento de la mano de obra destinada a la recolección. Además se encontró que la intención de adopción estaba relacionada básicamente con tres variables. El número de hectáreas en café, se relacionó directamente con la intención de adopción; es decir, a mayor tamaño del área en café, el caficultor mostró una mayor disposición a adoptar algún equipo, la experiencia como caficultor también mostró relación con la intención de adopción aunque en forma inversa; por lo tanto, entre más experiencia poseía el caficultor, se mostró más reacio a adquirir alguna tecnología de cosecha; por último, la forma de pago en cosecha de café también tuvo relación con la intención de adopción, aunque la disposición a adoptar algún equipo fue mayor en los caficultores que pagaban al contrato que los que pagaban al jornal.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE TRES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ

Como parte del plan de investigaciones de la Disciplina de Economía, en el año 2001, se sembró el experimento ECO-0502, "Evaluación Económica de Tres Sistemas de Producción de Café", todos sembrados bajo plena exposición solar, con variedad Colombia y ubicados en la Estación Central Naranjal, Chinchiná. El ensayo comenzó con la instalación del germinador en Octubre de 2000, y posteriormente con la siembra de la chapola y montaje del almácigo. La siembra del lote se completó en Mayo 21 de 2001. De esta forma el presente informe abarca los primeros 14 meses de desarrollo del cultivo.

El estudio tiene tres objetivos básicos: Determinar la viabilidad económica de los sistemas de producción bajo condiciones comerciales, Establecer indicadores de productividad para los factores asociados a la producción de café, a través de los diferentes ciclos del cultivo y Generar información básica que sirva de soporte para construir modelos de producción de café.

Sistemas de Producción.

Los sistemas bajo estudio se describen en la Tabla 40, denominándose colino normal a aquel que se ha producido bajo unas condiciones normales de desarrollo, sin ningún tipo de in-

Tabla 40. Descripción de los sistemas de producción

Sistema	Distancia de Siembra	Sitios/ha	Plantas/sitio	Tallos/planta	Tallos o Plantas/ha	Tipo de Colino
1	1 * 1 m	10.000	1	1	10.000	Normal
2	2 * 1 m	5.000	1	2	10.000	Descopado
3	2 * 1 m	5.000	1	1	5.000	Normal

tervención y como colino “**Descopado**”, se reconoce aquel al cual se le retiró, cortándola, la yema terminal a los tres meses de embolsado (en bolsa 17*23 cm), para promover la emisión de dos tallos por planta.

Tamaño de las Parcelas

El experimento se instaló empleando un tamaño de parcela a escala comercial, ocupando cada tratamiento una extensión de 0,5 hectáreas. Esta condición permite llevar a cabo un costeo de las labores no sólo con un buen nivel de detalle sino también hacerlo simulando condiciones comerciales de producción, lo cual hace que este estudio sea representativo la realidad de un productor cafetero.

Duración del Estudio

El estudio ha sido planeado con una duración de tres ciclos, los cuales incluyen el ciclo de siembra de los lotes, el ciclo correspondiente a la primera zoca y finalmente en ciclo de la segunda zoca. De esta manera se estima, que para ciclos de 5 años cada uno, la duración de experimento será de 15 años, tiempo que hace perfectamente viable llevar a cabo evaluaciones económicas **ex-post**, de los sistemas. Sin embargo, esta duración no impedirá llevar a cabo evaluaciones parciales **durante** el experimento, y para cada ciclo de cultivo.

Análisis de los Primeros 14 Meses del Estudio
A continuación se describen los resultados relacionados con los costos de los primeros catorce meses transcurridos desde la siembra de los lotes. Los análisis se hacen con precios de la mano de obra e insumos del año 2002.

- Costo de los colinos de café

Para la instalación del estudio se construyó un

almácigo de 12.000 colinos de café, variedad Colombia. La Tabla 41, describe los costos de producción por colino (incluyendo el costo de la chapola), para ambos casos, normales y descopados.

La diferencia en el costo de producción entre ambos tipos de colino, \$3,3/unidad, corresponde a la labor del descope llevada a cabo.

- Costo de siembra/sitio

La siembra del lote incluye las labores de preparación del terreno, trazo, ahoyado, aplicación de correctivo, cargue y distribución de colinos, siembra, recolección de las bolsas de los colinos, recolección de estacas, aplicación de insecticida y primer control de arvenses. Estos costos no incluyen el costo del colino, ni otros insumos. De acuerdo con los resultados obtenidos, el costo de la siembra fue de \$122/sitio. La estructura de costos aparece en la Figura 35.

- Costo de siembra/hectárea

Teniendo en cuenta las diferentes distancias de siembra y por lo tanto del número de sitios por hectárea, la siguiente tabla resume los costos de instalación para cada sistema, sólo hasta el momento de la siembra, no se incluyen los costos inherentes al manejo del lote posterior a la siembra. Se concluye que cuando el sistema se siembra empleando colinos descopados y conserva, por lo tanto, la misma densidad de siembra que el sistema 1, se permite hasta el momento de la siembra una amplia reducción en los costos hasta el momento de la siembra, para una misma productividad esperada. Igual ocurre con el sistema 3 al compararlo con el 1, pero debe recordarse que éste tiene la mitad de la población y tendrá por supuesto una menor productividad, en comparación con el sistema

Tabla 41. Costo de producción por colino

Colino	Costo de Producción /colino	Estructura de Costos	
		Mano de Obra	Insumos
Normal	\$69,3	65%	35%
Descopado	\$72,6	67%	33%

1. La Figura 36, muestra dicha diferencia pero en forma porcentual. De allí se deduce que el sistema de los colinos descopados es 50% menos costoso que el de colinos normales, empleando 10.000 sitios/ha y sembrando una planta por sitio.

El sistema 1, se asume como base de comparación.

- Costos totales del período de levante
Una de las razones más importantes en la diferencia de costos, está asociada al uso de mano de obra, encontrándose que el lote descopado requirió 43,8 jornales/ha menos que el sistema 1; mientras que el sistema 3 empleó 44,4 jornales menos que el sistema 1. Las diferencias porcentuales en los requerimientos de mano de obra, se describen en la Figura 37.

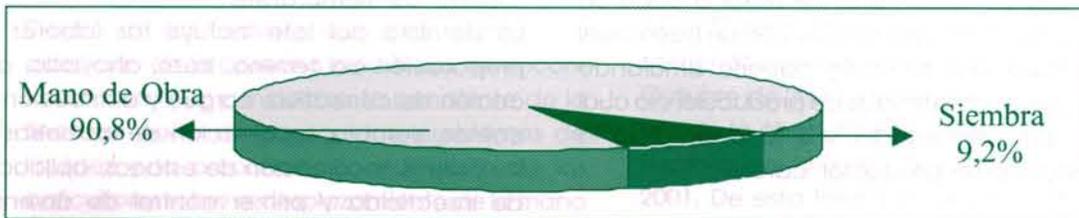


Figura 35. Estructura de costos de la siembra de los lotes

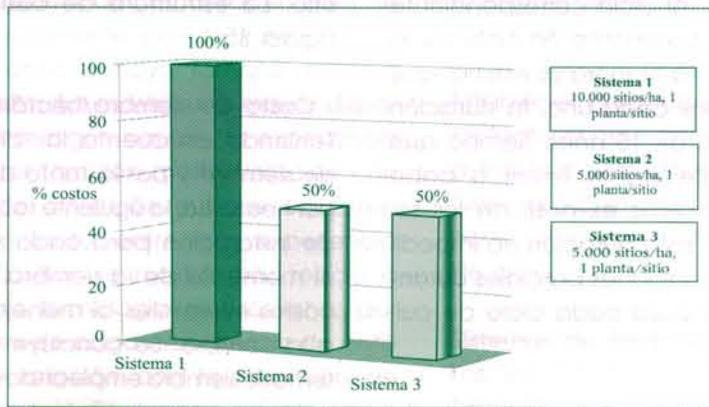


Figura 36. Comparación en costos de instalación, de los tres sistemas.

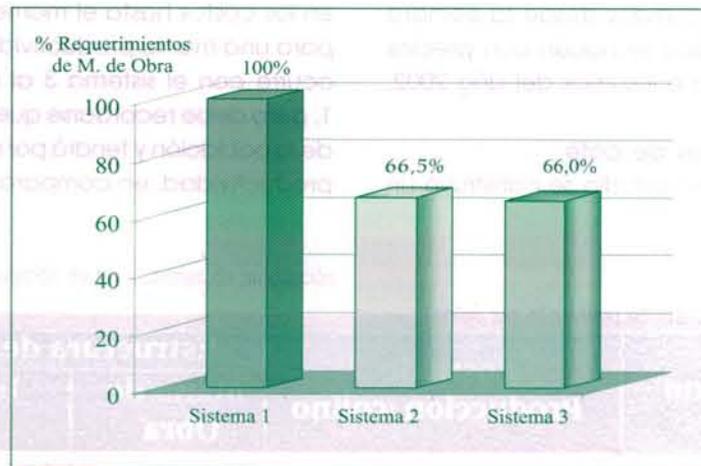


Figura 37. Comparación en los requerimientos de mano de obra en el período de levante. El sistema 1, se asume como base de comparación.

En cuanto al manejo de las plantaciones, en aquellos aspectos relacionados con las labores llevadas a cabo el manejo después de la siembra la Figura 38, muestra la diferencia porcentual en los costos de dicho manejo.

- Costo total de los sistemas

Al totalizar el costo de la siembra más el costo del levante, para cada sistema de producción, se observan los siguientes resultados (Tabla 42).

Se observa cómo los costos del sistema establecido con colinos descopados, son sustancialmente menores, en comparación con los del lote sembrado a 1*1 m. La diferencia en costos de producción desde el almácigo, hasta los primeros catorce meses de edad de la plantación equivale a \$1'715.629/ha. Entre el sistema descopado y el de 2*1 m con una planta por sitio, los costos no presentan variaciones importantes, pero sí debe resaltarse que, como se ha mencionado, el primero tiene en doble de población del segundo. Las diferencias en costos, pero desde el punto de vista porcentual, se describen en la Figura 39.

De acuerdo con la Figura 39, y es lo que debe resaltarse, los costos del sistema descopado son 38,5% menores que en los que se incurre en el sistema 1. Así, para la misma productividad esperada, el sistema dos, ofrece amplias ventajas económicas al ser significativamente menos costoso.

- Estructura de costos de los sistemas

La Figura 40, muestra la estructura de costos, hasta la fecha de los análisis, de los tres sistemas evaluados. Es evidente que aunque los costos difieren de manera importante, las estructuras de costos son muy similares, con excepción del Sistema 1, en el cual la participación del rubro insumos es ligeramente mayor en comparación con los otros dos sistemas.

El sistema 1, se asume como base de comparación.

Conclusiones Preliminares. Los resultados preliminares, desde la siembra hasta los primeros catorce meses del estudio, muestran que el sistema de producción con colinos descopados

presenta una reducción del 38,5% en los costos de instalación y manejo de las plantaciones al compararlo con el de 10.000 plantas por hectárea, pero sembrando una planta por sitio. Entre sembrar colinos descopados a 2*1m y colinos normales a 2*1m, no se observan diferencias importantes en los costos de producción, pero es evidente, como ha sido reiterativo en este informe, que para costos similares el sistema descopado tiene el doble de población. Con estos resultados, se abre la posibilidad clara de promover densidades de siembra altas, a unos costos inferiores a los tradicionales para dichas densidades.

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE PÉRDIDA CAUSADA POR LA MANCHA DE HIERRO *Cercospora coffeicola* Berk. y Cooke. EN FRUTOS DE CAFÉ.

Con el propósito de tener un acercamiento claro a la importancia económica de la mancha de hierro en los frutos de café, se viene adelantando este estudio, cuyo objetivo es estimar la función de pérdida causada por la enfermedad. El presente informe corresponde a un avance en los resultados obtenidos, que además de ser parciales no son tampoco concluyentes.

Los objetivos específicos del estudio son: Estimar las pérdidas debidas al ataque de la Mancha de Hierro en frutos de café y Contribuir en la generación de conocimientos que apoyen la toma de decisiones para el manejo de la Mancha de Hierro del café.

Resultados

Para este informe, se presentan información correspondiente al análisis de los resultados de las pérdidas ocasionadas por cada uno de los grados de ataque de la Mancha de Hierro en términos de cantidad, medidas en café cereza y su conversión a café pergamino seco sano. Se continúan los análisis estadísticos e inter-

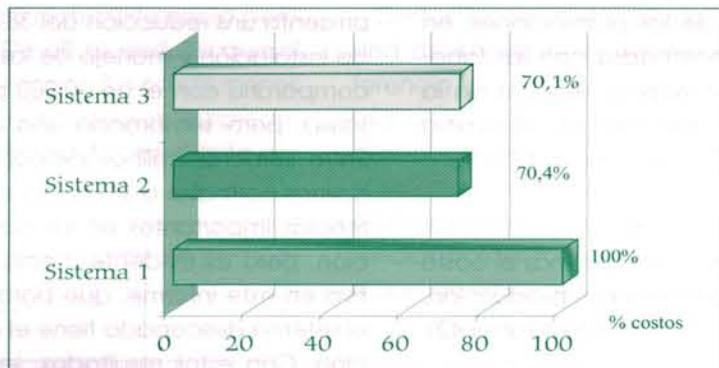


Figura 38. Comparación en los costos de la fase levante de los lotes. El sistema 1, se asume como base de comparación.

Tabla 42. Costo total (siembra+ levante)/ha, para cada sistema

Sistema	Costo Siembra	Costo Levante	Costo Total
1	\$1'978.620	\$2'481.572	\$4'460.912
2	\$996,608	\$1'747.955	\$2'744.563
3	\$987,897	\$1'740.732	\$2'728.629

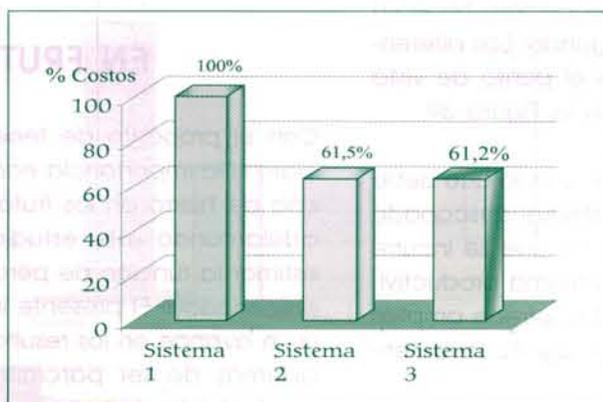


Figura 39. Comparación porcentual en los costos totales entre los diferentes sistemas. El sistema 1, se asume como base de comparación.

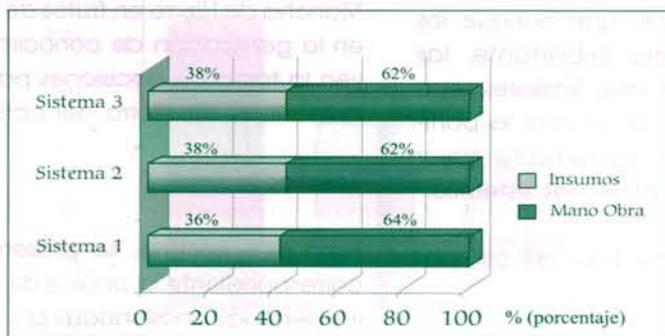


Figura 40. Estructura de costos totales de los diferentes sistemas.

pretaciones para otra serie de variables en las muestras de grado y los análisis para las muestras aleatorias, tanto para las pérdidas en cantidad como en calidad.

■ **Pérdidas en Café Cereza.** Con base en el peso del café cereza para cada una de las muestras y conociendo el número de frutos que las componía, se estimó el peso de cada fruto medido en gramos.

De acuerdo con los resultados, el valor observado para las medias de peso por fruto de café cereza, muestran que éste disminuye a medida que el grado de ataque es mayor. Por ejemplo, se puede observar que para los grados de ataque 1 y 2, donde las lesiones o manchas causadas por la enfermedad son de tipo superficial, no se presentan efectos sobre el peso de los frutos con relación a aquellos de grado 0 (que corresponden a frutos completamente sanos y libres de la enfermedad). Lo contrario ocurre para los frutos de los grados 3, 4 y 5, donde se evidencia el efecto de la necrosis y el ataque de la enfermedad, causando una reducción en peso promedio por cereza, del 19,81%, 63,25% y 75,18% respectivamente. Lo anterior permite concluir, que en el campo, al momento de la recolección, se están obteniendo pérdidas importantes por efectos de la

enfermedad, al producirse un café de menor peso.

Es evidente en la Figura 41, que al aumentar el grado de ataque por la enfermedad en los frutos de café cereza y a partir del grado 3 se presenta una considerable y progresiva reducción en el peso.

De otro lado al estimar los intervalos de confianza con un 95%, para las medias de peso por fruto, por grado de ataque, no se observaron diferencias entre los frutos de grados 1 y 2 respecto a los frutos sanos (Grado 0). Sin embargo, al analizar el intervalo para los frutos de grado 3, éstos son diferentes estadísticamente a los de grados 0, 1 y 2, debido a su menor peso. De igual forma, los de grado 4 son diferentes a los de grado 3 por tener un peso inferior, y lo mismo pasa con los frutos de grado 5 respecto a los de grados 3 y 4. Lo anterior ratifica que al aumentar el avance de la enfermedad y llegar a estados de alta severidad, como son los grados 3, 4 y 5, mayor es el efecto sobre el peso de los frutos, mientras que los frutos con grados 0, 1 y 2, no registran problemas y son iguales entre sí.

Para avanzar en el conocimiento de las pérdidas generadas por la Mancha de Hierro,

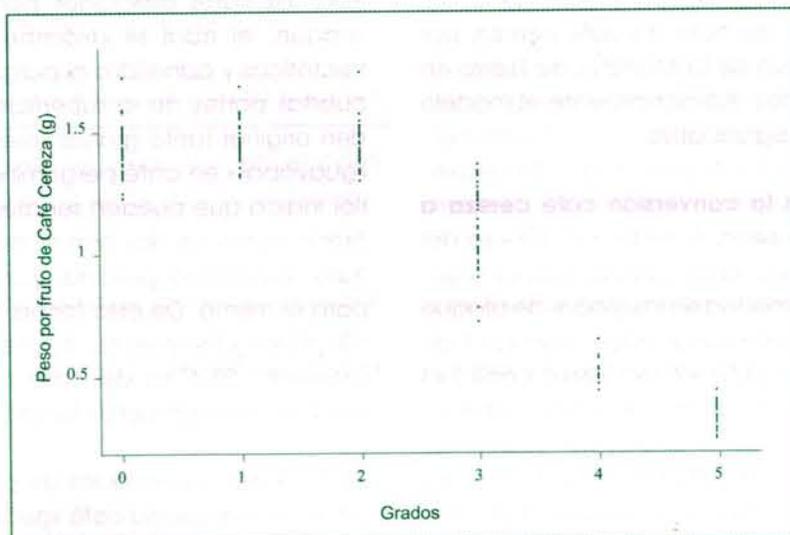


Figura 41. Distribución de la nube de puntos de observaciones para el peso por fruto de café cereza cosechados en los distintos grados de ataque por la mancha de hierro.

utilizando una función de tipo exponencial, se llevó a cabo varios análisis de regresión, para estimar un modelo que explique el comportamiento del peso del fruto en cereza de acuerdo con los grados de ataque, siguiendo la siguiente expresión.

$$y = \beta_0 e^{\beta_1 x}$$

Donde:

- Y = Peso por cereza en gramos
- b_0 = Intercepto del modelo
- e = Base de los logaritmos naturales
- b_1 = Parámetro del modelo
- X = Grado de ataque debido a la Mancha de Hierro

Al linealizar el modelo en sus parámetros, se obtiene:

$$\ln y = \ln \beta_0 + \beta_1 x$$

Sin embargo, al observar que los frutos de los grados 0 (sanos) 1 y 2 son estadísticamente iguales en peso, se asumió como valor de referencia el grado 1 de daño, obteniendo el siguiente modelo:

$$\ln \text{Conversión} = 0.81093 + 0.63340 (\text{Grado})$$

Este modelo presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 0,8569. Esta cifra significa que el modelo obtenido explica el 85% de la variación del peso del fruto de café cereza, por efecto del ataque de la Mancha de Hierro en sus distintos grados. Adicionalmente el modelo fue altamente significativo.

■ **Pérdidas en la conversión café cereza a café pergamino seco.** Al reducirse el peso del café cereza cosechado cuando éste es afectado por la enfermedad en los grados de ataque 3, 4 y 5, se requerirá una mayor cantidad de café cereza para obtener una misma cantidad de café pergamino seco sano. Este aspecto puede apreciarse en el análisis de las distintas muestras de café cereza y su conversión a café pergamino seco sano por cada uno de los grados. De esta forma, para producir un kilogramo de café pergamino seco sano, se requieren en

promedio de 4,90 a 4,97kg de café sano (grado 0) o de los grados de ataque 1 y 2, donde se evidencia que no hay efecto alguno sobre el llenado del fruto al ser un daño superficial. La variación entre las observaciones es baja y el error estándar de la media no supera los 88 gramos de café cereza por cada kilogramo de CPS obtenido, lo cual también es bajo. Estas conversiones se registran dentro del valor normal o estándar conocido y aceptado para la caficultura comercial de la zona de estudio, que es de 5 a 1.

Al analizar los datos para los frutos afectados por el grado 3, el cual se describe como lesiones necróticas deprimidas y que cubren una tercera parte del fruto, lo cual origina cafés conocidos como «mediacaras» al ser beneficiados, se requieren en promedio 6,00 kg de este café en cereza para obtener uno de CPS sano. Esto se debe a que en términos generales, uno de los dos granos que componen en fruto es más afectado por el hongo, permitiendo que otro grano quede en mejor estado. Una parte importante de la pulpa es retirada sin problema por la despulpadora, mientras que la parte adherida al pergamino permanece. La variación para la conversión en este grado de ataque fue baja, aunque mayor respecto a los grados 0, 1 y 2, y el error llegó a 141 g de café cereza por cada kilogramo de CPS sano obtenido.

Para los frutos afectados por el grado 4 de ataque, el cual se describe como lesiones necróticas y adheridas al pergamino hasta tres cuartas partes de la superficie del fruto, pueden originar tanto granos «mediacaras» como «guayabas» en café pergamino seco. Lo anterior indica que pueden ser afectados tanto un grano como los dos granos que componen el fruto, causando pérdidas parciales o totales para el mismo. De esta forma, la conversión se afectó negativamente, donde se requieren en promedio 28,41kg de café cereza con este grado 4 para obtener un kilogramo de CPS sano.

En los frutos cosechados de grado 5, que originan en su mayoría café «guayaba», aún queda la posibilidad de obtener granos sin pulpa adherida al pergamino, ya que este tipo de

daño va desde tres cuartas partes afectadas hasta el 100% de la pulpa adherida. Durante el proceso de beneficio tradicional, a partir de los frutos menos afectados pueden recuperarse algunos pergamino sin pulpa adherida, principalmente después del lavado. El efecto de este grado 5 sobre la conversión es notable, ya que se requieren en promedio 84,38 kg de café cereza para obtener un solo kilogramo de café pergamino seco sano.

Si se comparan entonces las pérdidas en términos de porcentaje de las conversiones, tomando como base de 100% la conversión obtenida para el grado 0 o café sano, en el grado 3 se requiere un 20,68% más de café cereza, para el grado 4 un 471,10% más, y para el grado 5 un 1.596,15 % más de café, para producir una misma cantidad de café pergamino seco sano.

Al estimar los intervalos de confianza, para esta variable, quedó claro que no existían diferencias estadísticas entre los grados 0, 1 y 2, mientras que si las hay con relación al grado 3.

De igual forma como se hizo para el peso de los frutos de café cereza afectados, para las conversiones a café pergamino seco sano se utilizó una función exponencial y análisis de regresión, para obtener un modelo que explique la variación de la conversión por efectos de los grados de ataque de la enfermedad. La expresión encontrada fue la siguiente:

$$\ln \text{ Conversión} = 0.81093 + 0.63340 (\text{Grado})$$

Para esta variable, al igual que en el caso anterior, se tuvo en cuenta que no se presentan diferencias significativas entre los promedios de las conversiones obtenidas para los grados 0,1 y 2. Por tanto, se asumió como valor de referencia para estos tres grados de ataque el grado 1. El modelo obtenido explica el 83,75% de la variación de la conversión por efectos del ataque de la Mancha de Hierro en sus distintos grados, ya que presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0,8375, y además es un modelo significativo. Consideración Parcial.

Consideraciones Parciales

El efecto de la Mancha de Hierro en los frutos de café se incrementa a medida que aumenta el grado de ataque a partir del grado 3, donde ya una tercera parte de la superficie del fruto presenta lesiones necróticas y adheridas al pergamino.

Los resultados de los análisis de pérdidas en cantidad indican que los grados de ataque 0 (sanos), 1 y 2 no presentan efecto sobre el peso de los frutos de café, mientras los grados 3, 4 y 5, causan reducciones en los promedios del 19,81%, 63,25% y 75,18% respectivamente, siendo estadísticamente diferentes entre ellos y con relación a los tres primeros grados.

De igual forma, los grados de ataque 3, 4 y 5, ocasionan efectos negativos sobre la conversión de café cereza a café pergamino seco (CPS), requiriéndose 6,0; 28,41 y 84,38kg de café cereza para obtener 1kg de café pergamino seco sano respectivamente, a diferencia de los 4,9 a 4,97kg requeridos para los grados 0, 1 y 2, valores que están acordes con las conversiones conocidas como normales para la zona de estudio.

Para explicar el comportamiento de las variables dependientes peso del fruto y conversión de café cereza a CPS en función de los grados de ataque de la enfermedad, se utilizaron funciones de tipo exponencial, se realizaron análisis de regresión y se obtuvieron los respectivos modelos. De acuerdo con los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos, los modelos explican el 85,69% y 84,70% de la variación de la variables dependientes, mientras que los restantes 14,31% y 15,3% respectivamente serían explicados por otros factores como clima, manejo de la plantación, edad del cafetal, entre otros.

Los resultados obtenidos hasta el momento, son un importante aporte al conocimiento de las pérdidas ocasionadas por la enfermedad y al acercamiento de la estimación de la importancia económica, considerando además las características actuales de la caficultura y de la comercialización del grano.

SISTEMAS

Uno de los servicios que frecuentemente es más solicitado a la Disciplina: el Soporte Técnico y la Atención a Usuarios, que cada vez cobra más importancia para quienes hacen uso de los recursos de informática del Centro.

La Disciplina presta servicios y apoyo, afina y controla los accesos a los recursos disponibles y que para un usuario lo más urgente es solucionar su problema con el equipo o el software.

Es prioritario ofrecer o mantener los servicios de red eficientes y oportunos y en segunda instancia, desarrollar sistemas.

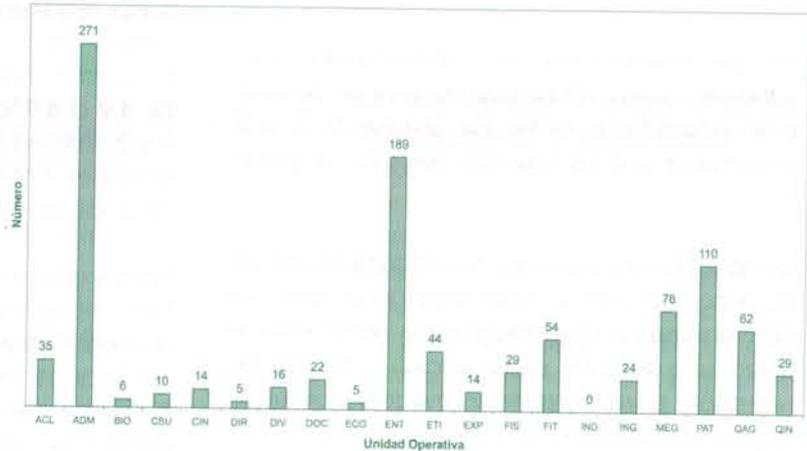
Al ofrecer servicios de red eficientes tienen prelación: el sistema de comunicaciones, los servidores de red y los mecanismos de almacenamiento y respaldo, siendo necesario, en muchas ocasiones, suspender el soporte técnico y la atención a usuarios para optimizar el rendimiento de un servidor, reparar un componente o hacerle mantenimiento, impedir la propagación masiva de un virus, restablecer un canal de comunicaciones o respaldar un medio.

Durante los últimos 10 años se ha acelerado la velocidad de equipamiento del Centro y en los dos últimos se ha reducido drásticamente el recurso humano. Anteriormente el balance de rendimiento de la Disciplina de Sistemas se inclinaba hacia el desarrollo del Sistema de Información de Cenicafé, pero actualmente la balanza se inclina hacia el soporte, dejando un poco de lado el tema del 'desarrollo' de nuevos sistemas de información. Se continúa ofreciendo eficazmente servicios y

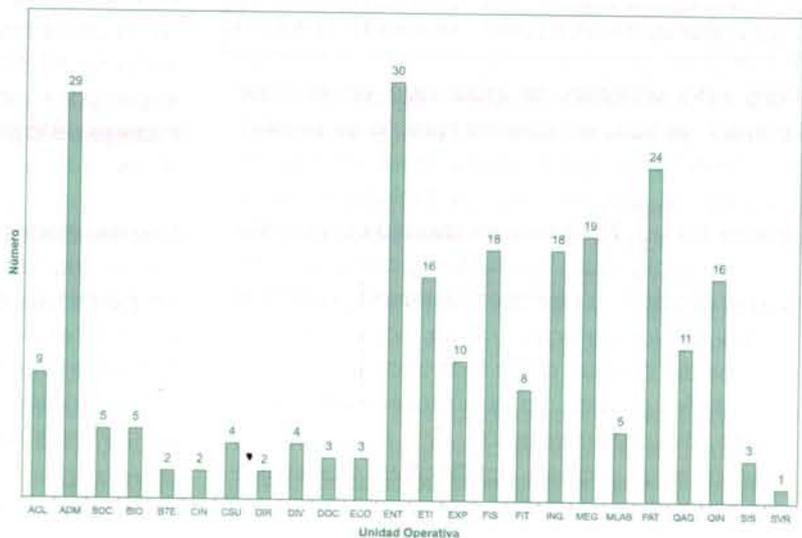
apoyo con las herramientas de que disponemos, diseñando estrategias para que los usuarios por sí mismos solucionen las problemáticas de sus equipos y asegurando que nuestra plataforma informática sea operativa y que, aunque en algunos de sus componentes se haya vuelto obsoleta, estamos seguros que con un esfuerzo de la organización en su actualización y capacitación, podemos enfrentarnos a los nuevos retos de las tecnologías de información.

SOPORTE TÉCNICO Y ATENCIÓN A USUARIOS

Solicitudes Soporte Técnico Atención a Usuarios (1015)



Distribución de Usuarios por Unidad Operativa (247)



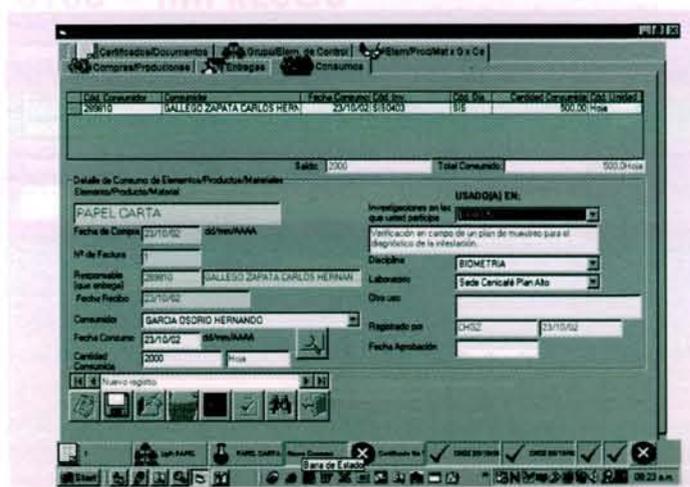
De un total de 568 carpetas abiertas solo el 37,5% están siendo utilizadas para almacenar los datos experimentales, constituyéndose en un índice bajo de uso de uno de los medios de almacenamiento más seguro y confiable con que cuenta el investigador en Cenicafé.

DISCIPLINA	MB en uso	% uso de carpetas	Carpetas abiertas	Nº investig.
AGROCLIMATOLOGÍA	734	30%	10	3
BIOMETRÍA	68	70%	10	7
BIOTECNOLOGÍA	59	30%	20	6
CONTROL INTERNO	93	0%	0	0
CONSERVACIÓN DE SUELOS	29	40%	5	2
ENTOMOLOGÍA	1389	35%	14	50
ETIA	555	65%	31	20
EXPERIMENTACIÓN	28	25%	4	1
FISIOLOGÍA	138	40%	15	6
FITOTECNIA	748	48%	40	19
INDUSTRIALIZACIÓN	651	0%	0	0
INGENIERÍA AGRÍCOLA	166	34%	41	14
MEJORAMIENTO GENÉTICO	781	11%	183	20
PRODUCCIÓN ANIMAL	0	0%	7	0
FITOPATOLOGÍA	264	30 %	33	10
QUÍMICA AGRÍCOLA	136	50%	28	14
QUÍMICA INDUSTRIAL	207	61%	31	19
Total	5839	32%	568	213

DESARROLLO DE APLICACIONES

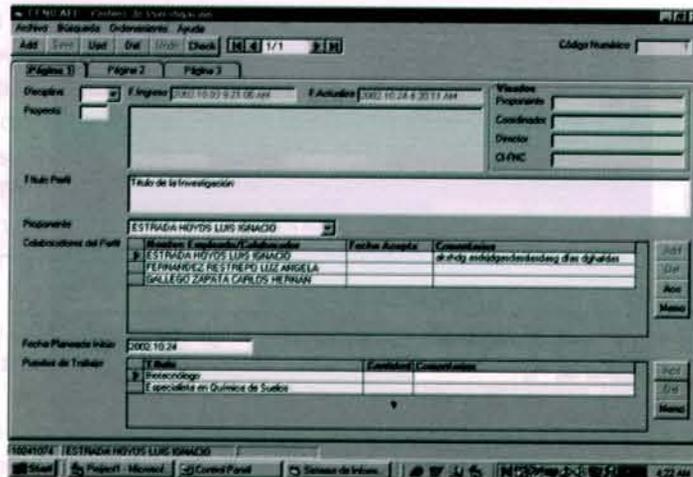
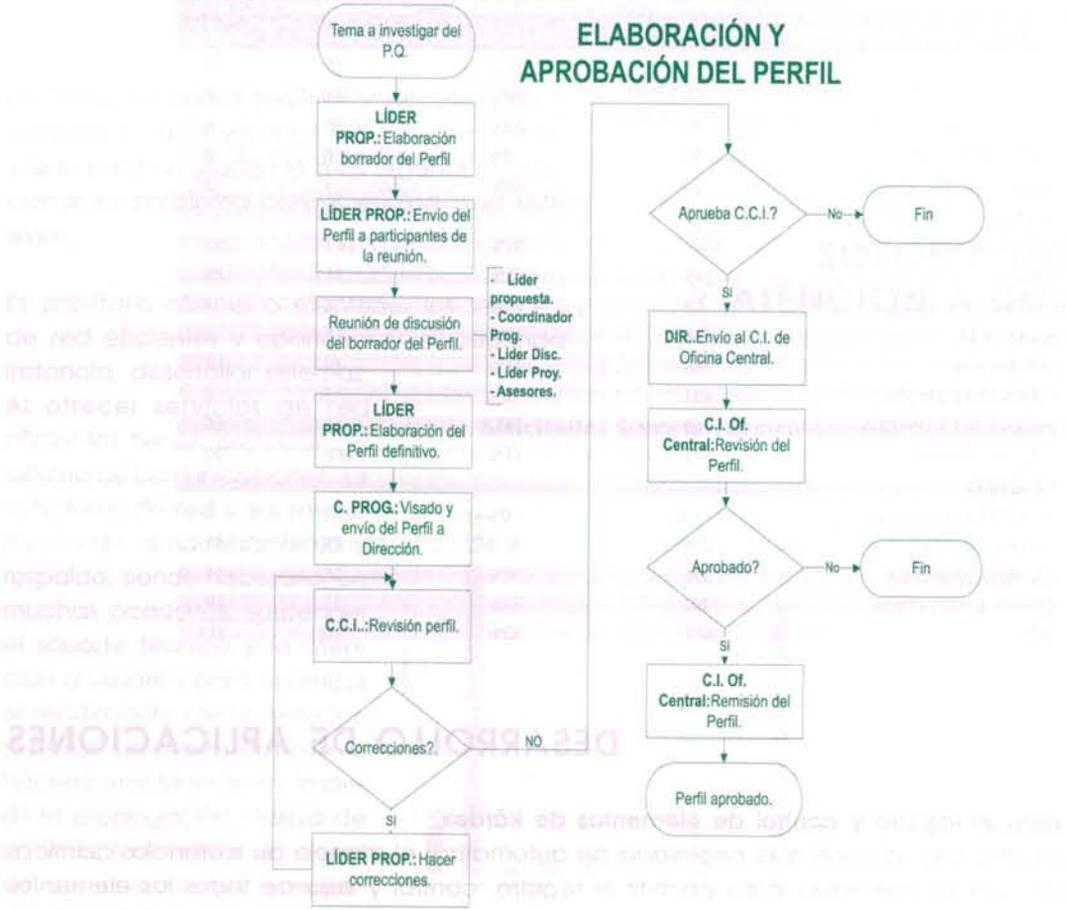
Prototipo para el registro y control de elementos de kárdex.

Este nació como una solución a la necesidad de automatizar el manejo de sustancias químicas controladas, que se generalizó para permitir el registro, control y flujo de todos los elementos de kárdex que sirven de insumo en las investigaciones, tales como: elementos de laboratorio, materiales, productos químicos, útiles y papelería, etc. Este prototipo aún está en desarrollo y se espera para mediados de Diciembre, liberar la versión de prueba multiusuario 1.0.



Prototipo de Perfiles de Investigación.

Aplicación que permitirá al investigador autónomamente adelantar la formulación de los perfiles de investigación para alimentar un Banco de Perfiles, del cual saldrán las investigaciones que emprenderá en un futuro Cenicafé.



Sistema de Información para administrar una Central Telefónica privada en una empresa (AdMaTel)

AdMaTel es un sistema automatizado para centrales telefónicas privadas desarrollado

sobre el sistema operativo LINUX, con el fin de detectar registros telefónicos por medio del puerto serie del computador, almacenarlos en una base de datos y permitir una gestión gerencial y de consulta de consumo mediante páginas web.

Actualización:	Tipo	Extensión	Teléfono	Localidad	Emisora	Hora	Duración	Costo
Usuarios	Oficial	138	0968870958			08:10:08:00:01:36	246.00	
Extensiones	Oficial	201	0968813125			08:10:57:00:05:31	738.00	
Restricciones	Oficial	329	0968505785		Cootraserva Chinchiná	08:12:42:00:00:22	123.00	
Discardos	Oficial	164	0968402373		Hacienda Naranjal Chinchiná	08:13:13:00:00:43	393.00	
Tarifas	Oficial	130	0963342406			08:14:20:00:00:56	244.00	
Llamadas	Oficial	130	0968505407			08:16:46:00:00:34	123.00	
Reportes:	Oficial	13501	8000911475			08:16:46:00:04:07	0.00	
Usuarios	Particular	145	0968858324			08:24:00:00:00:22	123.00	
Extensiones	Oficial	100	0968505475		Cooperativa de Caficultores de Chinchiná	08:26:44:00:00:45	123.00	
Facturación:	Particular	302	0968506513			08:28:12:00:02:10	369.00	
Usuarios	Oficial	305	0945371133			08:28:46:00:00:39	393.00	
Grupos	Particular	350	0968860618			08:29:13:00:00:46	123.00	
Llamadas del día	Oficial	305	0945371133			08:30:14:00:00:23	393.00	
	Oficial	131	0968858313			08:32:52:00:02:35	369.00	
	Oficial	172	0968846694			08:35:11:00:03:40	492.00	
	Oficial	176	0924291850		Cartopel S.A - Cali	08:43:13:00:01:25	786.00	
	Oficial	172	0924291850		Cartopel S.A - Cali	08:44:39:00:02:10	1179.00	
	Particular	202	0968767168			08:47:16:00:01:38	246.00	
	Oficial	229	0968861250		Universidad de Caldas	08:47:33:00:07:33	984.00	
	Particular	0	0968507575		Passicol - Chinchiná	08:51:16:00:00:54	123.00	
	Particular	409	0968507575		Passicol - Chinchiná	08:52:54:00:01:00	246.00	
	Oficial	176	0924291850		Cartopel S.A - Cali	08:55:34:00:01:00	393.00	

DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

DIV 0102 - AVANCES TÉCNICOS

1. DIV 0100 - IMPRESOS

DIV 0101 - REVISTA CENICAFÉ

- Volumen 52 Número 3, trimestre julio - septiembre 2001.
- Volumen 52 Número 4, trimestre octubre - diciembre 2001.
- Volumen 53 Número 1, trimestre enero - marzo 2002.
- Volumen 53 Número 2, trimestre abril - junio 2002

Total de artículos publicados: 24

1. Suárez V., S. La densidad aparente del suelo y la recomendación de fertilizantes para los cafetales. Avance Técnico Cenicafé No. **292**. 1-4. 2001.

2. Suárez V., S. La atmósfera del suelo y la productividad del café. Avance Técnico Cenicafé No. **293**. 1-4. 2001.

3. Oliveros T., C. E.; Moya M., N.; Ramírez G., C. A. Nueva despulpadora para una caficultura competitiva. Avance Técnico Cenicafé No. **294**. 1-8. 2001.

4. Aristizábal A., L. F.; Salazar E., H. M.; Mejía M., C. G. Evaluación de dos componentes del manejo

de la broca en la renovación de cafetales, mediante investigación participativa. Avance Técnico Cenicafé No. **295**. 1-8. 2002.

5. Rivera P., J. H. Construcción de trinchos vivos para conducción de aguas de escorrentía en zonas tropicales de ladera. Avance Técnico Cenicafé No. **296**. 1-8. 2002.

6. Aristizábal A., L. F.; Salazar E., H. M.; Mejía M., C. G. Evaluación del manejo de la broca del café en las tolvas de recibo y en las fosas para la pulpa, mediante investigación participativa. Avance Técnico Cenicafé No. **297**. 1-8. 2002.

7. Gil V., L. F.; Varzea V. M. P.; Silva M. D. C. La enfermedad de las cerezas del café-CBD-causada por *Colletotrichum kahawae*. Avance Técnico Cenicafé No. **298**. 1-8. 2002.

8. Galvis G., C. A. El mal rosado del cafeto. Avance Técnico Cenicafé No. **299**. 1-8. 2002.

9. Moreno R., L. G. Tabi: variedad de café de porte alto con resistencia a la roya. Avance Técnico Cenicafé No. **300**. 1-8. 2002.

10. López R., J. A.; Acosta A., A. G.; Tacan-P., F. M. Evaluación de germoplasma de passifloras en la zona cafetera. Avance Técnico Cenicafé No. **301**. 1-12. 2002.

11. Posada F., F. J.; Vélez H., M.; Hoyos B., J.; Cárdenas M., R.; Peláez H., J. J. Reaparece la hormiga loca en la zona central cafetera. Avance Técnico Cenicafé No. **302**. 1-4. 2002.

Total Avance Técnicos publicados: 11

DIV 0103 - BOLETINES TÉCNICOS.

BUSTILLO P., A. E. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Boletín Técnico No. **24**: 1-40. 2002. Boletín Técnico No. **24**: 1-40. 2002.

DIV 0105 - MANUALES Y LIBROS

■ MELBOURNE ROMAINE CARRIKER. Vista Nieve. Chinchiná, Cenicafé. 2002. 254 p.

■ BAKER, PS.; JACKSON, J.; MURPHY, ST. Natural enemies, natural allies. Ascot UK, The Commodities Press. 2002. 130 p.

■ BENTLEY, J.W; BAKER, PS. Manual of collaborative research with small holder coffee farmers. Ascot UK, The Commodities Press. 2002. 131 p.

■ BENTLEY, J.W.; BAKER, P.S. Manual de investigación Colaborativa con pequeños caficultores. Ascot UK, The Commodities Press. 2002. 131 p.

■ Informe Final proyecto manejo integrado de la broca del café" CFC/ICO/02. 1998-2002. Un informe de las actividades del proyecto en Colombia, Honduras, Ecuador, México y Jamaica. Ascot UK, The Commodities Press. 2002. 154 p.

■ INDIA Final Report - Integrated management of coffee berry borer" CFC/ICO/02. Central Coffee Research Institute. India. Ascot UK, The Commodities Press. 2002. 85 p.

■ Café en Ecuador: Manejo de la Broca del Fruto *Hypothenemus hampei* (Ferrari). CFC/ICO/02. ANECAFE. Ecuador. Ascot UK, The Commodities Press. 2002. 77 p.

■ OROZCO H., J. Guía para la producción del parasitoide *Phymastichus coffea* para el control de la broca del café. CFC/ICO/02. Ascot UK, The Commodities Press. 2002. 19 p.

■ DUQUE O., H.; BUSTAMANTE, F. Determinantes de la productividad del café. Chinchiná, Cenicafé. 2002. 54 p.

■ LA CARATILLA CAFETERA. TOMO I. CENICAFÉ, Chinchiná, 2002, 270 p. (Reedición)

■ RESUMEN DEL INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES DE CENICAFÉ. 2002 -2001. Chinchiná, Cenicafé. 2001. 140 p.

DIV 0107 - OTROS IMPRESOS (Plegables, afiches, volantes)

Se editaron, diseñaron e imprimieron los siguientes trabajos:

- Se editó y diseñó el plegable sobre la hormiga loca.
- Se diseñaron e imprimieron las escarapelas, los diplomas y las memorias de la reunión de dirigentes cafeteros ocurrida el 8 y 9 de mayo de 2002
- Se diseñaron e imprimieron las escarapelas, los diplomas y las memorias para el seminario sobre café orgánico, realizado entre el 22 y el 24 de julio de 2002.
- Cartillas cafeteras y el montaje de fotografías y textos.
- Informe anual de actividades de Cenicafé 2000 - 2001.
- Cajas didácticas de entomología:
Mariposas de la zona cafetera
Mariposas nocturnas
Escarabajos de la zona cafetera
- Diseño de material divulgativo para el programa ETIA, compuesto por tablas de color y afiches.

DIV 0108 - OTRAS PUBLICACIONES (ASESORÍAS A OTRAS DEPENDENCIAS DE LA FEDERACIÓN.

Informes.

- Informe de la Gerencia General 2000-2001 al LX Congreso Nacional Cafetero.

2.DIV 0200 – AUDIOVISUALES

DIV 0201-VIDEO

- Filmación y edición de video encaminado a la defensa de la reserva de planalto en la audiencia pública, el servicio fue prestado a Conservación de suelos, investigador Edgar Hincapié.

DIV 0204 - AYUDAS VISUALES.

Presentaciones:

Se elaboraron las presentaciones de Cenicafé para los siguientes eventos:

- Plan de Saneamiento Hídrico Ciudad de Manizales
Cenicafé-Aguas de Manizales (Agosto 2002)
- Resultados de Investigación
LX Congreso Nacional de Cafeteros
- Asistencia Técnica e Investigación para el Desarrollo Tecnológico y competitivo del café. Convenio Ministerio de Agricultura y desarrollo rural-FEDERACAFÉ (Agosto de 2002)
- Visita Ministerio de Agricultura (septiembre 12 de 2002)
- Colaboración en diseño y montaje de varias presentaciones

3. DIV 0300 - COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL.

DIV 0302-COORDINACIÓN CON TODOS LOS ESTAMENTOS DEL CENTRO.

Se continuó con la edición y diseño en Intranet de los 43 seminarios científicos, presentados en su mayoría por personal de Cenicafé.

Se colaboró con el préstamo de equipos de proyección solicitado por las diferentes depen-

dencias del Centro, como también con el préstamo de los auditorios para sus respectivas presentaciones.

4. DIV 0400 - ATENCIÓN DE VISITANTES

DIV 0401 - VISITAS.

Hubo 109 visitas con un total de 2.598 personas, así:

Caficultores:	292
Estudiantes universitarios:	1.296
Tostadores:	50
Otros:	960
Total de visitantes:	2.598

DIV 0402 - INFORMACIÓN A MEDIOS.

- Coordinación de información sobre la variedad Tabi: nueva variedad de café de porte alto, resistente a la roya
- Coordinación para CM&. Información general sobre Cenicafé y para destacar reconocimiento de la CAF al Dr. A. Bustillo
- La defensa de la reserva de planalto con el diario la Patria y otros periódicos.
- Colaboración permanente con la Red Nacional de Información Cafetera, como nodo de información

DIV 0404 - ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS

(EXPOSICIONES, CONGRESOS, ETC).

Exposiciones

- Feria comercial del Comité de Caldas. Diseño

y montaje de los stand para las exposiciones en Chinchiná y Manizales. Julio de 2002.

5. DIV 0500 - SERVICIOS DE COMUNICACIÓN

DIV 0501 - FOTOGRAFÍA.

- Rollos de película negativa a color (fotografía en papel)* **212**
 - Copias (6x9cm, 10x15cm, 13x18cm y 15x21cm) **6.055**
 - Rollos de película positiva a color (diapositivas en formatos 135 y 120) **231**
 - Digitalización de fotografías para el tercer tomo de los Avances Técnicos y para las cartillas cafeteras **988**
- Total órdenes de trabajo **237****

DIV 0502 - DISTRIBUCIÓN DE PUBLICACIONES (Tabla 43).

DIV 0503 - APOYO DE COMUNICACIONES.

Los préstamos de los auditorios, para todas las secciones y disciplinas se efectuaron en forma oportuna y eficaz proporcionando la logística necesaria para el desarrollo de reuniones, ensayos de presentaciones, discusiones sobre proyectos, etc.

Se diseñaron e imprimieron aproximadamente 50 ejemplares, entre posters, cartelones y otros a los investigadores, documentos utilizados por ellos en días de campo, exposiciones, congresos, etc.

SUSCRIPTORES EN EL EXTERIOR POR PAÍS

País	Suscriptores	País	Suscriptores
Brasil	73	Filipinas	3
Venezuela	52	Kenia	3
Costa rica	50	Mozambique	3
Estados Unidos	41	Angola	2
Cuba	40	Austria	2
Ecuador	37	China	2
México	36	Haiti	2
Perú	22	India	2
El Salvador	18	Indonesia	2
Guatemala	18	Madagascar	2
Nicaragua	17	Paraguay	2
Honduras	16	Uganda	2
Francia	15	United Kingdom	2
Bélgica	14	Algeria	1
Alemania	13	Australia	1
Argentina	12	Camerun	1
Bolivia	12	Costa de Marfil	1
Zimbawe	11	Taiwan	1
Puerto rico	10	Dinamarca	1
Republica Dominicana	10	Gambia	1
Chile	9	Ghana	1
Portugal	9	Hawái	1
Inglaterra	9	Hungria	1
España	8	Nigeria	1
Japón	7	Papua Nueva Guinea	1
Suiza	7	Rodesia	1
Panama	6	Sierra Leona	1
Rusia	6	Singapur	1
Canada	5	Sri Lanka	1
Italia	5	Sudafrica	1
Holanda	5	Sudan	1
Uruguay	4	Tanganika	1

Publicaciones de Cenicafé distribuidas en el año cafetero 2001-2002

Tipo de publicación	Número de ejemplares
Avance Técnico 292	11,527
Avance Técnico 293	11,527
Avance Técnico 294	11,527
Avance Técnico 295	11,527
Avance Técnico 296	11,527
Avance Técnico 297	11,530
Avance Técnico 298	11,530
Avance Técnico 299	11,530
Avance Técnico 300	11,530
Revista 523	3,142
Revista 524	3,190
Revista 531	3,190
Revista 532	3,190
Boletín 24	2,594
Total despachado durante el año	119,061

6. DIV 0600 - CURSOS Y EVENTOS DE CAPACITACIÓN.

DIV 0601 - CURSOS Y SEMINARIOS.

Durante este periodo hubo nueve cursos sobre diferentes temas:

- Curso sobre Producción y beneficio de café para técnicos del SENA a nivel nacional.
- Curso profundización en café para estudiantes de IX semestre de Agronomía de la Universidad de Caldas
- Curso de Entomopatógenos
- Curso de parasitoides
- Curso sobre manejo de material radiactivo para personal de Cenicafé
- Seminario "Tecnología para la producción y beneficio de café"
- Curso sobre hongos comestibles para agricultores de Caldas
- Curso: profundización en café para estudiantes de IX semestre de Agrono

mía de la Universidad de Caldas

- Taller sobre andisoles.

DIV 0602 - REUNIONES TÉCNICAS.

Reunión técnica con los directores y miembros de los Comités Departamentales de Cafeteros del país los días 8 y 9 de mayo.

DIV 0603 - DIAS DE CAMPO.

Con los directores y miembros de los Comités Departamentales de Cafeteros, se programó un día de campo en la Hacienda Naranjal el 8 de mayo.

Con los asistentes al seminario sobre café orgánico realizado en Cenicafé del 22 al 24 de julio de 2002, se programó un día de campo, también en Naranjal.

DIV 0404 - ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS

ANÁLISIS DE LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN DE CENICAFÉ

REUNIÓN DE LÍDERES NACIONALES CAFETEROS EN CENICAFÉ - MAYO 8 Y 9 DE 2002

Buscando información sobre las necesidades de investigación de la caficultura colombiana se llevó a cabo en el mes de mayo una reunión en CENICAFÉ, a la cual asistieron dirigentes cafeteros de todo el país, con el fin de analizar conjuntamente con ellos las actividades que el Centro realiza y recibir de ellos las recomendaciones sobre los temas que consideran prioritarios para que sean investigados por CENICAFÉ.

Los caficultores organizados en grupos deliberantes presentaron una serie de temas que han sido ya incorporados a las propuestas de investigación para el nuevo Plan Quinquenal de Investigación 2003- 2007.

ASISTENTES:

Agustín Riobó
Alberto Jaramillo B.
Alberto Restrepo G.
Alfonso Eduardo Guerra
Alvaro Bautista Fajardo
Alvaro Espitia
Aníbal Ríos
Antonio Mena
Aura Lucía Muñoz
Aura Pérez de Betancourt
Bernardo Montes Trujillo
Camilo Rueda
Carlos Alberto Cadavid
Carlos Alberto Gómez B.
Carlos Blanco
Carlos Hobrecker
César Heladio Ocampo
Cristobal Sánchez Moreno
Edgar Villota
Efraín Lazo Cerón
Ernesto Sayer
Eugenio Vélez Uribe

Fernando Duque Villegas
Fernando Osorio C.
Floresmiro Azuero
Francisco Paz
Gonzalo Chavarro
Henry Larrarte
Hernado Paredes
Hernando Uribe A
Humberto Tafur
Ing. Laureano Martínez
Ismael Enrique Peña
Jaime Marulanda
Jaime Posada M.
Jairo Edil Díaz
Jorge Caldas
Jorge Eliecer Pianetta
Jorge Rivera
Juan mauricio Gómez Gómez
Julio César López C.
Julio Ernesto Marulanda
Leoncio Torres Peralta
Luis Alfonso Villegas
Luis Andelfo Pineda R.,
Luis Eduardo Noreña
Luis Elibardo Escobar
Luis Fernando Maya
Luis Zarate
Manuel Castañeda
Maximiliano Barros
Misael Guillermo Aristizábal Maya
Octavio Zuluaga
Oscar Jaramillo G.
Pedro Nel Mesa M.
Pedro Nel Nieto
Pedro Vargas
Rafael Benavides
Raul Riobó
Reinel Rojas
Rigoberto Ciceri Arrigui
Rito Alejo Sánchez Guerrero
Rodrigo García
Silvio Betancurt
Vicente de Paul Carvajal Ramírez
William Britto Palmezano

RECOMENDACIONES DE INVESTIGACIÓN

- Continuidad respecto al desarrollo de técnicas para mejorar la eficiencia de la recolección (asistida y mecanizada)

- Énfasis en el Manejo Integrado de la Broca (MIB)
- Relación secado del café, costos y calidad en taza
- Programas regionales
- Investigación con agricultores
- Problemas sanitarios: Muerte descendente, mancha de hierro, llagas radicales y gótera
- Oportunidades de diversificación
- Café a la sombra: Desarrollo, fertilización, evaluación económica
- Que se adapten los resultados a las condiciones de las zonas según su oferta ambiental: sombrío, densidades, manejo de cosecha
- Cafés especiales. Caficultura orgánica. Manejo de plagas y enfermedades
- Fertilización:
- El sistema de módulos tiene validez frente a los resultados de Cenicafé?
- Relación entre el incremento de fertilizante y el incremento de la productividad
- Los resultados de la investigación debe considerar la relación pergamino- almen- dra (factor de rendimiento)
- Calidad en taza de las variedades de café, como factor esencial para el futuro de la caficultura
- Investigar las causas por las cuales, algunos caficultores de diferentes departamentos, están replanteado su caficultura de Variedad Colombia a Variedad Caturra
- Investigar sobre la producción de chupones de la variedad Colombia y su posible uso como sistema de renovación continuado y sostenible
- Analizar diferentes opciones de renovación de cafetales, que permitan reducir los periodos improductivos de las plantaciones, conservando la productividad y favoreciendo la situación económica de los productores

OTRAS RECOMENDACIONES

1. La definición de los temas de investigación debe tener en cuenta las inquietudes de los caficultores y sus representantes, e integrarlos a los planes quinquenales de investigación. Permite priorizar las investigaciones de acuerdo a las necesidades del caficultor
2. Que se analice el porqué de la brecha que hay en la productividad alcanzada en los experimentos y la que obtienen los caficultores en sus fincas
3. Los investigadores deben acercarse más a los agricultores en el lenguaje

CONVENIOS DE CENICAFÉ CON OTRAS INSTITUCIONES

151

Entidad	Descripción
	Cepas Mejoradas de Hongos Entomopatógenos. Contrato 378/1998. Periodo Junio 2000 - Marzo 2002
	Mecanización Cosecha Manual Asistida. Contrato 463/1997. Periodo Abril 1998 - Octubre 2002
	Aislamientos de Ceratocystis Fimbriata. Contrato 110/1999. Periodo Septiembre 1999 - Mayo 2003
	Resistencia del Café Coffea Arabica a la Roya del Cafeto Hemileia Vastatrix. Contrato 217/2000. Periodo Diciembre 2000 - Diciembre 2002
	Germoplásma de passifloras de interés económico. Periodo Diciembre 1998 - Marzo 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación - Jóvenes Investigadores. Contrato 056/2000. Periodo Diciembre 2000 - Abril 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación. Grupo Excelencia Agronomía. Contrato 419/2000. Periodo Diciembre 2000 - Junio 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación. Grupo de Excelencia Entomología. Contrato 436/2000. Periodo Diciembre 2000 - Junio 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación. Grupo de Excelencia Fitopatología. Contrato 361/2000. Periodo Diciembre 2000 - Septiembre 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación. Grupo de Excelencia Mejoramiento Genético. Contrato 362/2000. Periodo Diciembre 2000 - Junio 2002
Colciencias	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación. Grupo de Excelencia Diversificación. Contrato 363/2000. Periodo Diciembre 2000 - Junio 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación. Grupo de Excelencia Química Industrial. Contrato 418/2000. Periodo Diciembre 2000 - Junio 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación. Grupo de Excelencia postcosecha. Contrato 420/2000. Periodo Marzo 2001 - Septiembre 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación - Jóvenes Investigadores. Contrato 039/2001. Periodo Enero 2002 - Diciembre 2002
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación. Grupo de Divulgación. Contrato 192/2001. Periodo Abril 2002 - Junio 2003
	Inducción de resistencia con tres productos de origen biológico en plantas de café contra el ataque de la roya. Periodo Abril 2002 - Abril 2004
	Transformación Genética para la Obtención de Plantas Resistentes a la Broca del Café. Periodo Junio 1998 - Diciembre 2001
	Apoyo al Fortalecimiento y Consolidación de la Capacidad de Investigación - Jóvenes Investigadores. Periodo Enero 2001 - Diciembre 2001
Industria Licorera de Caldas	Asesoría para el manejo de un Sistema de Tratamiento Biológico de las Vinazas. Contrato 007/2001. Periodo Febrero 2001 - Diciembre 2002
Corporación autónoma Regional del Quindío	Estudio anatómico y morfológico de los diferentes órganos de guadua. Contrato 012/2001. Periodo Junio 2001 - Junio 2002
Sena - Secab	Diseño y Normalización del Empaque y Embalaje para Uchuva. Contrato 043/2001. Periodo Agosto 2001 - Octubre 2002
Sena - Secab	Diseño del Empaque y Embalaje para mango común, mora y lulo. Periodo Junio 2000 - Diciembre 2001

Continua...

...Continuación

Entidad	Descripción
Fondo para la recuperación del medio ambiente	Investigación y Transferencia en Biodiversidad. Periodo Octubre 1998 - Octubre 2001
Minambiente - Humboldt	Investigación de la biodiversidad en las zonas campesinas del eje cafetero. Contratao 109/2001. Periodo Diciembre 2001 - Diciembre 2002
Kali und Salz GMBH, Monómeros Colombo Venezolanos s.a.	Efectos de Fuentes y Dosis de Potasio en la producción y calidad del Café. Contrato 199/2000. Periodo Agosto 2000 - Agosto 2004
Kali Und Salz - Sopib Sqm North America	Efectos de Fuentes y Dosis de Potasio en la Producción y Calidad del Café. Periodo Agosto 2000 - Agosto 2004 Comparación de varias fuentes de Fertilizantes en la producción y calidad del Café Contrato 209/2000. Periodo Agosto 2000 - Agosto 2004
Hydro Agry Colombia Ltda.	Efecto de la Fertilización con Calcio en la Producción y Calidad del café. Contrato 199A/2000. Periodo Enero 2001 - Enero 2004
Proexport Colombia	Ensayo de Procedencias y Progenies de dos especies (Tabebuia Rosea (Roble) y Cordia Alliodora (nogal cafetero)). Periodo Enero 2001 - Enero 2003
Proexport Colombia	Silvicultura de Especies Forestales de Alto Valor Comercial para Reforestación Industrial Periodo Enero 2001 - Enero 2002
Proexport Colombia	Cuantificación del Efecto de Sumidero de Carbono por la guadua (Angustifolia Kunth) Periodo Enero 2001 - Febrero 2003
Proexport Colombia	Secado e Inmunizado de la guadua (Angustifolia Kunth) Periodo Febrero 2001 - Febrero 2003
Proexport Colombia	Hongo Shiitake - Cultivo de la Seta Comestible Shiitake (Lentinula Edodes) en fincas pilotos Periodo Agosto 2000 - Enero 2003
Phosyn Plc.	Determinar las Variaciones de Elementos Esenciales en cultivos de café. Contrato 200/2000. Periodo Enero 2001 - Enero 2002
Proficol	Evaluación del fungicida alto 100 SL (cyproconazol) en el control de la muerte descendente del cafeto. Periodo Agosto 2000 - Septiembre 2002
Corporación Colombia Internacional	Caracterización y normalización de frutas, hortalizas y tubérculos Periodo Diciembre 2001 - Abril 2002
Sahco-Comercializadora	Efecto del fertilizante CEN sobre la producción del café. Periodo junio 2002 - Diciembre 2003
Corporación autónoma Regional del Quindío	Determinación de la extracción de nutrimentos minerales por guadua angustifolia kunth Periodo Enero 2002 - Marzo 2006
Conif	Determinación de la capacidad de captura de carbono en ocho especies forestales. Periodo Abril 2002 - Abril 2003
Comunidad Económica Europea	Alleviating Abiotic and Biotic Soil Constraints by Combining Arbuscular Mycorrhizal Fungi with Banana and Plantain Micropropagation Systems. Contrato CT97-0208. Periodo Noviembre 1997 - Junio 2002
Organización Internacional del Café - ICO	Manejo Integrado de la Broca del Café. Periodo Marzo 1998 - Marzo 2002
Orius	Interacción de micorrizas con bacterias de vida libre asociadas al cultivo del café. Periodo Agosto 2001 - Diciembre 2003
Audubon Naturalist Society - Instituto Von Humboldt	Ecología del dactilo turquesa (Dactylopusia hartlaubi) en la zona cafetera de Támesis, Antioquia Periodo Septiembre 2001 - Marzo 2002
Fao - Cfc - Ico	Mejoramiento de la calidad del café por medio de prevención de formación de hongos Periodo Abril 2001 - Junio 2005
Instituto Von Humboldt	Conservación de la biodiversidad en los andes colombianos. Periodo Octubre 2001 - Octubre 2002
Darwin	Biodiversity and colombian coffee farmers, capacity building for added value

ESTUDIANTES DE UNIVERSIDADES COMO BECARIOS EN CENICAFÉ 2001-2002

153

Nombre	Título Investigación	Universidad
ALVAREZ MENDEZ ELSA LEONOR	Contribución al desarrollo de sistemas de transformación genética para la obtención de plantas resistentes a la Broca del Café <i>Hypothenemus hampei</i> (ferrari)	JAVERIANA
BARRERA GUTIERREZ JORGE ENRIQUE	influencia del sistema radical de varias especies de arbóreas y arbustivas de la zona cafetera colombiana en la prevención y control de movimientos masales	DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
CARDONA CALLE DIEGO ALEJANDRO	Evaluación del efecto de la asociación de café y guamo sobre la fertilidad de algunos suelos de la zona cafetera	DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
CAYCEDO PAZ YOLANDA LORENA	Clonación de genes de quitinasas en vectores de transformación para café	CATOLICA
CHICA MORALES MARIA JOSÉ	Almacenamiento, empaque y transporte de frutas y hortalizas frescas	CALDAS
CUESTA GIRALDO GUIOVANNY	Efecto de las diferentes condiciones físicas y químicas del suelo sobre la efectividad de tres especies de MA en café <i>Coffea arabica</i> Variedad Colombia	CALDAS
DIAZ RESTREPO ANDREA	Caracterización de genes involucrados en mecanismos de resistencia sist adquirida en C. arabica Hibridación de secuencia de café a genes de resistencia heterólogos	ECNOL PEREIRA
ENRIQUEZ ERASO MONICA GABRIELA	Evaluación de la persistencia de fungicidas en el control preventivo de llaga macana del cafeto	NARIÑO
GARCIA URIBE FEDERICO	Determinación de parámetros para el diseño de vibraciones del tallo del café.	NAL MEDELLIN
GIRALDO GARZÓN DIANA PATRICIA	Comportamiento de entomonematodos en el control de poblaciones de broca en árboles de café.	CALDAS
GIRALDO JIMÉNEZ JOSE FERNANDO	Aspectos Hidrológicos y de nutrimentos en cafetales bajo diferentes densidades de sombrero de guamo	CALDAS
GONZALEZ OSORIO HERNÁN	Caracterización de las diferentes fracciones de azufre en suelos representativos de la zona cafetera	CALDAS
GUTIERREZ GONZÁLEZ RENE ALEJANDRO	Evaluación métodos de control de llagas radicales	U.DE CALDAS
HOYOS GALLEGU ALEJANDRA MARÍA	Estudio de la relación entre los elementos nutricionales y la Mancha de hierro en Plántulas de café	U.DE CALDAS
IDARRAGA ORTIZ SANDRA MILENA	Efecto de la modificación de la expresión de genes de defensa C. arabica mediante transformació genética	DE ANTIOQUIA
JARAMILLO SALAZAR JULIANA	La Broca del Café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)	DE CALDAS
JIMÉNEZ SUÁREZ ANA MAYERLY	Evaluación agronómica de las especies leguminosas Crotalaria Tephrosia y Guandul para ser empleadas como abonos verdes en la fese veget.	CALDAS
LÓPEZ GARTNER GERMÁN ARIEL	Construcción de un mapa genético de café y utilización para la detección de QTLs Etapa 1	POLITÉCNICA DE VALENCIA
MALDONADO LONDOÑO CARLOS ERNESTO	Rango de hospedantes del virus del café	CALDAS
MARÍN LÓPEZ SANDRA MILENA	Caracterización de los estados de madurez del fruto del café	CALDAS
MARTÍNEZ RECALDE RAÚL ANDRÉS	Desarrollo de sistemas de recolección de café para condiciones de altas pendientes	DEL VALLE

Continúa...

...Continuación

Nombre	Título Investigación	Universidad
OBANDO BONILLA DIEGO	Determinación de la capacidad de captura del carbono en ocho especies forestales	DEL TOLIMA
OCAMPO AGUDELO DIANA MARÍA	Desarrollo de sistemas de recolección de café para condiciones de altas pendientes	CALDAS
OCHOA FONSECA HENRY ERNESTO	Desarrollo de sistemas de recolección de café para condiciones de altas pendientes	NAL. DE BOGOTÁ
OROZCO RESTREPO PAULA ANDREA	Utilización de botellas no retornables en los reactores metanogénicos de los Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio"	NAL. SEDE MANIZALES
OSORIO LOTERO OSCAR IVÁN	Determinación de la capacidad de captura del carbono en ocho especies forestales	NAL. MEDELLIN
OSPINA URIBE NORA ISABEL	Evaluación regional con fines de selección de nuevos componentes de Variedad Colombia	NAL. DE PALMIRA
PARDO ABRIL GLORIA AMANDA	Evaluación y aprovechamiento de germoplasma de Passifloras de interés económico.	NAL. DE BOGOTÁ
PEREA MORALES ALEXANDER	Estudios de patogenicidad de <i>Paeclomyces lilacinus</i> sobre la broca del café	NARIÑO
RAMÍREZ ARISTIZÁBAL LUZ STELLA	Caracterización de rubisco en introducciones de café y su relación con la eficiencia fotosintética	PABLO DE OLAVIDE
RAMÍREZ GONZÁLEZ JORGE ANDRÉS	Caracterización de rubisco en introducciones de café y su relación con la eficiencia fotosintética	CALDAS
REALPE ARANDA FRANCISCO JAVIER	Producción de dos especies de nematodos parasíticos a la broca del café utilizando larvas de <i>Galleria mellonella</i>	NARIÑO
RESTREPO S. SANDRA INÉS	Seguimiento de las esporas hongo <i>Beauveria bassiana</i> asperjadas en cafetales y la infección a la broca del café	NAL. SEDE BOGOTÁ
RESTREPO HENAO JOSÉ FERNANDO	Evaluación precoz de la producción en progenies segregantes de café	POLITÉCNICA DE VALENCIA
RINCÓN ELIANA ANDREA	Evaluación de una metodología para la inoculación de <i>Cercospora coffeicola</i> en plantas de café	NAL. DE PALMIRA
RINCÓN TÉLLEZ WILSON RICARDO	Evaluación de una metodología para la inoculación de <i>Cercospora coffeicola</i> en plantas de café	NAL. DE BOGOTÁ
RODRÍGUEZ CEPEDA MARTHA LILIANA	Transf. de <i>B. bassiana</i> con genes de proteasas tipo subtilisinas aisl. de <i>M. anisopliae</i> y eval. del efecto de la expresión de éstas en la pat. del hongo contra la br.	NAL. DE BOGOTÁ
ROSILLO GUERRERO ADRIANA GISELA	Evaluación de las condiciones para la transformación estable y recuperación de plantas, a partir de frutoplastos de café	JAVERIANA
ROMERO JUAN VICENTE	Cultivo de la seta comestible <i>Shiitake</i> (<i>lentinula edodes</i>) en fincas piloto.	NAL. DE BOGOTÁ
RUBIO GÓMEZ JOSÉ DAVID	Búsqueda de mycangias en imagos de la broca del café, <i>hypothenemus hampei</i>	CALDAS
SALAZAR YEPES MAURICIO ALBERTO	Estudio sobre los uredinales (Royas) en la zona cafetera colombiana	DE CALDAS
SEPULVEDA LENIS DIANA CATALINA	Eficiencia energética y económica en tres sistemas de producción de café	NAL. MEDELLIN
TANGARIFE PIEDRAHITA GABRIEL	Determinación de la capacidad de captura del carbono en ocho especies forestales	CALDAS
TORRES RIVERA GIOVANNY	Ecología del <i>Dacnis turquesa</i> en la zona cafetera de tamesis	DE CALDAS
TACAN PINCHAO FELIPE MAGLODYEN	Evaluación y aprovechamiento de germoplasma de Passifloras de interés económico.	NARIÑO
TREJOS CARMONA PAULO CESAR	Desarrollo de un equipo para el control selectivo de arvenses en el cultivo del café mediante el uso de	CALDAS
URREGO ESTRADA CAMILO ALBERTO	Determinación de la capacidad de captura del carbono en ocho especies forestales	NAL. MEDELLIN

JÓVENES INVESTIGADORES FEDERACAFÉ-COLCIENCIAS 2001-2002

155

Joven Investigador	Título Trabajo	Universidad
AGUDELO GÓMEZ DIEGO	ING-0410 Diseño de sistemas de protección para la despulpadora	NAL. MANIZALES
VÉLEZ HOYOS MOISÉS	ENT-0284 Manipulación de hormigas predadoras para el control de la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae)	NAL. PALMIRA
HENAO SEPÚLVEDA JHON ARVEY	ING-0133 Desarrollar tecnología (Hardware y Software) para mejorar el desempeño de los vibradores de tallo	NAL. MANIZALES
ARISTIZÁBAL ARIAS CAROLINA	ECO-0616 Determinación de economías de escala en la producción de café	AUTÓNOMA
ARBOLEDA VALENCIA JORGE WILLIAM	PAT-0171 Determinación de la actividad antifúngica de metabolitos producidos por los hongos entomopatogenos	CALDAS
CASTAÑO SALAZAR JOHN HAROLD	ENT-1116 Diversidad de mamíferos en cafetales y fragmentos de bosques en zonas cafeteras	CALDAS
GALEANO VANEGAS NARMER FERNANDO	PAT-1303 Determinación de polimorfismo en genes homólogos de resistencia y defensa de <i>Coffea arabica</i> a la roya del cafeto	ANDES
GUZMÁN PIEDRAHITA OSCAR ADRIÁN	PAT-1120 Efecto de tres especies de micorrizas arbusculares en la nutrición de plantas de café y su relación con la incidencia y severidad de la mancha de hierro.	CALDAS
LARA GONZÁLEZ JUAN CARLOS	ENT-0283 Frecuencia y tiempo de aplicación de entomonematodos en cafetales	CALDAS
PADILLA HURTADO BEATRIZ HELENA	BTE-0508 Búsqueda de nuevos genes de resistencia a la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i>	TECNOL. PEREIRA
RIVERA SERNA LUIS FERNANDO	PAT-1801 Desarrollo de herramientas en Bioinformática en Cenicafé	AUTONOMA MLES
SALAMANCA JIMÉNEZ ALVEIRO	QAG-0325 La densidad aparente en algunos suelos represent. De la zona cafetera colombiana y su relación con el desarrollo del café en la etapa temprana	NAL. SEDE PALMIRA

JÓVENES INVESTIGADORES

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
DIRECCIÓN GENERAL 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.

Control Interno

Luis Alfredo Amaya F., Administrador Público

Divulgación

Héctor Fabio Ospina O., Ing. Agrónomo M.Sc.

Documentación

Nancy Cecilia Delgado R., Bibliotecóloga

Economía

Hernando Duque O., Ing. Agrónomo M. Sc.

Sistemas

Luis Ignacio Estrada H., Ing. Químico
Carlos Hernán Gallego Z., Ing. 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*
Carmenza Esther Góngora B., Microbióloga Ph.D.
Juan Carlos López N., Microbiólogo
Jaime Orozco H., Ing. Agrónomo M.Sc.
Maribel del S. Portilla R., Ing. Agrónomo Ph.D.**
Francisco Javier Posada F., Ing. Agrónomo Ph.D.**
Elena Trinidad Velásquez S., Bioquímica M.Sc.
Zulma Nancy Gil P., Ing. Agrónomo

Fisiología Vegetal

Néstor Miguel Riaño H., Ing. Agrónomo Ph. D.
Jerson Ramón Domínguez T., Biólogo. M.Sc.*
Luis Fernando Gómez G. Ing. Agrónomo
Juan Carlos López R. Ing. Agrónomo

Fitopatología

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo Ph.D.
Carlos Ariel Ángel C., Ing. Agrónomo.
Bertha Lucía Castro C., Ing. Agrónomo M.Sc.
Luis Fernando Gil V., 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 M.Sc.*
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.
Martha Cecilia Henao T., Geólogo Ph.D.
Eduardo Hernández G., Ing. Agrónomo
Luis Fernando Salazar G., Ing. Agrónomo
Édgar Hincapié G., Ing. Agrónomo

PROGRAMA DE POSTCOSECHA

Carlos Eugenio Oliveros T., Coordinador

Ingeniería Agrícola

Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph.D.
Gonzalo Roa M., Electromecánico Ph.D.
César Augusto Ramírez G., Arquitecto
Juan Rodrigo Sanz U., Ing. Mecánico M.Sc.*

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.
Carlos Mario Ospina P., Ing. Forestal

Juan Mauricio Rojas A., Ing. Alimentos
Clemencia Villegas G., Ing. Agrónomo M.Sc.
María Cristina Cardona B., Médica Veterinaria

Aída Esther Peñuela M., Ing. Alimentos

PROGRAMA DE EXPERIMENTACIÓN

Estación Central Naranjal

Celso Arboleda V., Ing. Agrónomo M.Sc.

Subestación Experimental El Tambo

Carlos Rodrigo Solarte P., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Rosario

Jhon Wilson Mejía M., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental La Catalina

José Darío Arias C., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Líbano

Jorge Camilo Torres N., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Paraguaicito-Maracay

Juan Carlos García L., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Pueblo Bello

José Enrique Baute B., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Santa Bárbara

Piedad Dulfary Henao P., Admon. de
Empresas Agropecuarias

Subestación Experimental Santander

Pedro María Sánchez A., Ing. Agrónomo

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Luis Carlos Carmona L., Ing. Químico, especializado en Finanzas y Economía Cafetera

Sección Archivo y Comunicaciones

Luz Adriana Márquez V., Ing. Industrial (E)

Sección Contabilidad

Gloria Liliana Gómez R., Contador Público

Jesús Danilo González O., Contador Público

Sección Mantenimiento y Servicios

Jairo Zapata Z., Ing. Electricista

Personal

Lina María Taborda I., Admon. de Empresas

Tesorería

Martha Elena Vélez H., Contador Público

Sección Presupuesto

César Alberto Serna G., Contador

Carlos Arturo González V., Ing. Industrial

Sección Suministros y Bienes

Mauricio Loaiza M., Ing. Industrial

Luz Adriana Márquez V., Ing. Industrial

Carlos Odilio Peralta O., Admon. de Empresas

INVESTIGADORES EN PROYECTOS ESPECIALES

Carmenza Jaramillo L., Ing. Química

JÓVENES INVESTIGADORES: CONVENIO FEDERACAFÉ-COLCIENCIAS

Narmer Fernando Galeano V., Microbiólogo

Luis Fernando Rivera S., Ing. Sistemas

Óscar Adrián Guzmán P., Ing. Agrónomo

Carolina Aristizábal Arias., Economista Empresarial

Jorge William Arboleda V., Ing. Agrónomo

Jhon Harol Castaño S., Veterinario y Zootecnista

Juan Carlos Lara González., Ing. Agrónomo

Beatriz Helena Padilla H., Bacterióloga

Alveiro Salamanca J., Ing. Agrónomo

* Comisión de Estudios

** Post-doctorado

(E): Jefe encargado