

RESUMEN DEL INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES

1997 - 1998

Cenicafé



*Al servicio de los
caficultores colombianos,
desde 1938*

1A6Ga: xk
C25
1997-1998



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia



Cenicafé
CENTRO DE DOCUMENTACION

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITE 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 1996 - 1998

Principales

Luis Ignacio Múnera Cambas
Mario Gómez Estrada
Alfonso Palacio Rudas +
Rodrigo Múnera Zuloaga
Diego Arango Mora
Jesús Antonio Botero Gartner
Ernesto Sayer Martínez
Luis Ardila Casamitjana

Suplentes

Octavio Aristizábal Posada
María Mercedes Cuartas de Mejía
Yesid Castaño González
Alonso Durán Rivera +
Rodrigo Velásquez Betancourth
Ramón Campo González
Floresmiro Azuero Ramírez
Edgar Dávila Muñoz

Gerente General
JORGE CÁRDENAS GUTIERREZ

Subgerente General
HERNÁN URIBE ARANGO

Gerente Técnico
ANTONIO HERRÓN ORTIZ

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



ASOCIACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL DE CAFETEROS

Ministerio de Fomento y Crédito Público
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministerio de Comercio Exterior
Director del Departamento de Planeación Nacional

Miembros elegidos para el periodo 1996 - 1998

Principales	Suplentes
Luis Ignacio Múnera Camargo	Octavio Aristizábal Posada
Mario Gómez Estrada	Maria Mercedes Cuitas de Mejía
Alfonso Palacio Rueda	Yesid Castaño González
Rodrigo Múnera Zuloaga	Alonso Dúran Rivera
Diego Aragón Mora	Rodrigo Velásquez Betancourt
León Antonio Botero Castro	Ramón Campo González
Diego Sívora Martínez	Florencio Azuero Ramírez
Luz Amalia Casamitjana	Edgar Dávila Muñoz

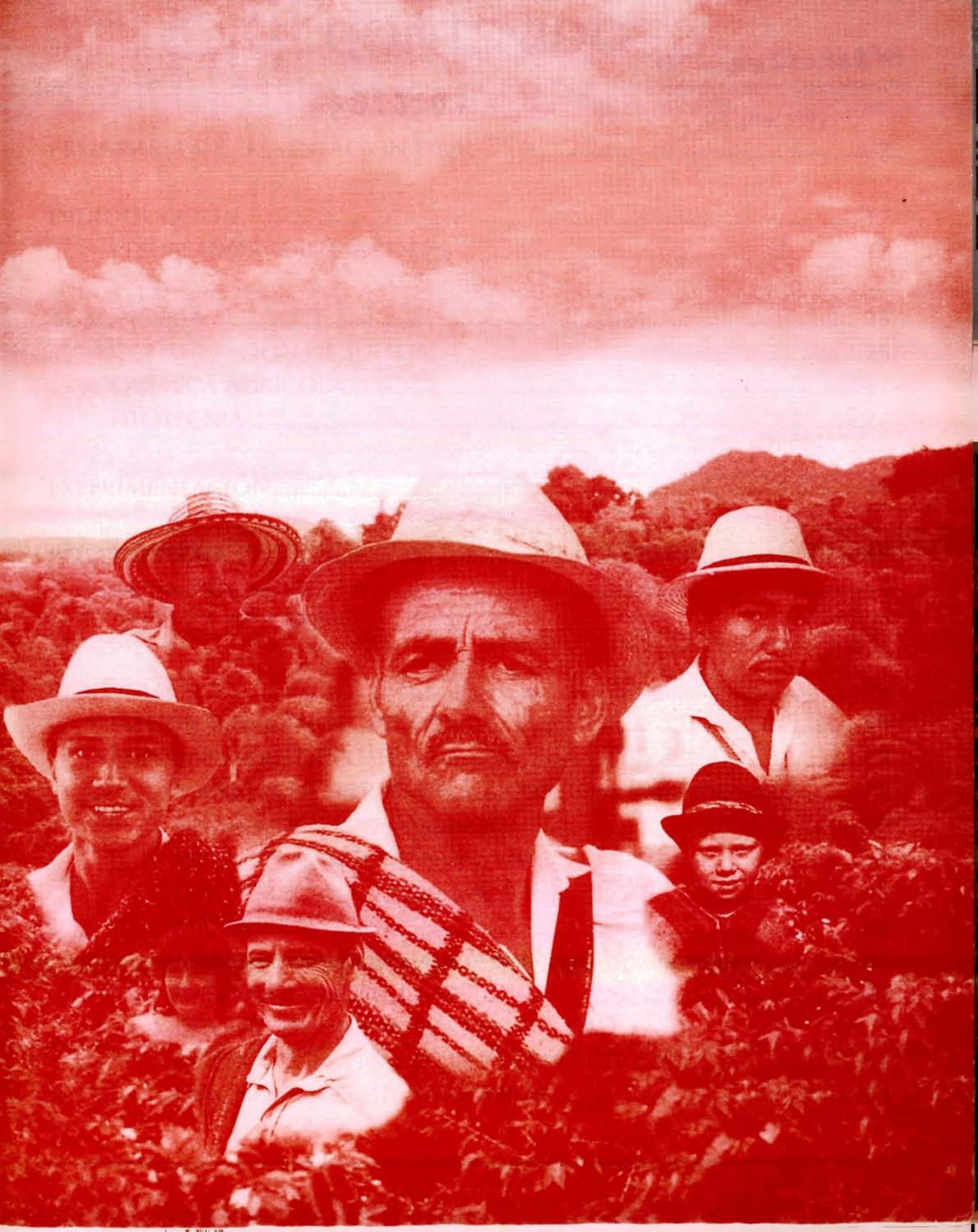
Gerente General
JORGE CÁRDENAS GUTIÉRREZ

Subgerente General

HERNÁN TORO
UNA PUBLICACIÓN DE CENICAFE

Editor: Héctor Fabio Ospina Ospina - Ing. Agr. M.Sc.
Diagramación: Gonzalo Gallego González
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar
Impresión: Artes Gráficas Tizan Ltda. - Manizales

GABRIEL CÁDENA GÓMEZ



1766a: XH
C25
1997-1998

CONTENIDO

Cenicafé
CENTRO DE DOCUMENTACION
01 MAR 1999

013109

PROGRAMA DE PRESENTACIÓN ORAL	7
INTRODUCCIÓN.....	17
RESULTADOS SOBRESALIENTES.....	17
AGRONOMÍA	25
CONSERVACION DE SUELOS.....	25
QUÍMICA AGRÍCOLA.....	27
FITOTECNIA.....	27
EXPERIMENTACIÓN	41
POST-COSECHA.....	45
INGENIERÍA AGRÍCOLA.....	45
QUÍMICA INDUSTRIAL	50
BIOLOGÍA	59
ESTUDIOS ENTOMOLÓGICOS	59
ENFERMEDADES DEL CAFÉ.....	79
MANCHA DE HIERRO DEL CAFETO (<i>Cercospora coffeicola</i>)	79
NEMÁTODOS (<i>Meloidogyne spp.</i>).....	80
ROYA DEL CAFETO (<i>Hemileia vastatrix.</i>)	80
LLAGA MACANA (<i>Ceratocystis fimbriata</i>)	82
MICORRIZAS	82
MANCHA MANTECOSA (<i>Colletotrichum gloesporioides</i>).....	83
PATOLOGÍA MOLECULAR	84
ESTUDIO DE UNA NUEVA ENFERMEDAD DE ETIOLOGÍA VIRAL EN EL CULTIVO DEL CAFE	84
DIAGNOSTICOS FITOSANITARIOS.....	84

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA	84
ESTUDIOS FISIOLÓGICOS	91
ETIA	101
NORMALIZACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS	101
PRODUCCIÓN ANIMAL.....	105
INDUSTRIALIZACIÓN	109
APOYOS BÁSICOS	119
BIOMETRÍA	119
ECONOMÍA AGRÍCOLA.....	123
AGROCLIMATOLOGÍA.....	124
DOCUMENTACIÓN.....	126
SISTEMAS	126
DIVULGACIÓN	127

PROGRAMA PRESENTACION ORAL

INFORME ANUAL DE LABORES 1997 – 1998

OBJETIVOS

PARTICULARES

- Conocer qué actividades de investigación se realizaron por parte de cada uno de los participantes durante el tiempo comprendido entre Octubre de 1997 y Septiembre de 1998.
- 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 CENICAFE, de las actividades de investigación y experimentación.
- Evaluar la productividad de CENICAFE durante el período del informe.
- Compartir la información sobre los avances de las investigaciones con las directivas de la Federación y muy especialmente con los Comités Departamentales de Cafeteros.

PROGRAMA

MARTES 17 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: CARLOS E. OLIVEROS T.

INSTALACION

8:00AM

I. FITOTECNIA

Renovación de cafetales: N° chupones. Respuesta a la densidad de siembra de las variedades Colombia y Caturra.

Manejo de cafetales

Cultivos intercalados con café

Especies forestales asociadas con café

Caracterización de los sistemas de producción con café en el Quindío.

Alfonso Mestre Mestre 8:30AM

José Néstor Salazar A. 8:45 AM

Argemiro Moreno Berrocal 9:00 AM

Jhon Byron Urrego 9:15 AM

Smurfit Cartón de Colombia

Diana Catalina Sepúlveda L. 9:30 AM

Fitotecnia U. Nal. Medellín

II. EXPERIMENTACION

Plan de renovación de los campos de multiplicación de semilla.

Manuel Echeverry L. 9:45 AM

RECESO**10:00 AM**

Calidad de la semilla de café variedad Colombia
 Rendimientos físicos del selector de arvenses
 El comportamiento de la variedad Colombia . Fertilización del cafeto
 bajo sombrío regulado.
 Costos en el manejo de arvenses. Manejo de la pulpa de café con lombriz roja californiana.
 Manejo de conservación de suelos en las Subestaciones de Paraguaicito y Valle
 Costos de la experimentación en la Subestación de Pueblo Bello.
 El beneficio y manejo de subproductos, la microcuencia y uso del selector de arvenses.
 La Estación Central Naranjal

Luis Fernando Machado M. 10:30 AM
 Sub. Exp. Maracay y Sirena
 Pedro María Sánchez A. 10:45 AM
 Sub. Exptal. Santander
 Jorge Camilo Torres N. 11:00 AM
 Sub. Exp. Libano y Marquet.
 Carlos Julio Ramírez H. 11:15 AM
 Sub. Exp. Parag. y Valle
 Juan Carlos García L. 11:30 AM
 Sub. Exptal. Pueblo Bello
 Javier García Alzate 11:45 AM
 Sub. Exptal. La Catalina
 Celso Arboleda Valencia 12:00 M
 Estación Central Naranjal

MARTES 17 DE NOVIEMBRE**MODERADOR: GERMAN MORENO R.****EXPERIMENTACION. CONT.**

El beneficio ecológico en la Subestación Experimental El Rosario.
 Efecto del fenómeno del Pacífico sobre los experimentos.
 Caficultura de la Provincia Ocañera.
 Tiempos y movimientos en la renovación de cafetales. Rendimientos del Becolsub 600
 y la calidad del café.
 Disminución de costos en recolección de café cereza.
 Costos de producción.
 La Subestación Experimental Supía.

Helí Marín Nieto 1:30 PM
 Sub. Exptal. El Rosario
 Carlos Alberto Zambrano R. 1:45 PM
 Sub. Exptal. Consacá
 José Martín Barajas F. 2:00 PM
 Sub. Exptal. Convención
 Carlos Rodrigo Solarte P. 2:15 PM
 Sub. Exptal. El Tambo
 Miguel Bonilla Galindo 2:30 PM
 Sub. Exptal. Gigante
 Piedad Dulfary Henao P. 2:45 PM
 Sub. Exptal. Santa Bárbara
 José Dario Arias C. 3:00PM
 Sub. Exptal. Supía

RECESO**3:15 PM****III. SISTEMA INTEGRADO DE ADMINISTRACION DE FINCAS CAFETERAS (SIAF)**

Sistema integrado de administración de fincas cafeteras por computador versión 1.2.

Luis Michel Prieto T. 3:45 PM
 INSOFT

IV. CONSERVACION DE SUELOS

Avances en conservación de suelos; control de erosión y propiedades físicas.

Horacio Rivera Posada 4:00 PM

V. ENTOMOLOGIA

Artrópodos de la zona cafetera.

Zulma N. Gil P. 4:15 PM
 Entomología U. Nal. Medellín

Hormigas asociadas con insectos chupadores en la parte aérea del café.

Dinámica poblacional de la broca

Desarrollo de un sistema de muestreo para la broca del café.

Estudios con parasitoides para el control de la broca del café.

RECESO

Efecto del parasitoide *Prorops nasuta* sobre poblaciones de broca del café.

Efecto de cuatro insecticidas químicos y del hongo *B. bassiana* sobre *Prorops nasuta*.

Establecimiento de un pie de cría de *H. hampei* en café pergamino para la multiplicación de sus parasitoides

Control químico de la broca del café.

Efecto de nemátodos entomopatógenos sobre la broca del café.

Comportamiento de las características vitales de *Beauveria bassiana* durante su almacenamiento.

Patrones de caracterización del hongo entomopatógeno *B. bassiana*.

El manejo de la finca cafetera en relación con el control de la broca del café.

Alexandra Franco Rojas 4:30 PM

Ent. Corp. Univ. Cienc. Aplic.

Reinaldo Cárdenas M. 4:45 PM

Ramiro Ruiz C. 5:00 PM

Entomología. Serv. Prof.

Jaime Orozco H. 5:15 PM

5:30 PM

Rolando Tito Bacca I. 6:00 PM

Entomología U. Nal. Bogotá

John Wilson Mejía M. 6:15 PM

Entomología U.Nal. Medellín

Luz Fanny Parra R. 6:30 PM

Entom. U. Pedag.Nal. Bgtá

Diógenes Villalba G. 6:45 PM

Juan Carlos López N. 7:00 PM

Diana María Zuluaga G. 7:15 PM

Entomología Serv. Prof.

Clara Mercedes Fernández H. 7:30 PM

Entomología U.Nal. Bogotá

Alex E. Bustillo P. 7:45 PM

MIÉRCOLES 18 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: EDUARDO HERNÁNDEZ G.

VI. INGENIERIA AGRICOLA

Avances en evaluación y validación de la tecnología del beneficio ecológico del café y manejo de subproductos.

Avances en las evaluaciones de las tecnologías BECOLSUB móvil, en fincas.

Avances en las evaluaciones de las tecnologías BECOLSUB en fincas.

Rediseño de un módulo Becolsub 300 para sitios de difícil acceso.

Aprovechamiento de la energía no utilizada en las estufas campesinas, para el secado mecánico del café.

Estudio de las propiedades físico – mecánica del sistema fruto-pedúnculo del café variedad Colombia.

Cosecha de café con batidores mecánicos.

Resultados en vibración mecánica del tallo del café.

RECESO

Efecto de la aplicación de vibraciones de múltiples lazos en el desprendimiento selectivo del café.

Jairo R. Alvarez H. 8:00 AM

Ing. Agrícola

César Augusto Ramírez G. 8:15 AM

Ing. Agrícola

José Alvarez G. 8:30 AM

Ing. Agrícola

Juan Daniel Buenaventura A. 8:45 AM

Ing. Agríc. U. Autónoma Mzles

Diana G. Martínez T. 9:00 AM

Ing. Agríc. U. Sur Colomb. Neiva

Elizabeth Alvarez T. 9:15 AM

Ing. Agríc. U. Nal. Medellín

Carlos Eugenio Oliveros T. 9:30 AM

Ing. Agrícola

Iván D. Aristizábal T. 9:45 AM

Ing. Agrícola Serv. Prof.

10:00 AM

Jair J. Granja F. 10:30 AM

Ing. Agrícola Serv. Prof.

Diseño de un dispositivo para la cosecha del café por vibración del follaje.	Carlomán Arcila Z.	10:45 AM
Desarrollo de un prototipo para la cosecha de café mediante la aplicación de vibraciones circulares al tallo.	Ing. Agrícola – Serv. Prof. Carlos Mario Ramírez V.	11:00 AM
Estudio de métodos y macromovimientos de la cosecha manual de café.	Ing. Agrícola U. Nal. Medellín Juan Carlos Vélez Z.	11:15 AM
Desarrollo de un dispositivo neumático para agilizar la recolección manual del café cereza.	Ing. Agrícola. Serv. Prof. Claudia Milena Trujillo G.	11:30 AM
Desarrollo de dispositivos que asistan la recolección manual de café cereza.	Ing. Agríc.-U. Sur Colomb. Neiva María Isabel Ramírez A.	11:45 AM
Aplicación del método CESAM, en el caso de la cosecha de café en Colombia.	Ing. Agrícola J. Investigador Mauricio Arcila M.	12:00 M
	Ing. Agrícola Serv. Prof.	

MIÉRCOLES 18 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: NESTOR SALAZAR A.

VII. ETIA

Avances de la investigación en cítricos, caucho y passifloráceas.	Arthemo López R.	1:30 PM
Avances de la investigación de Macadamia y Caucho	ETIA	
Evaluación del comportamiento del ganado A. Angus.	Clemencia Villegas G.	1:45 PM
Caracterización, normalización y tecnología de frutas y hortalizas.	ETIA	
Avances en caracterización de variedades y nutrición de plátano en la zona cafetera.	María Cristina Cardona B.	2:00 PM
Progenies y procedencias de especies forestales, nogal cafetero y guayacán rosado en zona cafetera.	ETIA	
Avances en la caracterización y conservación de recursos genéticos forestales.	Juan Mauricio Rojas A.	2:15 PM
	ETIA	
	Francisco Grisales L.	2:30 PM
	ETIA	
	Raúl J. Hernández R.	2:45 PM
	ETIA	
	Carlos Mario Ospina P.	3:00 PM
	ETIA	
RECESO		3:15 PM
Avances del proyecto sobre silvicultura de especies forestales tropicales.	Carlos José Espinal O.	3:45 PM
	ETIA	

VIII. QUIMICA INDUSTRIAL

Calidad de mezclas de café <i>C. arabica</i> y <i>C. canephora</i> .	Gloria Inés Puerta Q.	4:00 PM
Cuantificación de <i>Ochratoxina A.</i> en café	Angela María Arango G.	4:15 PM
Extracción de clorofenoles y cloroanisoles en café por el método Likens Nickerson.	Química Industrial. Serv. Prof. Luz Adriana Sanz Cardona	4:30 PM
Aplicación de los sistemas modulares de tratamiento anaerobio para efluentes del beneficio del café.	Química Industrial Serv. Prof. Diego A. Zambrano F.	4:45 PM
Avances en tratamientos de agua y valorización de subproductos del café.	Química Industrial Nelson Rodríguez V.	5:00 PM
Metodología para el análisis de microorganismos anaerobios de efluentes del beneficio del café.	Claudia Marcela Pérez L.	5:15 PM
	Química Industrial. Serv. Prof.	

RECESO**5:30 PM**

Aprovechamiento del biogas generado en la planta de tratamiento anaerobio de aguas residuales del café.

Conservación y producción de semilla de hongos tropicales

María Teresa Dávila A. 6:00 PM

Química Industrial

Fernando A. Gómez C. 6:15 PM

Química Industrial. Serv. Prof.

IX. QUIMICA AGRICOLA

Avances sobre la investigación en N,K, y Ca en las etapas de crecimiento vegetativo y reproductivo en café.

Laboratorios regionales.

Avances en la normalización de servicios y estandarización de metodologías en el laboratorio.

Métodos simplificados de análisis de fertilidad de suelos.

Caracterización de cepas nativas de *Rhizobium* en varias leguminosas y localidades de la zona cafetera.

Senén Suárez V. 6:30 PM

Química Agrícola

Federico Carrillo P. 6:45 PM

Química Agrícola

Beatriz Mejía 7:00 PM

Química Agrícola

Fernando Franco A. 7:15 PM

Química Agrícola

Beatriz Chica 7:30 PM

Quím. Agríc. - U. Católica Mzles

JUEVES 19 DE NOVIEMBRE**MODERADOR: ALVARO L. GAITAN B.****X. MEJORAMIENTO GENETICO**

Evolución de la roya y producción de progenies de C x H.de T. que perdieron la resistencia.

Actividades realizadas en 1998 para resistencia a CBD.

Selección por resistencia incompleta a la roya.

Evolución de *H. vastatrix*. en materiales del parque clonal de variedad Colombia.

Impacto económico de la variedad Colombia.

Capacidad discriminante de algunos componentes del café verde en genotipos de interés.

Evaluación de germoplasma de café por resistencia a broca.

Germán Moreno R. 8:00 AM

Mejoramiento Genético

Gabriel Alvarado A. 8:15 AM

Mejoramiento Genético

María Isabel Farfán 8:30 AM

Mej. Genético-U. Andes

Gloria E. Guerrero A. 8:45 AM

Mej. Genético U. Nal. Bogotá

Hernando Cortina G. 9:00 AM

XI. FITOPATOLOGIA

La mancha de hierro del cafeto *Cercospora coffeicola* y su control.

Importancia económica de la Llaga Macana del cafeto en Caldas.

Evolución de la roya del cafeto en materiales resistentes.

Jairo E. Leguizamón C. 9:15 AM

Bertha Lucía Castro C. 9:30 AM

Luis Fernando Gil V. 9:45 AM

RECESO**10:00 AM**

Detección de proteínas en interacciones roya - café.

Evaluación de la resistencia a nemátodos del nudo radical *Meloidogyne* spp. en *Coffea* spp. y evaluación de germoplasma de café.

Control biológico de *Meloidogyne* spp. en café.

Endomicorrizas asociadas a cultivos de café y cítricos.

Liliana M. Hoyos C. 10:30 AM

Fitop. M.Sc. U. Nal. Medellín

Doriela M. Vergel C. 10:45 AM

Fitop. M.Sc. U. Nal. Bogotá

Mario Andrés Giraldo 11:00 AM

Fitopatología. J. Investigador

Carlos A. Rivillas 11:15 AM

Reconocimiento e identificación de enfermedades y plagas en *Cattleyas* colombianas.

Masanobu Tsubota 11:30 AM

Fitopatología U. Caldas

Reconocimiento e identificación de enfermedades y plagas en *Cattleyas* colombianas.

Carlos A. Angel 11:45 AM

Fitopatología U. Caldas

JUEVES 19 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: MYRIAM DE PEÑA

XII. FISILOGIA VEGETAL

Escala de fenología del café.

Jaime Arcila P. 1:30 PM

Fisiología Vegetal

Crecimiento del café en altitud y latitud.

Beatriz Eugenia Vélez 1:45 PM

Crecimiento vegetativo y reproductivo del café en tres altitudes.

Gloria C. Camayo V. 2:00 PM

Evaluación y caracterización de genes durante el período de dormancia y antesis de las flores del café.

Fisiología Vegetal. Serv. Prof.

Fotosíntesis en café.

Néstor M. Riaño H. 2:15 PM

Fisiología Vegetal

Enzimas de carboxilación fotosintética en tejidos de hojas y frutos de café.

Yamel López Forero 2:30 PM

Fisiología Vegetal. Serv. Prof.

Curso diario de la fotosíntesis en café y cinco especies forestales.

Juan C. López R. 2:45 PM

Fisiología Vegetal. Serv. Prof.

Relación del potencial hídrico del aire y del suelo con la fotosíntesis y la transpiración del café.

Héctor David Cano R. 3:00 PM

Fisiol. Veget. U. Nal. Palmira

RECESO

3:15 PM

XIII. ENTOMOLOGIA. Estudios en *B. bassiana*

Caracterización patogénica y morfológica de aislamientos de *M. anisopliae*.

Gloria Nancy Padilla 3:45 PM

Entomología U. Católica Mzles

Variabilidad de cultivos monoespóricos a través de subcultivos unicelulares

María Nancy Estrada V. 4:00 PM

Entomología

Actividad enzimática en aislamientos de *B. bassiana* y *M. anisopliae* patogénicos de *H. hampei*.

Fernando Delgado B. 4:15 PM

Entomología. Serv. Prof.

Selección de aislamientos de *B. bassiana* para pruebas de fusión de protoplastos.

Martha Cecilia Flórez M. 4:30 PM

Entomología. Serv. Prof.

Caracterización molecular de *Beauveria bassiana*

Ana Milena Valderrama F. 4:45 PM

Entomología Serv. Prof.

Caracterización de aislamientos de *B. bassiana* y *M. anisopliae* de uso potencial para el control de la broca del café.

Patricia E. Vélez A. 5:00 PM

Entomología

Papel de algunos componentes bioquímicos de *B. bassiana* en su efectividad y su formulación.

Elena Velásquez S. 5:15 PM

Entomología

RECESO

5:30 PM

Efecto de inhibidores de amilasa y proteasa sobre la broca del café.

María Teresa González 6:00 PM

Entomología

Actividad aspártico-proteasa de adultos de la broca del café.

Diana Patricia Preciado R. 6:15 PM

Entomología Serv. Prof.

Purificación y caracterización de un inhibidor de amilasas de broca de café.

Gustavo Adolfo Ossa O. 6:30 PM

Entomología Serv. Prof.

VIERNES 20 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: JAIME ARCILA P.

XIV. BIOTECNOLOGIA

Análisis de tejidos y plantas regeneradas por cultivos de anteras.

Evaluación de genotipos de café por su capacidad embriogénica

Crioconservación de embriones cigóticos y somáticos de café.

Evaluación de diferentes genotipos de la variedad Colombia para aislamiento y cultivo de protoplastos.

Identificación de clones en una biblioteca de cDNA de semillas de café.

Clonación de la región promotora del gen de la arabicina.

Evaluación del gen de arabicina en otras especies de *Coffea*.

Caracterización molecular de genotipos de café.

Desarrollo de marcadores moleculares microsatélites en café.

Juan Carlos Herrera P. 8:00 AM

Mejoramiento Genético

Diana M. Molina V. 8:15 AM

Mej. Gen. Biotec. Serv. Prof.

Carlos Patiño Echeverri 8:30 AM

Mej. Genético U. Javeriana

Myriam de Peña 8:45 AM

Mej. Genético Biotecnología

José Salvador Montaña L. 9:00 AM

Mej. Gen. Biotecn. U. Nal. Bogotá

Ricardo Acuña 9:15 AM

Mej. Genético Biotecnología

Marco Aurelio Cristancho A. 9:30 AM

Mej. Genético Biotecnología

Alvaro Gaitán B. 9:45 AM

Mej. Genético Biotecnología

RECESO 10:00 AM

XV. INDUSTRIALIZACION

Interacción aleloquímica de frutos de cafeto (*Coffea spp*) y la broca *H. hampei* Ferrari 1867.

Optimización de la torrefacción de café, en función de la temperatura de tostión y la cantidad de agua de apagado.

Obtención de un producto soluble a partir de jugos de caña panelera.

Obtención de jugos y mieles de caña panelera saborizada.

Empaque y almacenamiento de café tostado y molido bajo vacío y atmósferas de nitrógeno y gas carbónico.

Normalización de la densidad aparente del café tostado y molido y del rendimiento de extracción.

Américo Ortiz P. 10:30 AM

José Jaime Castaño 10:45 AM

Programa Industrialización

Sandra Patricia Guzmán G. 11:00 AM

Prog. Ind. U. Nal. Mzles

Martha J. Galindo L. 11:15 AM

Prog. Ind. U. J. T. Lozano

Martha M. Ramos A. 11:30 AM

Prog. Ind. U. J. T. Lozano

Paula Cristina Cuellar S. 11:45 AM

Prog. Ind. U. Nal. Mzles

VIERNES 20 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: ALEX E. BUSTILLO P.

INDUSTRIALIZACION. Cont...

Tratamientos bioquímicos en el procesamiento de café soluble por liofilización y atomización.

Maximización de la extracción – destilación simultánea y recuperación de volátiles a partir de café tostado.

Avances en la caracterización de café tostado provenientes de materias primas pretratadas.

Diana M. Ruiz R. 1:30 PM

Prog. Ind. U. La Salle

Ingrid E. Suárez H. 1:45 PM

Prog. Ind. U. Nal. Mzles

Campo Elías Riaño Luna 2:00 PM

Programa Industrialización

XVI. AGROCLIMATOLOGIA

Red Climática. Ecotopos cafeteros

Orlando Guzmán M. 2:15 PM
Agroclimatología
Alvaro Jaramillo R. 2:30 PM
Agroclimatología
José Vicente Baldión 2:45 PM
Agroclimatología

Aspectos hidrológicos en plantaciones de café

Ecotopos cafeteros

XVII. BIOMETRIA

Relación dinámica entre infestación por broca en campo y la infestación de café pergamino seco.

Bernardo Chaves C. 3:00 PM
Biometría

RECESO

3:15 PM

Recopilación y evaluación de la producción de café variedad Típica en la experimentación de Cenicafé.

Lucelly Orozco G. 3:45 PM
Biometría

Evaluación de un método de muestreo para el diagnóstico de la infestación por broca.

Esther C. Montoya R. 4:00 PM
Biometría

XVIII. ECONOMIA AGRICOLA

Adopción de tecnología en la economía campesina en países en desarrollo.

Hernando Duque O. 4:15 PM
Economía Agrícola

XIX. SISTEMAS

Informe anual de actividades

Luis Ignacio Estrada H. 4:30 PM
Sistemas

XX. DOCUMENTACION

Actividades de documentación

Luis A. Maya Montalvo 4:45 PM
Documentación

XXI. DIVULGACION

Actividades de Divulgación de Cenicafé

Héctor F. Ospina O. 5:00 PM
Divulgación

XXII. DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Informe de actividades.

Luis Carlos Carmona L. 5:15 PM
Depto. Administrativo

XXIII. DIRECCION

Informe de la Dirección

Gabriel Cadena Gómez 5:30 PM
Director

INTRODUCCION



INTRODUCCIÓN

21786



Los resultados de investigación obtenidos en CENICAFÉ durante el año cafetero 1997-1998, corresponden a los objetivos planteados dentro del plan quinquenal de investigaciones 1997-2002 en el cual se consignan las necesidades principales de la caficultura que pueden resolverse a través del proceso de investigación científica, dentro del contexto nacional y utilizando además, las herramientas que provee el proceso de gestión integral hacia la calidad total.

Coincide este informe con el cumplimiento de nuestros "60 años al servicio de los caficultores colombianos" fecha que por otra parte sigue constituyendo un reto que nos motiva a seguir persiguiendo los objetivos del Centro, como son la producción constante de tecnologías limpias que aseguren la sostenibilidad de los recursos de producción en la zona cafetera y que la actividad productiva se desenvuelva en un esquema de competitividad, que asegure la viabilidad de la caficultura colombiana y la estabilidad de las familias cafeteras que hacen de su actividad diaria, su modo de vida.

RESULTADOS SOBRESALIENTES

En cuanto a la broca del café, se continuó la investigación de otras posibilidades de control que permitan reforzar el manejo integrado del insecto. Cabe destacar que el parasitoide *Phymastichus coffea*, liberado por primera vez en el mundo fuera de su hábitat nativo, el Africa, ha demostrado una buena capacidad de establecimiento, dispersión y control. Los niveles de parasitismo encontrados bajo condiciones experimentales varían en promedio de 31% a 46% en puntos localizados entre los 0 y 60 m

desde el punto de liberación. En el laboratorio, los resultados sobre su producción han permitido obtener 5'000.000 de adultos durante el año. En el año se liberaron en la zona cafetera un total de 287'988.786 avispidas correspondientes a *Prorops nasuta* y *Cephalonomia stephanoderis*. Con el objeto de observar el comportamiento de insecticidas con licencia del ICA para el control de la broca, se lleva a cabo una investigación en la cual se utilizan parcelas comerciales de 500 árboles. Los tratamientos se evalúan no sólo desde el punto de vista biológico, sino también económico, hasta el momento de realizar la venta del café en la Cooperativa. Se utilizaron los insecticidas endosulfan, pirimifosmetil, el hongo *Beauveria bassiana* y el control cultural (Re-Re), los cuales se combinaron con tres criterios: Calendario (aspersiones mensuales), Agricultor (2-3 aspersiones) y Cenicafé (cuando técnicamente se necesiten), en 30 parcelas experimentales de 500 árboles cada una. En todos los tratamientos evaluados durante 1997, se presentó en promedio niveles de daño en café pergamino seco por debajo del 5% incluyendo el tratamiento control en el cual se le realizó un riguroso Re-Re sin insecticidas. En relación con los ingresos por cada uno de los tratamientos se observó una tendencia a obtener los más altos en los tratamientos con aspersiones de insecticidas aplicados según los criterios de Cenicafé, poniendo en evidencia que muchas veces el agricultor realiza medidas de control innecesarias y que le acarrearán sobrecostos en la producción en su finca. Se conformaron nueve grupos de trabajo en Investigación Participativa con Agricultores, relacionada con el MIB, localizados en los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, constituidos por caficultores. La IPA, es una nueva metodología utilizada con el propósito de generar, validar, adaptar y transferir tecnologías que estén más acordes a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas de los agricultores.

En relación con el mejoramiento genético del café se ha seleccionado un grupo de progenies con un elevado potencial productivo del orden de 720 @ cps/ha-año, con muy buenas características de grano y que podrían en un futuro, ser parte de la Variedad Colombia. También se han identificado algunas progenies, con resistencia incompleta a la roya del café, las cuales son atacadas por el hongo,

pero en niveles tan bajos que mantienen altas producciones en ausencia de control con fungicidas. Entre los materiales probados en el CIFIC en 1997 y en 1998 se completaron 44 progenies con resistencia a uno o más aislamientos de *Colletotrichum kahawae* (CBD). Catorce de estas progenies también mostraron resistencia completa contra las razas de roya existentes en Colombia, y las 30 restantes tienen elevados niveles de resistencia incompleta. Esto demuestra que la selección practicada hasta el momento está permitiendo reunir resistencia contra las dos enfermedades más limitantes de la caficultura, como son el CBD y la roya. Los materiales que recombinan la resistencia contra estas dos enfermedades, poseen excelentes características agronómicas y de grano, lo cual representa una ventaja significativa porque podrían ser utilizados en un término relativamente corto. Se inició la evaluación de la resistencia en condiciones de campo, gracias al acuerdo celebrado con Zimbabwe. Se enviaron 38 genotipos para instalar 2 experimentos en ese país. Los materiales se encuentran en etapa de almácigo y su desarrollo ha sido normal. En el estudio sobre el impacto económico de la Variedad Colombia se calculó la Tasa Interna de Retorno debida a la adopción en fincas cafeteras, la cual está entre 12 y 27 %, de acuerdo con el nivel tecnológico del control químico de la enfermedad aplicado, y considerando la obtención de la variedad resistente y su transferencia a los caficultores. Si la variedad estuviera sembrada en toda el área cafetera la TIR potencial estaría entre 24 y 36 %. Estos valores de la TIR, demuestran que el costo de la investigación científica significa la mejor inversión frente a alternativas de manejo convencional de problemas fitosanitarios.

En el manejo de problemas fitosanitarios, se continuó buscando alternativas de control biológico en diferentes regiones cafeteras del país, en las cuales se observó parasitismo natural entre 6,4% y 65,4% de los hongos *Paecilomyces lilacinus* y de *Verticillium* spp. Sobre diferentes especies del nemátodo *Meloidogyne*. En pruebas *in vitro*, todos los aislamientos evaluados, independientes de la región de procedencia, mostraron ser parásitos de huevos de *Meloidogyne*, con valores que oscilaron entre el 40 y el 78%. La amplia colección de aislamientos obtenidos y las innovaciones introducidas a los proce-

tos de aislamiento, permitieron corroborar la existencia de controladores biológicos del nematodo del nudo radical en la zona cafetera, la abundancia de éstos y su posible diversidad. En cuanto a los estudios con micorrizas, se encontró que el sistema de inoculación de plantas de café con un variado número de esporas de *Glomus manihotis* (desde 500 hasta 4000) fue eficiente para lograr niveles promedio de colonización de 38% e incrementar sustancialmente el crecimiento y desarrollo de las plantas de café. Este sistema de inoculación con esporas, aunque no mostró diferencias estadísticas con las plantas inoculadas con 2 g. de inóculo completo por chapola, sí las benefició con un mayor crecimiento.

En trabajos de investigación inter-institucional (CENICAFE, CIAT, UNIVERSIDAD DE CALDAS, CORPOICA, CENICAÑA) realizados hasta el momento, descartan la presencia del virus BSV, o de cualquier otro Badnavirus en café, de las variedades Caturra, Colombia y Típica muestreadas en los municipios de Andes (Antioquia) y Fusagasugá (Cundinamarca). La sintomatología de este nuevo disturbio resultó diferente a la ocasionada por problemas abióticos o bióticos ya conocidos en el cultivo del café en Colombia.

Con relación a los estudios fisiológicos se midió el crecimiento vegetativo (altura y número de cruces) hasta los 600 días en varias localidades de la zona cafetera y se encontró que los promedios de altura alcanzado por las plantas en las diferentes localidades variaron entre 82,1 y 148,3 cm. Este crecimiento en altura fue variable a través del tiempo. El número promedio de cruces en las diferentes localidades, hasta los 600 días, varió entre 17 y 30. Se encontró una relación lineal significativa entre la altura y el número de cruces. En cuanto al crecimiento reproductivo se observó que el número de días transcurridos entre la siembra y la primera floración es muy variable entre las localidades. Se observó que en Marquetalia (Caldas) fue de 229 días mientras que en Pueblo Bello (Cesar) se registró a los 498 días. En el primer caso este comportamiento puede estar asociado a la falta de períodos secos definidos, mientras que en el segundo caso, podría haber una influencia del fotoperíodo. Se puede concluir que en la zona cafetera Colombiana, excep-

tuando la zona por encima de 10° de latitud, entre la siembra y la primera floración transcurren en promedio 300 a 330 días. Los primeros frutos maduros se presentaron entre los 405 y 540 dds.

También se estudió el crecimiento vegetativo y reproductivo en tres altitudes y se encontró que las variables del crecimiento vegetativo, longitud de la rama y el número de nudos por rama, disminuye al aumentar el piso térmico (1100 a 1900 m); mientras que el promedio del área foliar por nudo es mayor al incrementarse la altitud. El patrón de iniciación y diferenciación floral es permanente a través del año y se presentó de manera más temprana en las altitudes de 1900 y 1100m, a los 158 dds en el mes de junio de 1996, en comparación con la altitud de 1400m (215 dds en julio/96), lo que sugiere que temperaturas altas y bajas promueven esta primera etapa del desarrollo floral; además la cantidad, distribución y el tiempo de duración de cada uno de los estados del desarrollo de los nudos y flores varía con respecto a la altitud. Las floraciones fueron más tempranas en la altitud de 1100m por presentar temperaturas promedios de 22,5°C, seguido por 1400 y 1900m; el período de sequía, durante los meses de julio y septiembre del año de 1997 (fenómeno del pacífico), permitieron una mayor concentración de las floraciones y la altitud de 1900m se destacó por presentar los porcentajes más altos.

El manejo de plantaciones sigue constituyéndose en un objetivo permanente de investigación y se encontró que es posible en tres años, establecer sistemas de manejo de las fincas cafeteras, utilizando una estrategia que combina la renovación de lotes por zoqueo y podas calavera, técnicas de renovación aplicadas en las fincas divididas en lotes, de acuerdo a la densidad de siembra y al ciclo productivo en años, sin incurrir en detrimento grande en la producción de la finca.

Se evaluó también el efecto del número de chupones por zoca sobre la producción y se encontró que en todas las densidades de siembra se presentó aumento significativo de la producción cuando el número de chupones se aumentó de uno a dos. Cuando el aumento fue de dos a tres el efecto dependió de la densidad. En densidades bajas, hubo

un pequeño aumento. En densidades altas, la producción disminuyó.

\\ Durante el año y debido a la alta eficiencia que presentan las coberturas vegetales en la prevención de la erosión, se hizo mayor énfasis en la orientación sobre el manejo integrado de arvenses con la introducción dentro de este programa, del equipo selector de coberturas nobles. Se ha mejorado el equipo selector de arvenses, eliminando el problema de presión variable y otros elementos, con el fin de disminuir su costo y hacerlo más eficiente \\

\\ Las investigaciones en postcosecha buscaron poner a disposición del mayor número de caficultores posible, la tecnología BECOLSUB; por tanto y con base en los resultados del SICA, se diseñó un nuevo modelo de 300 kg. de café cereza por hora, adecuado para fincas pequeñas y se iniciaron los estudios para el diseño del BECOLSUB 100 para fincas hasta de 500 arrobas de cps. \\

\\ En cuanto a la mecanización de la cosecha se continuaron los estudios con énfasis en el análisis de las propiedades físico-mecánicas para frutos maduros y los frutos verdes. \\ La información obtenida está siendo utilizada en experimentos que actualmente se adelantan y mediante los cuales se evalúa la viabilidad técnica y económica del desprendimiento selectivo de frutos maduros, de las vibraciones circulares y multidireccionales aplicadas al tocón y al chupón de zocas. También se están buscando dispositivos que asistan la recolección manual de café cereza con el fin de aportar tecnologías para la cosecha manual de café con las cuales se pueda incrementar el rendimiento y la calidad de la recolección.

El tratamiento de aguas residuales provenientes de sistemas de Beneficio Ecológico, realizado en un Sistema Modular de Tratamiento (SMTA) instalado para una finca que produce anualmente 1500@ de cps, tiene un costo de US\$750; por tanto remover 1 kilogramo de DQO cuesta 1,9 centavos de dólar (entre 20 y 30 veces menos de lo que cuesta removerlo con un sistema convencional). Esta unidad opcional de post-tratamiento cuesta US\$ 60,00, lo que representa un incremento del 8% sobre el costo total de instalar el SMTA. Se encontró que la re-

moción de un kilogramo de DQO cuesta 2,8 centavos de dólar.

Se continuó con estudios sobre el efecto de algunas prácticas de campo sobre la calidad del café y el efecto de cuatro insecticidas Endosulfan, Lorsban, Sumithion y Actellic aplicados por aspersión al café cereza, en combinación con hongos *Aspergillus fumigatus* y *Penicillium variabile* asperjados al café baba o al café pergamino húmedo. Se variaron las condiciones de secado del café de secado inmediato y controlado, a secado lento y con amontonamiento del café húmedo. Se contó con café testigo sin hongos ni insecticidas y un grupo de tratamientos con aplicación de sólo los dos hongos. Se encontró que la presencia combinada de los insecticidas utilizados para el control de la broca del café y del hongo *Penicillium variabile* adicionado al café después de lavado, junto con el almacenamiento del café pergamino húmedo antes de su secado ocasionan defectos fenol y contaminado en el café. El efecto se percibe desde el aroma y todas las características sensoriales de acidez, amargo, cuerpo e impresión global. También se encontró que el grano perforado por la broca (analizado separadamente de la muestra completa de café sano) presentó las peores calificaciones para la calidad del café y el defecto fenol

\\ En el área de Industrialización se culminaron tres investigaciones relacionadas con el procesamiento de otros productos y la tecnología del café tostado y molido. Se encontró que el empaque y almacenamiento de café tostado y molido bajo vacío y en atmósferas de N_2 y CO_2 mantiene la calidad del café tostado y molido durante el almacenamiento. Se obtuvo una mermelada a partir de extracto de café de buenas características sensoriales. \\ Esta requiere más adición de pectina que las mermeladas convencionales debido a las propiedades fisicoquímicas del extracto. Por otro lado, sus características organolépticas limitan su proporción en la formulación, haciendo que su aporte de sólidos solubles a la mermelada sea más bajo que los aportados por las frutas convencionales. En forma alternativa podría evaluarse la utilización de pulpa de café como materia prima y no el extracto en la fabricación de éste producto; así como la fabricación de gelatina, bebidas frías, etc. Que también podrían diversificar

su uso. Se realizó la obtención y estandarización de mieles y jugos saborizados a partir de caña panelera, investigación que ofrece una alternativa para la obtención de subproductos de la caña de azúcar, como son las mieles y los jugos, los cuales fueron estudiados con el fin de determinar las condiciones más favorables para su procesamiento de acuerdo a sus características físico-químicas y organolépticas.

En las investigaciones relacionadas con alternativas de producción en las fincas cafeteras se ejecutó un ambicioso plan de transferencia de las Normas Técnicas para frutas y hortalizas desarrolladas en Cenicafé, mediante un plan nacional de capacitación (36 municipios en 18 departamentos), que contó con el apoyo y la participación de Comités Departamentales de Cafeteros, Secretarías de Agricultura, UMATAS, asociaciones de productores, cadenas de supermercados, empresas exportadoras y servicios de asistencia técnica, entre otros. Este proceso permitió la capacitación a 3300 personas en 78 seminarios, entre productores, comercializadores, agroindustriales, servicios de asistencia técnica y centros de formación técnica y profesional.

Además se establecieron los ensayos sobre procedencias y progenies para dos especies forestales tropicales de alto valor comercial, en 27,2 hectáreas de plantación con aproximadamente 30,200 árboles de 76 progenies y 2 procedencias, en nueve diferentes condiciones bioclimáticas de la geografía colombiana. Para evaluar la conservación de recursos genéticos forestales en la región andina colombiana, se seleccionaron y caracterizaron florística y estructuralmente 4 relictos de bosques, lo que permitió la identificación de 368 especies distribuidas en 100 familias y la obtención de los parámetros estructurales requeridos para el estudio y análisis de dichos ecosistemas. Se destaca la identificación de individuos de *A. acuminata*, *A. colombiana*, *C. mariae*, *C. montana*, *G. cf. Humboldtii*, *J. neotropica*, *Lecythis sp.*, *O. novogranatensis*, *P. lucuma*, *P. oleifolius*, *R. rospigliosii* y *Q. humboldtii*; especies importantes por la calidad de su madera.

En un reconocimiento fitosanitario en orquídeas, se obtuvieron 913 aislamientos de hongos que incluyen patógenos, contaminantes y no determinados y se identificaron parcialmente cerca de 33 géne-

ros. En relación con las bacterias, se obtuvieron 53 aislamientos y se identificaron 22, de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, sin obtener confirmación de su patogenicidad. Respecto a los virus, se obtuvieron avances en el conocimiento del cultivo y manejo de 9 especies de plantas indicadoras, logrando reproducir lesiones locales al inocular muestras de *Cattleya spp.* con virus en *Gomphrena globosa*. Las plagas fueron menos frecuentes, encontrándose el pulgón de las orquídeas *Cerataphis orchidearum*, escamas protegidas *Diaspis boisduvalii* y *Furcaspis bififormis*, avispa del brote de la *Cattleya Eurytoma sp.* posible *orchidearum* y la avispa de la raíz posible *Eurytoma sp.*, hormigas *Pheidole sp.*, chinches, thrips, picudo de las flores, y otros ocasionales.

Después de cuatro ciclos de evaluación de variedades de plátano Africano por su desempeño agronómico, reacción a problemas sanitarios, características de postcosecha de la fruta y aceptación al consumo, hasta este período hay dos variedades sobresalientes: Mbourucu (tipo hartón) y French sombre (tipo Dominicó): Mbourucu se destaca por su alta eficiencia productiva, adaptación, tamaño promedio de los dedos (390 g) y rendimiento en pulpa de la fruta (pulpa = 70% peso total/dedo); French sombre tiene buena producción (racimos de 22 kg), dedos semirectos de 290-300g de peso, pulpa rosada y alto rendimiento en fruta (pulpa 65% peso total /dedo).

Durante el presente período se realizó un trabajo de adaptación y producción con ganado Aberdeen angus puro, de sexo macho, en el cual se observó que los animales se adaptaron muy bien al clima, suelo, topografía de la estación La Romelia de Cenicafé y a la alimentación y manejo proporcionado. Se obtuvieron ganancias durante un período de 10 meses hasta de 917 g/día. Los animales se remataron con el objeto de introducirlos y beneficiar la ganadería de carne en la zona cafetera colombiana. Como resultado de este trabajo se destaca la instalación de un núcleo para producir BRANGUS, programa que se inició el 22 de septiembre con 45 novillas Brahman.

En cuanto a la administración de fincas cafeteras se continuó con el desarrollo del SIAF, Sistema de in-

formación y administración de Fincas, cuyo desarrollo se encuentra en la versión 1.2 con la cual se iniciaron las pruebas con el Servicio de Extensión para su evaluación y validación.

La actividad de experimentación regional se llevó a cabo en las 19 Subestaciones de Experimentación y en numerosas fincas de particulares en estrecha coordinación con el Servicio de Extensión. En el período se distribuyeron 38.750,5 kilogramos de semilla de la Variedad Colombia, de los cuales 20.059 kilos de enero a septiembre/98. También se entregaron 1.017 kilogramos de semilla de materiales de porte alto con resistencia a la roya del café.

Se editaron y distribuyeron 3 números de la Revista Cenicafé, con 18 artículos científicos y se ingresó a la red mundial de Internet con una versión electrónica de la Revista ubicada en el servidor del ICFES.

Se publicaron 8 Avances Técnicos, el Anuario Meteorológico Cafetero de 1997, y los libros sobre "Manejo Integrado de la Broca del Café" y "Resúmenes Analíticos: Información Científica y Técnica producida por Cenicafé, 1988-1998". Se participó en diferentes eventos en los cuales se mostraron los resultados más importantes obtenidos por el Centro en estos 60 años de trabajo ininterrumpido, que le permiten a los caficultores colombianos alcanzar los niveles de competitividad, respetando el medio ambiente, la calidad del café colombiano y la salud de las familias que habitan los ecosistemas cafeteros.

Gabriel Cadena Gómez

Director de Cenicafé

Chinchiná, Noviembre de 1998

AGRONOMÍA



CONSERVACIÓN DE SUELOS

La Disciplina de Conservación de Suelos tiene en el Plan Quinquenal dos proyectos: CS 0100 "Conservación de Suelos y Aguas" y CS 0200 "Manejo integrado de arvenses". La finalidad de estos proyectos es llevar al agricultor prácticas sencillas, eficientes y de bajo costo para un mejor uso, manejo y conservación de los recursos suelos y aguas de las fincas cafeteras, como estrategia que conlleve a la disminución de costos de producción y sostenibilidad de los recursos naturales.

Se continuó el experimento CS 0106 "Prevención y control de la erosión del suelo al nivel de finca cafetera", iniciado en 1990, en Cenicafé, las subestaciones experimentales y fincas de agricultores (Fincas La Aurora y Primavera, en Palestina, Caldas, y Veredas Muelas y La Meseta en Aranzazu, Caldas), en las cuales se realizan trabajos al respecto para hacer el seguimiento y evaluación de su eficiencia, persistencia y costos. Se iniciaron prácticas de control de erosión en varios procesos erosivos (cárcavas, derrumbes, negativos de carretera y solifluxiones); con distintas magnitudes (12 m² a 10.000 m²). Los trabajos de control de erosión han mostrado alta eficiencia en su recuperación (90 - 100%) utilizando sólo mano de obra y materiales obtenidos en las fincas. Con la experiencia y buenos resultados logrados con estas soluciones sencillas, la Disciplina, ha ampliado sus fronteras ofreciendo asesorías, cursos y conferencias a los agricultores, técnicos del Servicio de Extensión, estudiantes universitarios y otras entidades, en diferentes regiones del país.



Se han realizado prácticas preventivas de conservación de suelos tales como barreras vivas de limoncillo (*Cymbopogon citratus*) y escalinatas en calles entre lotes, como disipadores de energía de aguas de escorrentía.

Durante el año 1997 - 1998, debido a la eficiencia alta que presentan las coberturas vegetales en la prevención de la erosión, se ha hecho mayor énfasis en la orientación sobre el manejo integrado de arvenses con la introducción dentro de este programa, del equipo selector de coberturas nobles. Se ha mejorado el equipo selector de arvenses, eliminando el problema de presión variable y otros elementos, con el fin de disminuir su costo y hacerlo más eficiente.

En Cenicafé (Planalto), se ha continuado con el manejo integrado de arvenses y la orientación de prácticas de protección de taludes, empradización, control de derrumbes, negativos de carretera, siembra de árboles y construcción de escalinatas, como disipadores de energía.

Con el proyecto CSU-0106 se ha logrado, además, que cada sub-estación de experimentación y las fincas de agricultores orientadas siguiendo las prácticas preventivas y de control de la erosión, sirvan como vitrinas a los demás agricultores de la misma región y otras regiones del país.

Se desarrolla el experimento CSU-0108, con muestreo de cinco Unidades de Suelos (Guamal y Parnaso Typic eutropepts y Fresno, Chinchiná y Montenegro, Melanudans), a las cuales se les hacen diferentes determinaciones físicas para tres usos del suelo: Bosque, Café y Pastos, y en cuatro profundidades: 0-10, 10-20, 20-40 y 40 a 60 cm, con el fin de buscar correlaciones que permitan determinar fácilmente el factor erodabilidad de los suelos de la ecuación universal de erosión, a menor costo y en menor tiempo. Se encontró un mayor contenido de humedad gravimétrica en suelo con uso en bosque y pastos en relación con el café. En relación con la estabilidad de agregados al agua, el mayor indicativo de inestabilidad es el alto porcentaje de agregados menores de 0,25 mm, resultando mayor el porcentaje en los suelos de la unidad Guamal (1,25; 2,09 y 0,59 % para bosque, café y pasto res-

pectivamente, en los primeros 10 cm de profundidad del perfil del suelo) las demás unidades de suelo presentaron valores bajos de agregados menores de 0,25 mm.

Se instaló y se calibró el simulador de lluvias proveniente de la Universidad de Purdue, Estados Unidos, con el fin de agilizar la investigación en conservación de suelos.

QUIMICA AGRÍCOLA

Análisis de suelos, foliares, plaguicidas y otros. El laboratorio continúa prestando servicio de análisis a diferentes tipos de usuarios como investigadores, agricultores, comités, cooperativas, etc. Se analizaron durante el año 4.785 muestras suelos para 40.442 determinaciones, en las cuales se incluyen los análisis especiales: agroquímicos (abonos, fertilizantes, oxiclóruos) y metales pesados (plomo, cadmio y mercurio). También se analizaron 1.448 muestras para 9.121 determinaciones de análisis foliares, incluyendo componentes de la planta de café, lombricompuesto y análisis para otros cultivos. Un número de 393 muestras, 4.010 determinaciones para análisis de residuos de plaguicidas en muestras de café verde, formulaciones comerciales y broca macerada.

Se seleccionó una técnica para la determinación de azufre en material vegetal, basada en una incineración de la muestra con nitrato de magnesio, y para la valoración de los sulfatos se realizó el método turbidimétrico. Se determinó silicio en aguas libres del suelo, pertenecientes al proyecto QAG 0308, empleando la técnica de espectrofotometría de emisión de plasma.

Acreditación del laboratorio. El laboratorio de Química Agrícola en el área de Bromatología, ha venido participando en el proyecto dirigido por la Corporación Colombia Internacional con el apoyo de Colciencias, proyecto que tiene como objetivo disponer de una red de laboratorios acreditados ante

la Superintendencia de Industria y Comercio, para el sector agroalimentario. Para esta primera etapa del proyecto se han realizado tres rondas para analizar patrones internacionales (Asociación de Estándares de Estados Unidos). Los elementos analizados son: nitrógeno, proteína, sólidos totales y cenizas; falta el análisis de los resultados.

Otro aspecto considerado dentro del proyecto es la capacitación del personal de los laboratorios que están participando en la red, para los que se dictaron los cursos: Inspección de Productos por Muestreo y Aseguramiento Metrológico.

Se aprobaron y comenzaron a instalar dos nuevos proyectos (QAG0313 y el QAG0507) sobre fertilización del café con calcio, nitrógeno y potasio, que suman 21 experimentos regionales, localizados en las Sub-estaciones de experimentación de CENICA-FÉ.

Se redujo el error metodológico en el análisis de amonio y nitratos en el suelo, para el método de campo y laboratorio por utilizar en los trabajos programados de fertilización nitrogenada. El KCl usado como extractor interfiere en la lectura de nitratos en el método de campo (reflectométrico).

Se estandarizó la Metodología de Decantación para análisis de fertilidad de suelos y se determinó su precisión para niveles bajo, medio y alto de los elementos: pH, MO, P, K, Ca, Mg y Al. Se comparó además con las metodologías expuestas en el Manual de Métodos de Análisis de Suelos del Laboratorio (Carrillo, 1985). Ambos métodos trabajan bien para pH, MO, K, Mg y Al. Para P y Ca se deben hacer ajustes. Con la metodología propuesta se reduce el costo de los análisis de fertilidad de suelos, al eliminarse el uso del papel de filtro, se reduce el consumo de reactivos, se analiza un mayor número de muestras por tanda, reduciendo el tiempo de análisis.

Se prestó asesoría a los laboratorios regionales a través de visitas, análisis paralelo de muestras control y entrenamiento de personal. También se asesoró vía telefónica o personalmente a agricultores,

técnicos, estudiantes, entre otros; con inquietudes sobre los análisis y su interpretación. Para el Comité de Cafeteros de Santander, se inició el servicio de análisis de suelos en la Universidad de San Gil, en el Centro Peña Flor.

Identificación de cepas de *Rhizobium* asociadas con leguminosas de la zona cafetera. En doce localidades de la zona cafetera se recolectaron varias leguminosas nativas, de las cuales se extrajeron los nódulos, que a su vez se desinfectaron, se sembraron en medio de cultivo agar-monitol-levadura (AML) y se aislaron y purificaron las cepas nativas de *Rhizobium* sp. encontradas.

Para las cepas aisladas y purificadas se practicaron las pruebas de resistencia intrínseca a antibióticos, perfiles isoenzimáticos y perfiles plasmídicos. Mediante la prueba de Resistencia Intrínseca se encontraron 76 grupos de *Rhizobium* nativo. Respecto a la resistencia cualitativa y cuantitativa frente a los antibióticos se obtuvieron 31 grupos, que indican el grado de resistencia y competitividad entre cepas. Con base en los resultados se seleccionaron tres cepas: 2PA, 2BIPAR, 7A8RM, para iniciar estudios en invernadero.

En la prueba de Perfiles Isoenzimáticos, el análisis demostró que los aislamientos tienen un origen común y a partir de este origen se dividen en dos grandes grupos, mostrando dos poblaciones genéticamente diferentes debido a la evolución de las razas, además del polimorfismo que se observa entre los aislamientos. En la prueba de perfiles plasmídicos se observa que cada cepa tiene su propio perfil, mostrando gran diversidad entre cepas. No se encontró relación entre las características del suelo, clima y el tipo de leguminosa.

FITOTÉCNIA

A continuación se presenta una relación de los experimento que se están realizando en la actualidad en la disciplina de Fitotécnia.

CODIGO	TITULO	UBICACION
FIT 0109	Estandarización del proceso de descomposición de la pulpa de café.	Cenicafé, Granja.
FIT 0204	Sistemas de obtención del número de plantas por sitio y su efecto en la producción de café.	Naranjal. Marquetalia. Huila. La Catalina. La Sirena. Líbano. Paraguaquito. Pueblo Bello. Santander. Consacá. La unión. Albán. Maracay. Convención. Santa Bárbara.
FIT 0302	Estudio agro-económico del sistema maíz intercalado con café.	Paraguaquito. Sta. Bárbara Líbano Consacá Cauca. Santander.
FIT 0303	Estudio agro-económico del sistema frijol intercalado con café.	Sta. Bárbara Líbano. Santander. El Tambo. La Sirena. Consacá.
FIT 0304	Estudio agro-económico del sistema tomate (<i>Lycopersicum esculentum L.</i>) intercalado con café. I Densidades	La Unión.
FIT 0305	Estudio agro-económico del sistema tomate (<i>Lycopersicum esculentum L.</i>) intercalado con café. II Manejo y sistemas de siembra del tomate.	Consacá. Líbano. El Tambo. La Sirena.

CODIGO	TITULO	OBJETIVO	UBICACION
FIT 0405	Estudio comparativo de cuatro variedades de café de porte bajo.		Naranjal.
FIT 0407	Comparación de diferentes distancias de siembra para el cruce Caturra x San Bernardo.		Naranjal.
FIT 0409	Efecto de la densidad de siembra en producción de la variedad Colombia.		La Sirena. Cauca. Sta. Bárbara Consacá. Marquetalia.
FIT 0410	Comparación de diferentes formas de obtención de la densidad de Siembra óptima en variedades de café de porte bajo.		Naranjal. Líbano. El Tambo. La Sirena.
FIT 0411	Comparación de la producción entre tres densidades de siembra del café y tres del sombrío de <i>Inga</i> sp.		N. de Santander. Nariño. Santander. Cauca. Pueblo Bello.
FIT 0412	Estudio agro-económico del sistema barreras de plátano (<i>Musa AA</i>) intercaladas con café.		Líbano. Paraguaicito. Pueblo Bello. La Unión. Sta. Bárbara. Santander. Convención.
FIT 0413	Estudio agro-económico del sistema plátano (<i>Musa AA</i>) intercalado con café.		Líbano. Paraguaicito. Pueblo Bello.
FIT 0422	Efecto de la intensidad del sombrío sobre la respuesta del café al fertilizante.		Pueblo Bello. Naranjal. Cauca. Santander. Albán.

CODIGO	TITULO	UBICACION
FIT 0424	Comparación de la producción del café bajo sombra de cinco especies leguminosas y con diferentes densidades de siembra de cada sombrío.	Pueblo Bello. Nariño.
FIT 0425	Caracterización agronómica de especies del género <i>Erythrina</i> con posible uso como sombrío en cafetales.	Naranjal.
FIT 0426	Uso del sombrío y del mulch para el manejo del déficit hídrico en café, en las zonas Norte y Sur de Colombia.	El Tambo. Pueblo Bello.
FIT 0427	Efecto de la regularización del sombrío sobre la producción y la calidad Del producto en un cafetal establecido con sombrío denso.	Jirokasaca
FIT 0428	Evaluación de las renovaciones de Cafetales tradicionales en las cuales se conservan el sombrío existente y la densidad de siembra.	Jirokasaca.
FIT 0429	Caracterización agronómica de <i>Cordia alliodora</i> , <i>Eucaliptus grandis</i> y <i>Pinus oocarpa</i> como sombríos de café	Paraguaicito.
FIT 0431	Estimación de la biomasa reciclable del plátano y su efecto en la producción de café en el sistema café-plátano.	Albán La Catalina.
FIT 0502	Comparación de cinco sistemas de manejo por renovaciones en el cultivo del café.	Naranjal. Gigante. Líbano. La Unión (Tolima) La Sirena. Albán. La bella. Sta. Bárbara. El Rosario.
FIT 0506	Comparación de la poda calavera con otros sistemas de manejo en la producción de café.	Sta Bárbara. El Rosario Gigante. Líbano. El Tambo.

CODIGO	TITULO	UBICACION
FIT 0507	Comparación de ciclos de renovación en el manejo de cafetales.	Maracay. Líbano. La Sirena. Sta Bárbara.
FIT 0508	Comparación de cinco formas de implantar sistemas de manejo de cafetales.	Naranjal. Gigante.
FIT 0510	Comparación de tres formas de implantar los sistemas de manejo de cafetales establecidos.	Líbano Albán La Catalina. El Rosario. Sta. Bárbara. El Tambo.
FIT 05 12	Efecto del número de chupones por zoca sobre la producción del café	Naranjal Líbano. Gigante.
FIT 05 15	Comparación de sistemas de manejo con base en la poda calavera.	Naranjal Paraguaicito.
FIT 0601	Producción de café orgánico.	Naranjal Tambo. Pueblo Bello.
FIT 0602	Respuesta en Producción del café al sol fertilizado con lombricompuesto.	La Catalina Paraguaicito. El tambo. Convención.

De los resultados que se han obtenido hasta la fecha es importante destacar lo siguiente:

Sistemas de Manejo de plantaciones de café

En el experimento FIT 05 02 donde se comparan

cinco sistemas de manejo por renovaciones en el cultivo del café, se ha encontrado hasta ahora, que se puede mantener la sostenibilidad de la producción a través del tiempo con la aplicación de los diferentes tratamientos, como se aprecia en la Tabla No 1 y Figura 1. Por otra parte se pueden mantener renovados los cafetales, lo cual facilita su manejo.

TABLA 1. FIT 05 02. La Bella. Efecto de los diferentes sistemas de manejo sobre la producción en @ cps/ha. Cosecha 1997 y acumulado 1990 - 1997

TRAT	DESCRIPCION	@ cps/ha	
		1997	1990 - 1997
1	Libre Crecimiento	290,00	1281,00
2	Descope a 1,80 m de altura de la planta	214,00	1216,00
3	Renovación por Zoca, cada tres cosechas	399,00	1332,00
4	Renovación por Zoca, cada cinco cosechas	197,00	1394,00
5	Zoqueo surcos alternos. Ciclo de 4 años	262,00	1343,00
6	Poda Alternativa con Rock and Roll. Ciclo 3 años	220,00	1276,00

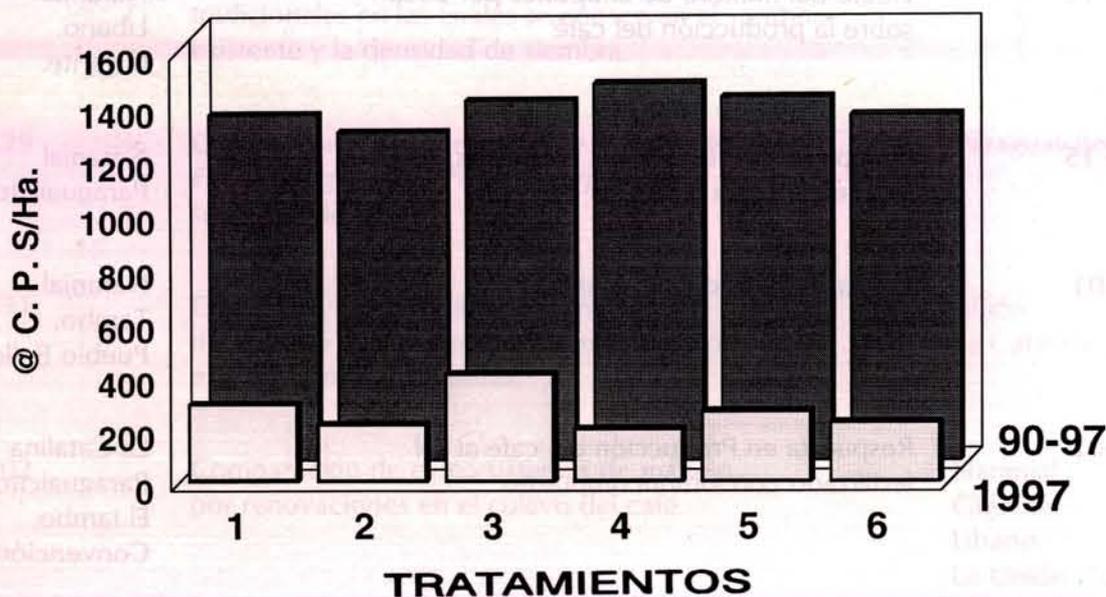


FIGURA 1. FIT 05 02. La Bella. Efecto de los sistemas de manejo sobre la producción en @ cps/ha. Cosecha 1997 y acumulado 1990 - 1997.

Con los resultados obtenidos hasta la cosecha de 1.997 en el experimento FIT 05 10, que consiste en comparar tres formas de implantar los sistemas de manejo de cafetales establecidos, se ha demostrado que existe la posibilidad de establecer sistemas

de manejo en un cafetal que necesita ser renovado sin dejar de producir café, como se observa en la Tabla 2 y Figura 2. Aún no hay información suficiente para decir cual de los tres sistemas es el mejor.

TABLA 2. FIT 05 10. Sta. Bárbara. Promedio de producción en @ cps/ha. Cosecha 97 y acumulado 94 - 97.

TRAT.	DESCRIPCION	Producción : @ cps/ha				94 - 97
		1994	1995	1996	1997	
1	Zoqueo total cada 5 cosechas	000	269	287	253	809,00
2	Zoqueo cada año 1/5 parte	232	296	152	225	905,00
3	Zoqueo cada año 2/5 partes	167	215	182	286	850,00

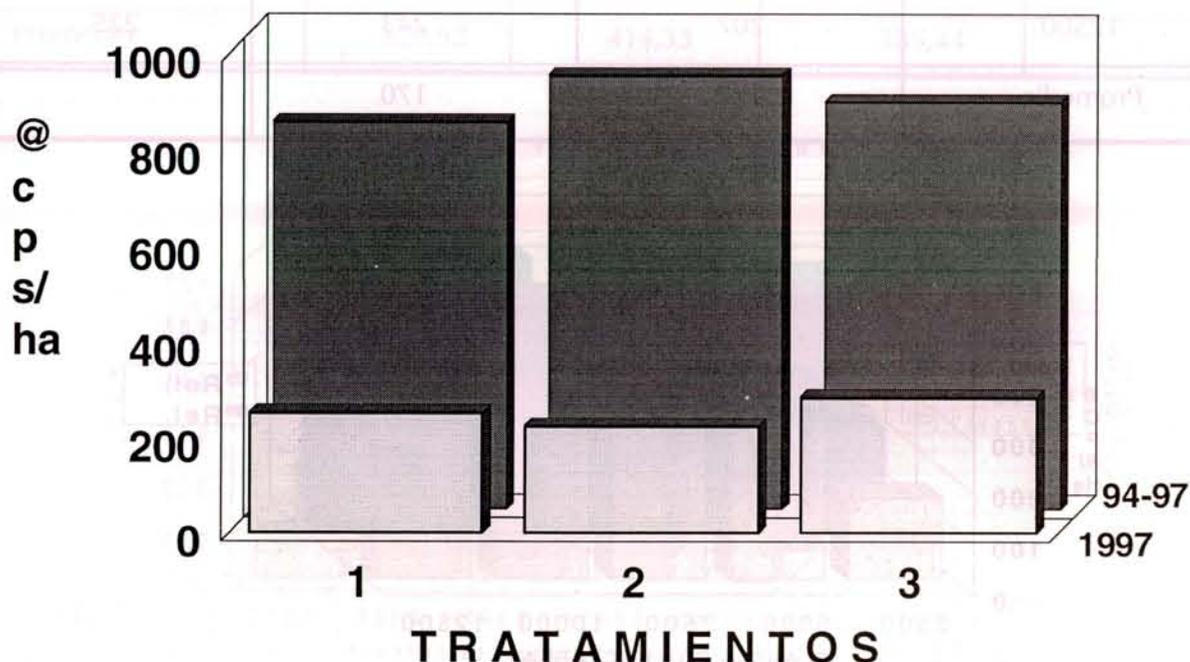


FIGURA 2. FIT 05 10 Sta. Bárbara. Producción promedio en @ cps/ha. Cosecha 1.997 y acumulado 1.994 - 1.997

Densidad de población

Los datos de la cosecha de 1997 del experimento FIT 04 09 "Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de la variedad Colombia", en la loca-

lidad de Marquetalia, en donde el factor relación largo - ancho se cambió por la comparación de las variedades Colombia y Caturra, no muestran diferencias en la producción de las dos variedades. Los datos se muestran en la Tabla 3 y en la Figura 3.

TABLA 3. Experimento FIT 04 09. Subestación Marquetalia. Promedio de producción en arrobas de café pergamino seco por hectárea. Cosecha 1997.

DENSIDAD	VARIETADES		
	COLOMBIA	CATURRA	PROMEDIO
02500	62	94	78
05000	216	105	161
07500	196	200	198
10000	204	209	206
12500	207	243	225
Promedio	177	170	

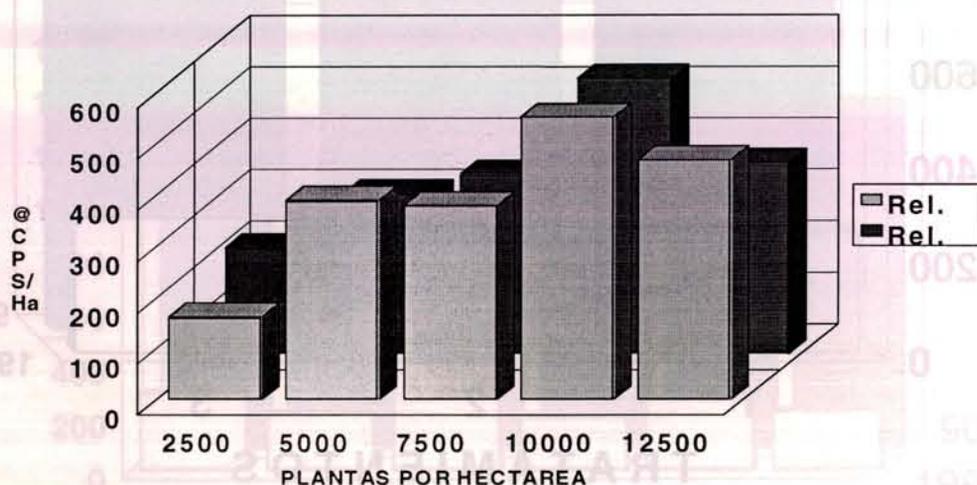


FIGURA 3. FIT 04 09. Marquetalia. Promedio de producción en @ cps/ha. Cosecha acumulada 1997.

Número de chupones por planta.

Los análisis estadísticos a los cuales se sometieron los datos de la cosecha de 1997 del experimento FIT 05 12, en donde se trata de evaluar el efecto del número de chupones por zoca sobre la producción, permiten deducir que en todas las densidades de siembra se presentó aumento significativo de la producción cuando el número de chupones se aumentó de uno a dos. Cuando el aumento fue de dos a

tres el efecto dependió de la densidad. En densidades bajas, hubo un pequeño aumento. En densidades altas, la producción disminuyó. Además, los aumentos de la producción que se presentaron de uno a dos chupones, fueron menores a medida que la densidad fue mayor.

Los datos correspondientes se presentan en la Tabla 4 y en la Figura 4.

TABLA 4. Experimento FIT 05 12. Naranjal. Producciones en @ de cps/ha. Cosecha de 1997. Efecto conjunto del número de chupones y de la densidad de siembra.

DENSIDAD	Número de chupones			
	1 chupón	2 chupones	3 chupones	Promedio
02500	90,73	159,74	163,51	137,99
05000	242,51	400,48	374,46	339,15
07500	357,43	449,14	498,36	434,98
10000	446,31	536,45	474,72	485,83
12500	467,60	525,84	416,12	469,85
Promedio	320,92	414,33	385,44	

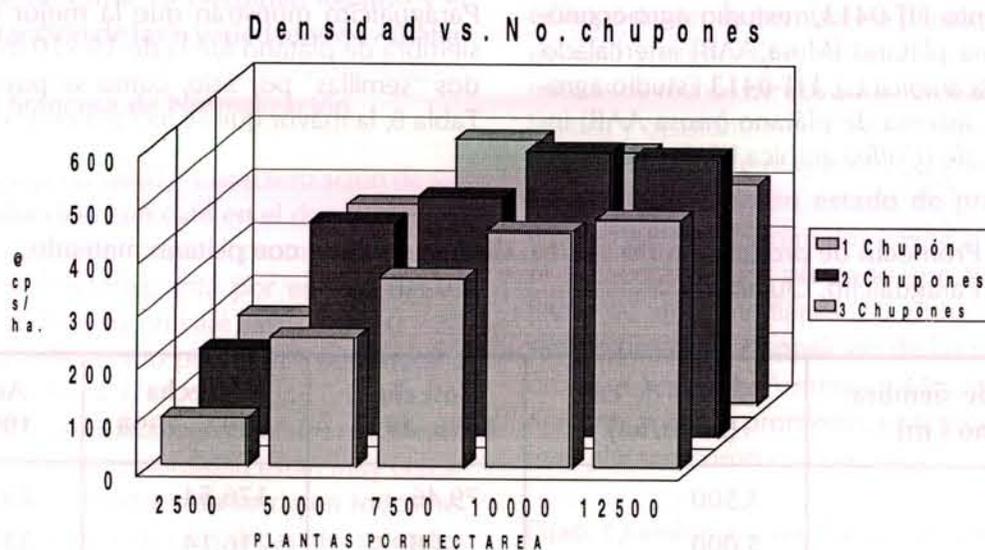


FIGURA 4. FIT 05 12. Naranjal. Promedio de producción en @ cps/ha. Cosecha acumulada 1997.

Cultivos intercalados con café

De acuerdo con los resultados obtenidos con el experimento FIT 0412 de la subestación del Líbano, el efecto de las distancias de las barreras de plátano (*Musa AAB*) a las hileras de café sobre la producción de éste, se puede describir por una función de segundo grado. Esto permitió determinar que las distancias entre las barreras, deben estar entre 13 y 16 m.

FIT-0412 Estudio Agro-económico del sistema de barreras de plátano (*Musa AAB*) intercaladas con café. Según la encuesta realizada en el Proyecto Federacafé - CIRAD-FHLOR, el promedio de la distancia entre las barreras en fincas de caficultores es de 18 m.

En lugares donde el plátano debe cumplir la función de sombrío productivo, como en Pueblo Bello, los resultados indican que las barreras de plátano deben sembrarse entre 4 y 6 m.

TABLA 5. Promedio de producción : @ cps/ha, de café intercalado con barreras de plátano. Pueblo Bello, Cesar

Distancias de siembra del plátano	Primera cosecha @ cps/ha	Producción acumulada @ cps/ha
Barreras a 4m	415,50 a	460,44 a
Barreras a 6m	400,67 ab	446,85 ab
Barreras a 8m	330,94 c	369,31 c
Café libre exposición	323,90 cd	356,82 cd
Coefficiente de variación (%)	10,70	12,40

En el experimento FIT-0413, estudio agro-económico del sistema plátano (*Musa AAB*) intercalado con café (*Coffea arabica* L.), **FIT-0413** Estudio agro-económico del sistema de plátano (*Musa AAB*) intercalado con café (*Coffea arabica* L.) los datos de

Paraguaicito muestran que la mejor distancia de siembra de plátano fue la de 10 x10 m, sembrando dos "semillas" por sitio, como se puede ver en la Tabla 6, la mayor que se incluyó en el experimento.

TABLA 6. Promedio de producción : @ cps/ha. Café intercalado con plátano mateado. Paraguaicito, Quindío.

Distancias de siembra del plátano (m)	Plantas de café (miles/ha)	Cosecha 1996 -1997	Cosecha 1997 -1998	Acumulado 1996 - 1998
5,80 X 5,80	3.500	79,46	176,54	256,00
	5.000	111,08	216,14	327,22
	6.500	209,70	314,25	523,95
7.00 X 7.00	3.500	131,69	206,71	338,40
	5.000	183,29	281,90	465,19
	6.500	235,40	350,45	585,85
10.00 x 10.00	3.500	160,00	193,47	353,47
	5.000	196,19	316,40	512,59
	6.500	238,38	357,07	595,45
TESTIGO (10.000)		341,73	486,98	828,71
Coefficiente de variación (%)		18,84	20,32	18,18

El experimento FIT-0704, evaluación agronómica e industrial de siete variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) bajo condiciones de la zona cafetera, el cual hizo parte del trabajo de grado para optar al título de Ingeniero agrónomo del becario de Colciencias Carlos Julio Ramírez Quimbayo, Universidad del Tolima, permitió alcanzar las siguientes conclusiones: Las variedades Bubikopf, Genoveser, Opal y Rubin, produjeron un aceite esencial que se conoce como de albahaca dulce. Genoveser, Opal y Rubin produjeron un aceite con perfil cromatográfico aceptado por las Normas Francesas de Normalización para aceites esenciales tipo Linalol. El de Bubikopf no es aceptado, por ser bajo en Linalool y alto en Cineol. Grosses Gruenes produjo un aceite con una composición Química intermedia entre aceite esencial tipo Linalool y el de tipo Estragol, mientras que el de Lemon mostró un mayor porcentaje de Citral. La Densidad Relativa y el Índice de Refracción de las 6 variedades de Albahaca, se encuentran dentro de los rangos exigidos por la Asociación Francesa de Normalización.

En el experimento FIT-0801, "Caracterización de sistemas de producción con café en el departamento del Quindío", se encontró que el promedio de plantas de café por hectárea, está por encima de las 5000. El 33,4% del área en café está entre 10 y 20 ha, esto indica que un alto porcentaje pertenece a pequeños caficultores. El plátano tiene una alta frecuencia de uso, y predomina en cafetales cuyas condiciones de área; edad y densidad están muy cercanas al promedio, la producción se da en todos los municipios y se concentra en áreas de cafetales tecnificados. Las áreas más altas de café intercalado con plátano se ubican en Calarcá y Buenavista. Sin embargo, la gran diferencia es que en Calarcá el plátano está en cafetales viejos con densidades de siembra bajas, mientras que en Buenavista se encuentra en cafetales tecnificados.

El cultivo de fríjol se cultiva en pequeñas áreas y predomina en cafetales tecnificados y jóvenes; esto se debe a que es muy utilizado cuando el cafetal ha sido renovado, sea por plantilla o por zoqueo de cafetales viejos. Los cafetales de bajas densidades también permiten la presencia de este cultivo porque ocupa poco espacio y se siembra en las calles.

Los caficultores medianos de Armenia, Calarcá, Circasia, La Tebaida y Quimbaya, son los que prefieren intercalar yuca en los cafetales. La distribución del maíz respecto a los municipios donde se cultiva es muy heterogénea. La presencia de otros cultivos intercalados diferentes a los ya nombrados se distribuyen en todas las áreas aunque con una frecuencia muy baja, indicando que tanto en pequeñas como en grandes áreas de café se intercalan otros cultivos. En Génova y Calarcá, los lotes empleados para establecer cultivos asociados son comparativamente más viejos y tradicionales que los de los demás municipios. El mayor grado de tecnificación en cafetales con cultivos intercalados se observa en Armenia, Calarcá, Circasia, la Tebaida, Montenegro y Quimbaya.

En La Tebaida, el tomate como cultivo intercalado es importante; se siembra en plantaciones jóvenes de café y predomina en las zocas y las siembras nuevas de menos de dos años. En Calarcá y Circasia la yuca y ocasionalmente la habichuela, son los cultivos asociados de mayor frecuencia; allí los cafetales se encuentran en estado de producción con edades que varían entre dos y siete años. En Filandia se presenta el café asociado con fríjol y maíz en fincas de áreas medianas (10-20 ha) y en cafetales sembrados en la disposición de las plantas en cuadro. Las fincas de Armenia y Montenegro poseen mayores áreas en promedio, y utilizan principalmente el plátano como cultivo asociado al café.

Pijao, Quimbaya y Buenavista poseen características similares en su caficultura, los cultivos intercalados que predominan son banano y plátano. En Quimbaya, además de los cítricos, los cafetales se encuentran en estado de producción con edades que oscilan entre los dos y los siete años, sembrados en triángulo y en rectángulo que en general, pertenecen a pequeños caficultores con fincas menores a diez hectáreas. La caficultura de Génova y Córdoba es tradicional, la edad de sus cafetales, en promedio, supera los siete años y no poseen un sistema de siembra definido (sin trazo).

Quien siembra tomate, también utiliza habichuela para intercalar con café. La papaya como cultivo

intercalado se da ocasionalmente. En Circasia se utilizan el maíz y el frijol como cultivos intercalados, que se siembran dos o más veces al año. Se tienen algunos cultivos de arveja intercalados con café, pero es más importante la yuca como cultivo intercalado; la utilizan desde hace más de tres años y lo hacen para autoconsumo. En Génova, los cultivos intercalados se utilizan hace más de tres años, siempre se utiliza la misma distribución espacial, y se destina para la venta. Salento, intercala el café con aguacate y guineo, no tienen distribución espacial definida (mateado) y son cultivos tradicionales que se han tenido toda la vida. En Montenegro, el sistema de producción café intercalado con cítricos

es muy común y representativo. Los cultivos que se intercalan con café de forma permanente son el banano y el plátano; ambos se siembran sin ninguna distribución espacial dentro del lote de café (mateado), aunque el plátano es muy común encontrarlo también entre los surcos de café (barreas). Los subproductos de la cosecha no se utilizan. En Buenavista, Quimbaya y Córdoba, el sistema de producción plátano intercalado con café es muy utilizado en forma tradicional. En Córdoba se encuentra sembrado de diferentes formas, allí los subproductos de la cosecha se utilizan como alimento para animales. En éste municipio también es común encontrar cacao intercalado con el café.



EXPERIMENTACIÓN



Campos Experimentales. Con el establecimiento de 58 nuevos experimentos y la terminación de 43, se condujeron y administraron en todo el período 369 campos vigentes, los cuales recibieron dedicada atención, en cuanto al manejo agronómico, ejecución de los tratamientos, toma y registro de la información y su remisión oportuna a las respectivas disciplinas y líderes de los proyectos.

Población que produce la semilla variedad Colombia. En las cuatro Subestaciones donde se produce la semilla de café variedad Colombia, desde hace dos años se viene adelantado de manera gradual, el plan de renovación con miras a producir a partir del año 2000, de 75 a 80.000 kilogramos anualmente. El desarrollo del plan contabilizaba al mes de septiembre, 68.700 plantas en la fase vegetativa y 18.600 en almácigos. En la fase reproductiva se tenían 31.600 plantas de primera cosecha, 8.256 de cuarta cosecha y 60.633 de quinta cosecha. Para la producción de semilla de Porte Alto resistente a la roya del cafeto, se contaba con 2.609 plantas de fruto rojo y 2.891 de fruto amarillo en El Rosario y en Santander.

Distribución de semilla de Variedad Colombia. En el período del informe se entregaron a los Comités Departamentales de Cafeteros 38.750.5 kilogramos, de los cuales 20.059 kilos de enero a septiembre/98. Las demandas de semilla se fueron atendiendo en la medida del flujo de la cosecha, o sea con material fresco, pues no se disponía de reservas. Se destacan los Comités de Cafeteros de Cundinamarca, Valle, Risaralda, Caldas y Antioquia con las solicitudes más satisfechas.

De los materiales de Porte Alto con Resistencia a la Roya, se entregaron 1.017 kilogramos de semilla, 50 de éstos en el último trimestre de 1997. Los Comités de Cafeteros de Cundinamarca, Magdalena y Cesar-Guajira se beneficiaron con el 83% del total distribuido.

Manejo agronómico y Tecnologías. En todas las Subestaciones Experimentales de Cenicafé, se ponen en práctica o aplican todas las tecnologías y conocimientos, producto de la propia investigación.

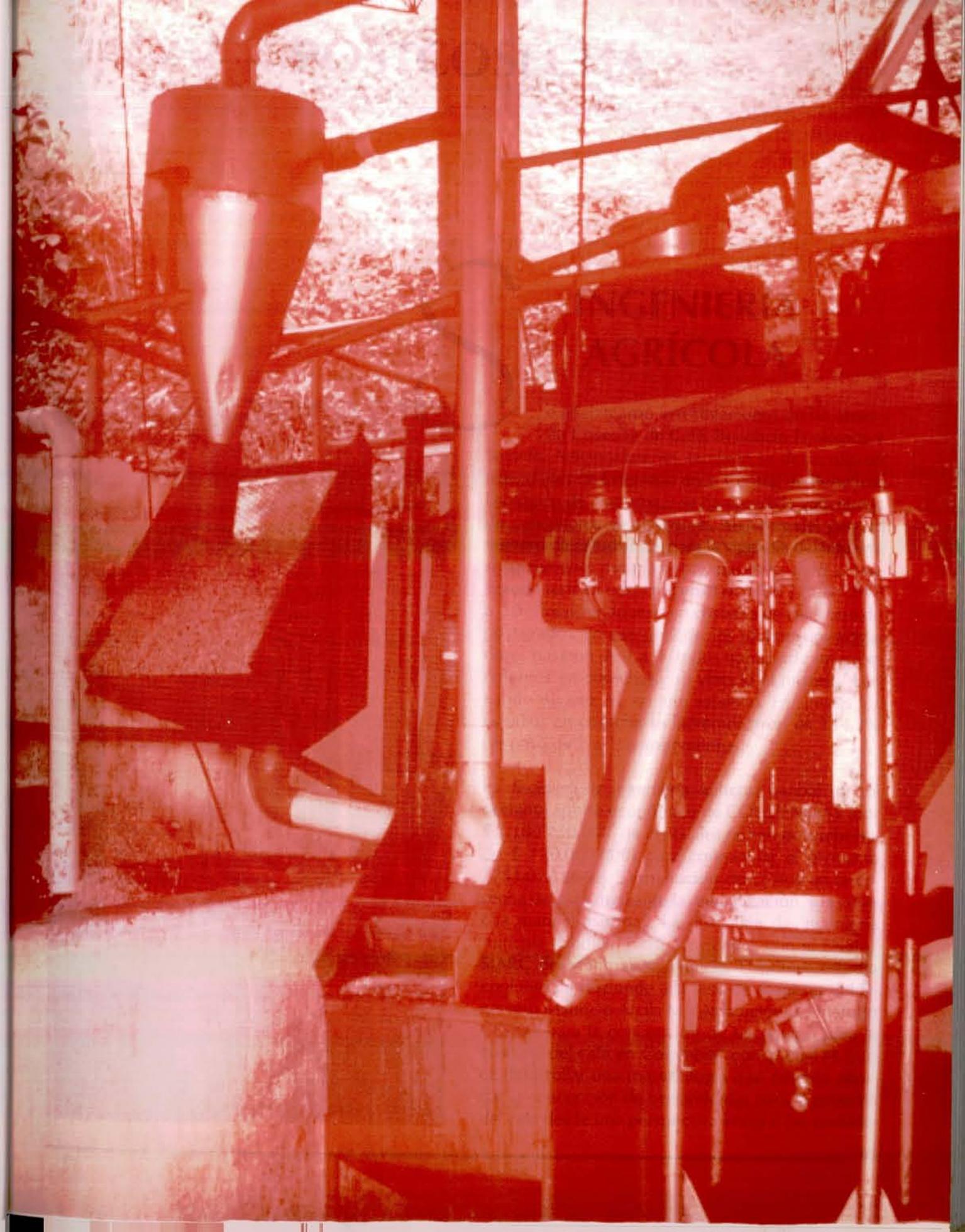
El uso racional de fertilizantes basados en el análisis de suelos, ha determinado producciones superiores a las 400 arrobas/ha de café pergamino seco,

con la aplicación en promedio de 1.200 kilogramos de abono químico.

En el manejo de coberturas nobles, mediante la utilización del selector de arvenses, los costos de esta práctica han bajado entre un 45 y 60%, dependiendo de las circunstancias.

Avances significativos con la instalación en la mayoría de las Subestaciones, del módulo Becolsub; resultados tan evidentes como la economía de \$ 440 por arroba de café beneficiado, comparado con el sistema de beneficio tradicional

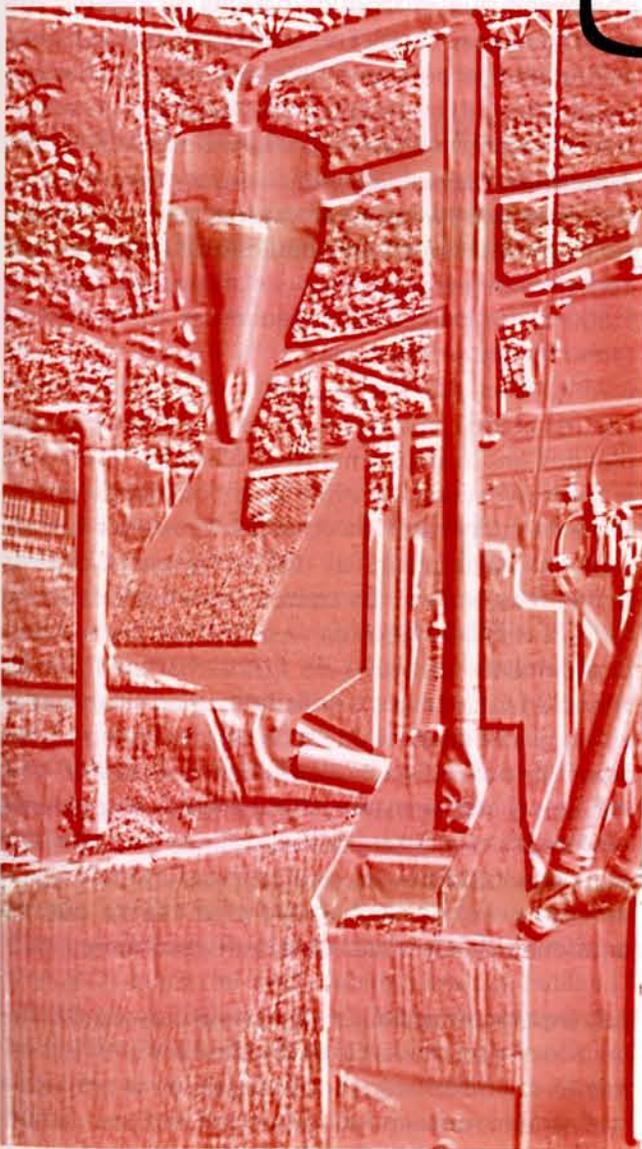
Atención a Visitantes. Durante la vigencia del informe, se atendieron 11.344 personas





POSTCOSECHA

S INGENIERÍA AGRÍCOLA



e adelantaron investigaciones en las áreas de Cosecha de Café, Beneficio Ecológico y Secado. Adicionalmente, también se desarrollaron actividades de Extensión en la Central de Beneficio Ecológico de Anserma y se ha atendido solicitudes de caficultores de diferentes regiones del país. El número de estudiantes para la vigencia del informe se incrementó notoriamente, pasando de 5 (2 realizando tesis en cosecha) en el período 1.996-1.997 a 10 (7 realizando tesis en cosecha de café, uno de post-grado). En ese período los jóvenes investigadores pasaron de 1 a 4 (todos trabajando en experimentos en cosecha) y se vinculó al profesor Fernando Alvarez M. en año sabático. En síntesis los estudios en cosecha se incrementaron en 114,3% (se pasó de 7 a 15 experimentos).

La disciplina de Ingeniería Agrícola recibió un importante aporte económico de COLCIENCIAS (por \$ 1.100'250.000 de los cuales se han desembolsado \$ 170.000.000) para cofinanciar el proyecto 2251-07-196-97 "Disminución de costos en la cosecha del café mediante la mecanización y la cosecha manual asistida". La disciplina de Ingeniería Agrícola también inició actividades con el ENSIA/SIARC de Montpellier, Francia. El primer estudio conjunto corresponde a la tesis de Magister del Ingeniero Mauricio Arcila M. "Aplicación del método CESAM para la concepción de un equipo para la cosecha del café en Colombia" con el cual se busca desarrollar una metodología que permita abordar la concepción de herramientas para la cosecha del café desde una perspectiva integral (se conside-

ran los potenciales dueños y usuarios de la tecnología, caficultores y recolectores, a los aspectos puramente técnicos). Se espera vincular a empresas francesas, como PELLENC que ha mostrado interés, y una empresa nacional en un proyecto conjunto para el cual se buscará apoyo del gobierno francés.

Resultados obtenidos sobre la Cosecha del Café

1. Cosecha mecanizada de Café

1.1. Estudio del efecto de la vibración del árbol de café en la selectividad de la cosecha. Experimento ING-0105. Los resultados obtenidos con la aplicación de Vibraciones Circulares indican que el menor desprendimiento de frutos verdes ocurre cuando la frecuencia, la amplitud y el tiempo de vibración es de 500 ciclos/min, 3 cm y 40 s, respectivamente. El desprendimiento de frutos verdes se reduce cuando la V.C. se aplica en tres puntos diferentes del tallo. El menor desprendimiento de frutos verdes se presentó en las variedades Caturra Roja y Colombia Amarilla. El porcentaje de desprendimiento de cerezas maduras estuvo entre 38% y 63%, con rendimientos que variaron entre 50 y 118 kg de cereza/h. Cuando la amplitud de la V.C. fue de 3 cm se observaron daños en la corteza del árbol.

Con vibraciones multidireccionales a frecuencias de 1.500, 2.000 y 3.000 ciclos/min y amplitudes de 2,85 y 3,90 mm aplicadas en sitios del tallo localizados a 30% y 50% de la altura del árbol, el rendimiento varió entre 65 y 366 kg de cereza/h. El desprendimiento de frutos maduros estuvo entre 35,7 y 85% y el porcentaje de frutos inmaduros cosechados varió entre el 8% y el 34%. La máxima defoliación observada fue 3,2 %. Se observaron daños severos a la corteza del árbol cuando se utilizó una frecuencia de vibración superior a 2.000 ciclos/min.

En este experimento también se determinaron las siguientes propiedades físico-mecánicas en árboles de café variedades Caturra Roja, Colombia Roja y Colombia Amarilla de 60 meses: **Peso de ramas, tallo y árbol**, el análisis estadístico no mostró dife-

rencias en el peso de las ramas y del árbol en las variedades estudiadas. Los valores medios fueron 4,8 kg y 8 kg, respectivamente. El mayor peso de tallo se observó en la variedad Colombia Amarilla (4,1 kg). **Densidad**, no se observaron diferencias en la densidad del tallo de las tres variedades; el valor medio fue 1,11 g/cm³. **Módulo de Elasticidad (E)**, para las trozas extraídas de la parte inferior y media del tallo no se presentaron diferencias entre variedades y el valor medio de E fue 4,0 GPa. **Rigidez (EI)**, para una altura entre 15 cm y 80 cm la variedad Caturra registró menores valores de rigidez del tallo. **Relación de amortiguamiento (x)**, para el árbol completo y para el árbol sin hojas, la variedad Colombia Amarilla presentó el mayor valor (0,15 y 0,10, respectivamente). Para las tres variedades se comprobó que el árbol de café es un sistema subamortiguado ($x < 1,0$). **Frecuencia natural (w)**. Considerando el árbol como un sistema de un solo grado de libertad, la variedad Caturra presentó el menor valor (39,0 ciclos/min) y la variedad Colombia Amarilla el mayor valor (86,3 ciclos/min). Para las tres variedades **w** aumentó cuando fueron retiradas las hojas del árbol. Considerando el árbol de café como un sistema continuo se obtuvo un valor de 1.600 ciclos/min para la frecuencia natural en el tercer modo de vibración.

Los resultados obtenidos en este trabajo son empleados en los experimentos ING-0122 "Efecto en la selectividad de las vibraciones circulares aplicadas al tallo del café" e ING-0124 "Cosecha de café con la aplicación al tallo de vibraciones multidireccionales". En ambos experimentos se estudia la viabilidad técnica y económica para el desprendimiento selectivo de frutos maduros, de las vibraciones circulares y multidireccionales aplicadas al tocón y al chupón de socas (monocaulé). Como fuente de potencia se utilizará un motocultor de 14,0 HP, con el cual se espera vibrar árboles en cafetales sembrados con distancia entre hileras de 2,0 m. Los órganos vibradores en ambos experimentos serán de bajo peso, de fácil acople y se espera que no ocasionen daños en la corteza de los árboles.

1.2. Experimento ING-0107 "Evaluación de Batidores Mecánicos en la Cosecha de Café". El experimento se adelantará en dos etapas; en la primera a realizar en la cosecha principal de 1.998, se compa-

rarán dos batidores mecánicos: el fabricado por la empresa italiana MAIBO y un batidor diseñado en CENICAFÉ, denominado CENICAFÉ-I. En la segunda etapa se comparará el mejor batidor con la cosecha manual tradicional. Los ensayos de las etapas 1 y 2 se realizarán en la Estación Central Naranjal (lote PAT 155) en árboles de variedad Colombia de tercera cosecha sembrados a 1,5 m x 1,0 m. Para la etapa 1 la unidad experimental serán 7 árboles. En cada batidor se utilizarán 60 unidades experimentales. En cada unidad experimental se escogerá al azar un árbol al cual se le determinarán antes y después de cada pase de cosecha: número de frutos maduros, pintones, verdes y secos. Con la información del número de frutos maduros se hará inferencia del número de frutos maduros a cosechar a nivel de unidad experimental, con el propósito de tenerla como covariable en la evaluación del desempeño de los equipos. El equipo encargado de operar los batidores está integrado por cuatro personas. El ciclo de cosecha con batidores mecánicos, con las personas requeridas indicado entre paréntesis, comprende las siguientes etapas: 4 para colocar las mallas en las calles de los surcos a recolectar, 2 para batir los glomérulos con alto porcentaje de frutos maduros, para repasar manualmente (2 al principio y 4 al final de la operación anterior), 4 para recoger las mallas, 4 para limpiar el café y 4 para empacar.

A Septiembre 30 de 1.998 se ha realizado la fase 1 de la primera etapa. Los resultados obtenidos en 20 unidades experimentales con cada batidor indican lo siguiente: los porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada con los batidores CENICAFÉ-I y MAIBO son 19,42% y 23,3%, respectivamente. El desprendimiento de frutos maduros, luego del repase manual con los dos batidores es similar, superior al 90%. Las pérdidas (N° de frutos) por derrame de cerezas maduras, pintonas y verdes en el área cubierta por la malla (7 árboles) para los dos batidores (MAIBO) son 12 (71), 3(8) y 3(18), respectivamente. Las pérdidas (N° de frutos) por cerezas maduras, pintonas y verdes lanzadas por los batidores (MAIBO) fuera del área cubierta por las mallas (7 árboles) son 23(53), 6(8) y 12(22), respectivamente. El tiempo empleado en un ciclo de cosecha (7 árboles) con cada batidor es igual (550 s ó 78,5 s/árbol). La etapa que mayor tiempo demanda es batir

(250 s ó 35,7 s/árbol) seguida de repasar (180 s ó 25,7 s/árbol). La etapa que menos tiempo demanda es empacar el café (menos de 10 s), seguida de recoger el café de las lonas (20 s) y limpiar (125 s). Para esta última etapa se utilizará una zaranda de 0,50 cm x 0,50 cm de sección fabricada en madera y malla de gallinero con la cual se espera disminuir el tiempo de limpieza en más del 50%.

El mejor batidor mecánico será el que presente mayor eficacia, el mayor rendimiento, la mayor proporción de frutos maduros en la masa cosechada y las menores pérdidas, según prueba de comparación t al nivel del 5%. Si esta prueba muestra que los dos equipos son iguales estadísticamente, se procederá a seleccionar aquél equipo que presente los menores costos y los mejores aspectos físicos en cuanto a manejo.

La etapa 2 del experimento será realizada en la cosecha principal de 1.999. Se utilizará un diseño conmutativo. La unidad experimental (u.e.) estará compuesta de 14 árboles: 7 árboles para cada método de cosecha. Se utilizarán 50 unidades experimentales. En forma similar a lo establecido para la Etapa 1 en cada u.e. se escogerá al azar un árbol para determinar el número de frutos maduros, pintones y verdes, antes y después de cada pase de recolección. En esta etapa se determinará la calidad en taza del café, en el panel de catación de CENICAFÉ, y el costo unitario de la cosecha con ambos métodos (\$/kg de cerezas), utilizando la metodología propuesta en Puerto Rico por Philips.

1.3. ING 0114 "Cosechador de café por vibración del follaje". Partiendo de la tecnología utilizada en Australia, Brasil y Hawaii para cosecha café, se diseñó y construyó un prototipo con especificaciones técnicas para cafetales tecnificados sembrados en suelos con pendientes inferiores al 30% (más de 100.000 Has de acuerdo al trabajo de ecotopos realizado por Caballero): Distancia entre ejes de 2,0 m, altura máxima de 2,80 m, longitud de 3,0 m, peso inferior a 2,0 toneladas (el equipo de menor peso, el AUSTOFF, pesa mas de 4 toneladas), con la ingeniería justa (solamente los equipos y accesorios estrictamente necesarios para disminuir los costos del equipo). El equipo, denominado COVAUTO, está dotado con la instrumentación necesaria para me-

dir variables que permitan ajustar su operación, evaluar su desempeño y facilitar el diseño posterior de tecnología basada en este principio. Se espera iniciar las evaluaciones tanto del funcionamiento mecánico del equipo como en el desprendimiento del café a finales de 1.998.

1.4. ING 0115 "Estudio de las Propiedades Físico-Mecánicas del café Variedad Colombia amarillo y rojo". Se determinó las siguientes propiedades físico-mecánicas de importancia para la cosecha manual y/o mecánica en frutos verdes, pintones y maduros y en árboles de 2, 3 y 4 años: peso del fruto, longitud del fruto, área de la sección transversal, espesor del fruto, radio promedio del fruto, momento de inercia másico con relación a los ejes x, z (I_x , I_z), longitud y diámetro del pedúnculo, rigidez del pedúnculo, fuerza de tracción de desprendimiento, momento flector de desprendimiento, momento torsor de desprendimiento.

Los resultados obtenidos mostraron que, en general, las propiedades físico-mecánicas estudiadas son diferentes entre los frutos maduros y los frutos verdes. La información obtenida está siendo utilizada en experimentos que actualmente se adelantan en la disciplina.

2. Cosecha manual de café

2.1. ING-0120 "Desarrollo de dispositivos que asistan la recolección manual de café cereza". Con el fin de aportar tecnologías para la cosecha manual de café con las cuales se pueda incrementar el rendimiento y la calidad de la recolección se evaluaron dos dispositivos: una bandeja (denominada bandeja Cenicafé) de 1,70 m de largo x 1,0 m de ancho y 10 cm de altura, articulada en la mitad de su longitud, construida en plástico ABS y con capacidad para 65 kg de café cereza; durante la recolección la bandeja se coloca sobre el piso, debajo del área de trabajo, para recibir los frutos desprendidos manualmente. El otro dispositivo evaluado fue la bandeja o criba utilizada en Brasil para la cosecha manual del café, de 80 cm de diámetro, con borde de madera de 3 cm para asegurarla y servir de apoyo a las manos del recolector. La malla tiene aberturas de 0,6 cm y está dispuesta en forma de semi-elipsoide

de revolución; la bandeja tiene capacidad para 10 kg de cerezas. Con los dispositivos se buscó la eliminación de dos micro-movimientos de la recolección manual que son considerados innecesarios: transferencia y retorno. Los resultados obtenidos mostraron que las pérdidas por frutos caídos al suelo son menores con la bandeja Cenicafé (5,20%), la menor proporción de frutos maduros se observó con la bandeja brasilera (1,60%). El rendimiento en cosecha con los nuevos dispositivos fue estadísticamente igual al observado con el canasto o balde plástico tradicionalmente utilizado en Colombia.

Los resultados obtenidos en este estudio serán la base para el experimento ING-0123 "Evaluación técnica del proceso de recolección manual de café con tres dispositivos asistentes", el cual se adelanta actualmente en la sub-estación de experimentación La Catalina en Risaralda.

2.2. ING-0119 "Desarrollo de un dispositivo neumático para agilizar la recolección manual de café cereza". En este experimento se buscó la eliminación de los micro-movimientos transferencia y retorno mediante la succión neumática. Se construyó un prototipo compuesto por un motor de combustión interna de 3 HP, un ventilador centrífugo, estructura metálica tubular, tolva plástica y manguera espiralada de 2". Los resultados en los ensayos de campo mostraron menor rendimiento con el prototipo que con el método de recolección manual tradicional (14,8 kg/h frente a 18,3 kg/h). La proporción de frutos maduros no desprendidos con el prototipo fue estadísticamente igual a la observada con el método tradicional (5,23% y 5,79%, respectivamente). Las pérdidas de frutos al suelo con ambos métodos de cosecha fueron estadísticamente iguales (2,23% y 1,44%, respectivamente).

Los resultados obtenidos en este experimento, inesperados, podrían atribuirse principalmente a la falta de consideraciones ergonómicas que pudieron afectar la funcionalidad del equipo.

Los resultados obtenidos en este experimento serán tenidos en cuenta en el experimento ING-0127 "Diseño de un dispositivo semiestacionario para

agilizar la recolección manual de café" en el cual se utilizará la succión neumática para transportar los frutos desprendidos desde una tolva colocada en el área de trabajo hasta el empaque, con lo cual se buscará evitar micro-movimientos (transferencia y retorno) y macro-movimientos (desamarre del canasto, vaciado del café, amarre del canasto y desplazamientos). Se utilizará un motor de combustión interna, un ciclón, una estructura metálica aligerada soportada sobre ruedas y manguera espiralada de 2" de diámetro. Con el equipo se pueden atender las necesidades de transporte y limpieza (se removerán las hojas en el ciclón) de 4 a 6 operarios.

3. Resultados obtenidos en Beneficio Ecológico del Café

En el campo del beneficio ecológico se elaboraron los planos para el BECOLSUB 300. Por la importancia para un número importante de caficultores se considera este resultado como el más sobresaliente de la disciplina en el período 1.997 - 1.998. Los planos se entregaron a los fabricantes a partir de Marzo de 1.998. A la fecha más de 200 equipos, con y sin zaranda, están siendo utilizados con excelentes resultados.

Teniendo en consideración las características de la caficultura colombiana, presentadas en la Encuesta Nacional Cafetera, reportada por el Servicio de Información Cafetera-SICA, que indican un alto porcentaje de predios con producción inferior a 500 arrobas de cps/año, y solicitudes de caficultores, se inició el desarrollo de un módulo para el beneficio ecológico del café con rendimiento de 100 kg de cereza/h que, preservando el desempeño de los modelos existentes, sea de costo notoriamente inferior al BECOLSUB 300 (inferior a \$ 1.000.000). El primer paso en esta dirección fue el desarrollo de una despulpadora de eje vertical, con menor número de partes que los modelos de cilindro horizontal o vertical existentes, construida en plásticos de alta resistencia mecánica (denominada PULPEC 100) Se diseñó un desmucilagador DESLIM 100, utilizando 12 agitadores iguales a los empleados para el DESLIM 300. El módulo BECOLSUB 100 está siendo evaluado en la cosecha principal de 1.998 con excelentes resultados. Se espera continuar la eva-

luación en la mitaca de 1999 y elaborar los planos para su fabricación antes de Diciembre de 1999.

Se continuó la toma de información en los experimentos ING-1112, ING-1113 e ING-1114. Los resultados obtenidos hasta el presente en estos experimentos están comprendidos en los rangos definidos en CENICAFÉ para cada variable de calidad física, taza y control de contaminación.

4. Secado de Café

La disciplina también ha dedicado esfuerzos para desarrollar tecnologías para el secado del café, específicamente para los pequeños y medianos productores. En el período de este informe se incrementó el número de experimentos en secado de 0, para la vigencia anterior, a 3 para la actual (dos a cargo de estudiantes y uno a cargo de un investigador), que serán presentados ante el Comité Coordinador de Investigaciones de CENICAFÉ en este año. Con los experimentos citados se pretende:

- Aprovechar energía térmica de estufas campesinas (cocinando con carbón mineral o con leña de café) para calentar aire a 40-50°C lo cual con la ayuda de un ventilador axial de bajo consumo de energía eléctrica (bajo costo) permitiría disponer de un intercambiador de calor de relativo bajo costo para pequeños y medianos productores de café.
- Continuar los estudios iniciados en 1.991 orientados a la conversión de bandejas secadoras (denominados carros secadores) para proceso con aire forzado; con la ayuda de la simulación matemática del proceso se espera definir los parámetros de operación de estos secadores bajo diferentes condiciones ambientales y de flujo de café. Se espera generar tecnología para pequeños y medianos productores de café que se adapte a las condiciones de flujo de la cosecha de tal forma que en la semana pico el secado se realice con aire caliente forzado por ventilador y en las épocas de menor flujo con aire natural forzado o sin forzar.
- Estudiar el secado de café utilizando gas propano como fuente de energía térmica.

5. Transferencia de resultados

Central de Beneficio Ecológico de Anserma (Caldas). Atendiendo la recomendación de la dirección de CENICAFÉ se reinició actividades en la Central de Beneficio Ecológico de Anserma (CBA) a partir de Agosto de 1998. Se construyeron dos secadores, cada uno con capacidad para 300 arrobas de cps/tanda. Por razones diferentes a las técnicas (responsabilidad de CENICAFÉ) a septiembre 16 se recibieron únicamente 23.000 kg de café cereza (15% de lo previsto). Con los secadores instalados se logró obtener café seco tipo Federación con conversiones hasta un 20% mejores que las estimadas por la Cooperativa durante la compra. Teniendo en cuenta el funcionamiento confiable de la Central, la excelente conversión cereza/seco y los resultados económicos observados se considera que es viable técnica y económicamente para la compra y el procesamiento ecológico del café. Se espera finalizar la misión en los primeros meses de 1999 con la entrega de manuales para la operación de la CBA y para la solución de los problemas que con mayor frecuencia se puedan presentar.

QUÍMICA INDUSTRIAL

Calidad del café

Calidad de mezclas de café *Coffea arabica* y *C. canephora*. Se evaluó la calidad sensorial de variedades de café *Coffea arabica* y *C. canephora* puras y en mezclas. Se analizaron las características de aroma, acidez, amargo, cuerpo, impresión global, pH, acidez y sólidos de la bebida de café, en relación con el grado de tostación de las variedades Colombia, Caturra, Borbón Típica y Robusta. Se encontró que las variedades de café *C. arabica* presentan características sensoriales muy homogéneas. La intensidad de las características dependió del grado de tostación. A mayor grado de tostación se intensifican el amargo y el cuerpo de la bebida y se disminuye la acidez. Para un rango del 13% al 15% de pérdida de peso en la tostación, se aprecian bue-

nas características sensoriales en todas las variedades *C. arabica*: Colombia de fruto rojo y amarillo, Borbón, Típica, Caturra. La variedad Colombia se destacó por su acidez y amargo pronunciado.

Se encontró que las mezclas de café de variedades Colombia, Caturra, Borbón y Típica presentan las mejores intensidades y equilibrio de las cualidades sensoriales para grados de tostación del 14,5%. Todas las mezclas de las variedades de la especie *C. arabica* presentaron buenas características. Se destacaron las mezclas que contenían variedad Colombia amarillo que presentaron acidez más alta.

Sensorialmente fue posible determinar el porcentaje de café Robusta en una mezcla con café fresco de *C. arabica* a partir del 10% en peso de Robusta. Cuando la mezcla se hace con café reposado, es más fácil determinar el café Robusta en la mezcla. El café Robusta beneficiado vía seca presentó defecto fermento en el 90% de las tazas evaluadas. Para el beneficio húmedo del café Robusta se requieren más de 24 horas para remover el mucílago por fermentación natural. Para porcentajes de café Robusta mayores al 35% en mezcla con *C. arabica*, se presentaron diferencias significativas en la calidad sensorial, el pH, los sólidos y la acidez de la bebida, con respecto a la muestra de café sin Robusta. Se deduce que es necesario estandarizar métodos para el análisis químico de compuestos característicos del café *C. canephora* como el 2 methyl-isoborneol y diterpenos, que permitan diferenciar esta especie en mezclas con *C. arabica*.

Efecto de insecticidas, hongos, amontonamiento y broca en la calidad del café. Se evaluó el efecto de cuatro insecticidas Endosulfan, Lorsban, Sumithion y Actellic aplicados por aspersión al café cereza, en combinación con hongos *Aspergillus fumigatus* y *Penicillium variabile* asperjados al café baba o al café pergamino húmedo. Se variaron las condiciones de secado del café de secado inmediato y controlado, a secado lento y con amontonamiento del café húmedo. Se contó con café testigo sin hongos ni insecticidas y un grupo de tratamientos con aplicación de solo los dos hongos.

Se encontró que la presencia combinada de los insecticidas utilizados para el control de la broca

del café y del hongo *Penicillium variabile* adicionado al café después de lavado, junto con el almacenamiento del café pergamino húmedo antes de su secado ocasionan defectos fenol y contaminado en el café. El efecto se percibe desde el aroma y todas las características sensoriales de acidez, amargo, cuerpo e impresión global. También se encontró que el grano perforado por la broca (analizado separadamente de la muestra completa de café sano) presentó las peores calificaciones para la calidad del café y el defecto fenol. El hongo puede presentarse en el café recolectado y continuar en el proceso de beneficio. Por un secado lento, o la mezcla de café con pasilla o café con diferentes humedades se favorece la proliferación del hongo y el deterioro del café. Los tratamientos con el insecticida Actellic presentaron el mayor porcentaje del defecto fenol y contaminado, seguido de Endosulfan y Sumithion. Se resalta que cualquiera que sea el agente contaminante que se adiciona al café puede afectar la calidad sanitaria del producto, si no se hace bajo control. Se presentó diferencia en la calidad del café por la adición de insecticidas al café, por la adición de hongos, en especial *Penicillium* y por la variación de condiciones de secado del café. El efecto fenólico y contaminado se percibe por análisis sensorial aún después del almacenamiento del café, cuando se percibe también el defecto reposo.

Sería importante que se reforzaran las campañas con los caficultores para la conservación de la calidad del café enfatizando en: uso mínimo y controlado de agentes químicos para el cultivo y control de la broca del cafeto, recolección adecuada, evitar el beneficio de granos negros recogidos del suelo, beneficio en equipos limpios, no revolver pasillas con el café de buena calidad (ya que estas aportan hongos y compuestos químicos de aspersiones o descomposición), secado inmediato y controlado del café (temperatura, circulación de aire, tiempo, humedad final), empaque, transporte y almacenamiento del café aparte de contaminantes y bajo condiciones de humedad y temperatura moderadas.

Funcionamiento del laboratorio de análisis de calidad del café y panel de catación. Se realizaron 2 sesiones de catación diarias para la evaluación de

muestras de café, café con leche, panela en polvo, y otros productos. También se realizaron sesiones para el estudio de sabores básicos y aromas. Se evaluó la calidad de muestras de café de varias investigaciones de Cenicafé. Las muestras de café se calificaron usando el método descriptivo cuantitativo por medio de la escala para la calificación de la bebida de café y las escalas diseñadas para cada producto evaluado. También se realizaron pruebas de comparación pareada y pruebas triangulares de café para el entrenamiento y calibración de los catadores. Se realizaron en total 22.000 análisis sensoriales y se analizaron 85 muestras de café físicamente. Se capacitó a 5 personas como catadores de café, tres de la fábrica Decafé y dos de Cenicafé. Se colaboró y asesoró en la elaboración de escalas para la calificación y presentación de muestras de varios productos para análisis sensorial. Además, se atendieron varias visitas en el laboratorio de calidad del café: Taloca, GTZ, Universidad Católica de Manizales, Decafé, Passicol, catadores, compradores de café de varios países, personas de otras empresas y Universidades, entre otras. Todos los visitantes fueron atendidos con explicaciones del funcionamiento del laboratorio y pruebas de catación de muestras de café: café procesado por fermentación natural, desmucilaginado mecánico, variedades de café: Colombia, Caturra, Típica y Borbón y defectos del café: fermento, reposo, fenol.

Extracción, concentración, purificación e identificación de clorofenoles y cloroanisoles en café almendra y tostado con defecto sabor fenólico. Se presentan los resultados obtenidos durante la ejecución de la primera etapa del experimento QIN-0510 relacionada con la calibración del método de extracción. Se estandarizaron las condiciones de extracción de clorofenoles y cloroanisoles en café verde utilizando los métodos de destilación extracción-simultáneas por Likens Nickerson, la concentración en microcolumna de destilación Vigreux y la derivación de clorofenoles y cloroanisoles. Además, se realizó la selección de los patrones de calibración, la columna capilar y la programación de temperatura para estandarizar las condiciones de corrida por cromatografía de gases. Se presentan los cromatogramas, las condiciones de corrida, el modo de inyección y el detector utilizado. Se comparan los tiempos de retención y áreas de los com-

puestos. Se anexan las curvas de calibración y los porcentajes de recuperación, obtenidos para los patrones de calibración de clorofenoles y cloroanisoles puros, extraídos mediante el método *Likens Nickerson*. Las concentraciones obtenidas para los clorofenoles y cloroanisoles extraídos mediante este método, fluctuaron entre 0,0007 ug/g, para el 2,6-DCP y 0,961 ug/g para el 2,3,4,5-TeCA. Los porcentajes promedio de recuperación para clorofenoles y cloroanisoles puros extraídos, variaron entre el 88% y el 94% para los compuestos: 2,6-DCP; 2,3,6-TCP; 2,3,4-TCA y 2,3,5,6-TeCA respectivamente, para el compuesto 2,4,6 TCA el porcentaje promedio de recuperación fue del 62%. Rangos similares de estos compuestos, tanto para concentraciones como para porcentajes de recuperación, han sido reportados en empaques para alimentos por Whitfield *et al.*, en 1986 y para clorofenoles en suelos por Ojala en 1993. Los datos encontrados son superiores a los reportados en café por autores como Spadone *et al.*, en 1990; y Holscher *et al.*, en 1995.

Cuantificación de Ochratoxina A (OTA) en café.

Se realizó la cuantificación de OTA en diferentes muestras de café: café pergamino seco (cps), café almendra sano CVBC y mezcla de café almendra con 5% en peso de defecto perforado por broca CV5%B utilizando el método cuantitativo Ochrates, con el cual se detecta los niveles de OTA en la muestra por medio de fluorimetría, aprovechando la fluorescencia emitida por la presencia de la toxina. El método consiste primero en una extracción de la Ochratoxina A por medio de metanol y bicarbonato de sodio, seguido de una dilución del extracto en una solución al 2% en volumen de Tween 20 en un bufer fosfato salino y luego se realiza la purificación en una columna de afinidad cromatográfica, en ésta la Ochratoxina A es atrapada selectivamente por anticuerpos en una reacción inmunológica uno a uno, todos los demás componentes del filtrado pasan a través de la columna sin ser atrapados. Después la Ochratoxina A se purifica por medio de varios lavados y se separa de los anticuerpos por medio de una solución de hidróxido de sodio, para luego hacer la lectura en el fluorómetro.

Se encontró que la Ochratoxina A está presente en

granos de café almacenados con humedades por encima del 13%, a temperaturas superiores de 15°C y a humedad relativa del ambiente mayor del 65%. Los mayores porcentajes de OTA se encontraron en CPS para temperatura y humedad de almacenamiento de 23°C y 75% y en CV5%B para temperatura y humedad de almacenamiento > 23°C y >80%. Además, se encontró que el mayor porcentaje de OTA lo presentó el cps a 23°C y 75% con humedades de grano < 10%, cuando éste fue asperjado con el hongo.

Tratamiento de efluentes del beneficio de café.

Sistemas Modulares de tratamiento Anaeróbicos SMTA para aguas residuales de lavado de café.

En los Sistemas Modulares de tratamiento Anaeróbicos SMTA desarrollados en Cenicafé para el tratamiento de aguas residuales procedentes del lavado del café en los tanques de fermentación, se ha previsto la posibilidad de implementar una pequeña unidad de post-tratamiento, consistente en un lecho horizontal que recibe el líquido que sale del reactor metanogénico, cuya función es prevenir el impacto ecológico que puedan ocasionar los períodos eventuales de acidificación y remover la DQO remanente en el líquido efluente del SMTA. Esta unidad se construye practicando una excavación de 5 m de longitud, 1 m de ancho y 0,5 m de profundidad. El primer metro de lecho se llena con piedra caliza de 2,5 cm de diámetro y los cuatro metros restantes con gravilla de río de 3 cm de diámetro. El piso del lecho se recubre con plástico para invernadero AGROLENE calibre 5 y la salida del líquido se establece a un nivel de 45 cm del fondo, lo cual hace que el filtro permanezca inundado hasta 5 cm por debajo de la superficie.

El lecho se sembró en cuadro a 30 x 30 cm, con plantas *Typha angustifolia*, material vegetal utilizado en los sistemas GBH instalados en la Fundación Manuel Mejía para el tratamiento de las aguas negras producidas en este sitio. Las evaluaciones realizadas en esta unidad durante los últimos 69 días, mostraron que el líquido que sale de esta unidad posee valores promedio de pH 7,7 unidades, DQO 110 ppm, DBO5 90 ppm y 80,4% de remoción neta

de contaminación, lo que permite destacar la calidad final del efluente y calcular remociones de contaminación globales en el SMTA del 99,6% expresadas como DQO y equivalentes en términos de la DBO_5 .

Se realizó un análisis microbiológico en las corrientes líquidas de diferentes parte del SMTA instalado en Cenicafé, se encontró un incremento de coliformes (entre 38 y 60 veces) cuando el líquido pasa por el reactor metanogénico, lo cual se explica por la utilización de excretas de ganado vacuno para inocular esta unidad durante el arranque. Fenómeno contrario se observa en el Filtro Opcional de postratamiento, donde se presenta una remoción neta del 99,4% y del 99% para coliformes totales y fecales respectivamente. No obstante lo anterior se advierte que, **el agua que sale finalmente del SMTA y su Filtro Opcional de Postratamiento no es apta para consumo humano.**

Un SMTA instalado para una finca que produce anualmente 1500@ de cps, tiene un costo de US\$750 y remover 1 kilogramo de DQO cuesta 1,9 centavos de dólar (entre 20 y 30 veces menos de lo que cuesta removerlo con un sistema convencional). Esta **unidad opcional de postratamiento** cuesta US\$ 60,00, lo que representa un incremento del 8% sobre el costo total de instalar el SMTA. La remoción de un kilogramo de DQO en este filtro opcional cuesta 2,8 centavos de dólar.

Fosa Ecológica para el manejo de lixiviados del beneficio tipo BECOLSUB. En la subestación La Catalina de Cenicafé se instaló la "Fosa ecológica" para el control y manejo de los lixiviados producidos por el módulo BECOLSUB, la cual contempla las siguientes partes y principios: a) LECHO DE SECADO, sobre el piso de la fosa construido en ladrillo y distribución de la mezcla pulpa mucílago, con el fin de aumentar el área de secado y favorecer la evaporación de la humedad contenida en el residuo; b) construcción de un LECHO HIDROLÍTICO ACIDOGÉNICO, LHA, después de rellenar con piedra caliza y gravilla el canal de salida para neutralizar y acelerar los procesos de acidificación de los lixiviados que puedan aparecer después de la distribución del residuo sobre el piso de la fosa. Además, la instalación de una malla mosquitera plásti-

ca, ubicada a la salida del canal, para restringir el paso de material insoluble; c) POZO METANOGÉNICO PROFUNDO, PMP, construido a la salida del canal practicando un hueco en la tierra y rellenando con trozos de zoca o guadua, inculado sobre su superficie con bacterias metanogénicas procedentes de ganado vacuno; d) EFECTO INVERNADERO mediante el cubrimiento de la fosa con material transparente, tanto en el techo como en las paredes, se busca el incremento de la temperatura en su interior. La fosa ecológica busca reducir (y si es posible, eliminar) los lixiviados mediante el secado de la **humedad libre** adherida a la superficie del residuo y favorecer un proceso parcial de compostaje dentro de las instalaciones. Si se presenta aparición de lixiviado fuera de las instalaciones, este estaría sometido a una reducción sustancial de material insoluble y un acondicionamiento del material soluble para biodegradación antes de llegar al subsuelo.

La posibilidad de realizar tratamiento en la fosa ecológica, se contempla bajo los mismos principios de los Sistemas Modulares de Tratamiento Anaeróbico, SMTA, desarrollados en Cenicafé para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café, consistente en separación de fases hidrolítica/acidogénica y metanogénica, utilizando parte de la misma infraestructura donde se construye la fosa. A pesar de los problemas de taponamiento que se han presentado durante su operación, se encontró una DQO a la salida del LHA entre 70000 y 36000 ppm en los lixiviados que llegan al PMP, lo que significa una remoción entre el 42% y 72 % de la DQO que lixivía. Los resultados preliminares de la Fosa Ecológica son promisorios y se espera realizar los ajustes que permitan ganar experiencia en su manejo, lo mismo que obtener los parámetros de diseño, encaminados a reducir los costos asociados de tratamiento de los lixiviados producidos por la tecnología BECOLSUB.

Tratamiento de aguas residuales a escala de laboratorio. Durante este año se experimentó en el laboratorio alimentando los reactores con sustratos ácidos a temperatura de 30°C. La experimentación se realizó por triplicado y los reactores se monitorearon diariamente, durante 341 días continuos. Se logró aplicar en los reactores una carga

orgánica máxima promedio de 5,05 kg de DQO/m³r-día y el efluente cumpliendo por lo exigido en la legislación ambiental colombiana. Esta carga orgánica es superior en un 35,39% a la encontrada al suplementar las aguas residuales de café con nutrientes a temperatura ambiente y superior en un 467,42% a la encontrada cuando los reactores se alimentaron con sustrato ácido a temperatura ambiente.

En promedio, las pérdidas de biomasa en los reactores operando con sustratos ácidos a temperatura de 30°C fueron del 10,3% en el primer mes, del 14,9% en los primeros 2 meses y de sólo el 5% después de 341 días de experimentación.

Postratamientos de aguas residuales a escala de laboratorio. La evaluación de la eficiencia de los sistemas de postratamiento de laboratorio mostraron en promedio, remociones del 94,32% en términos de la DQO y del 99,45% en términos de los sólidos suspendidos, lo que los convierte en un sistema muy eficiente para incorporarlos en un sistema total de tratamiento de aguas residuales y evitar el pago de tasas retributivas por vertimientos líquidos, a la vez que evitan el impacto biológico en el ecosistema acuático cafetero.

El sistema de postratamiento con plantas acuáticas ha mostrado unas eficiencias de remoción de DQO ligeramente superiores al sistema de microorganismos aerobios, una mayor remoción de nitrógeno y un menor valor de alcalinidad en el efluente. Durante el presente año se encontraron unas tasas de crecimiento de 4,4 mg/cm²-día para la especie *Pistia stratiotes*, del 5,3 mg/cm²-día para *Salvinia* y del 4,7 mg/cm²-día para *Azolla* sp. Las eficiencias de remoción del sistema de tratamiento integral, colocando en serie los reactores anaerobios con los sistemas de postratamiento fueron, en promedio, del 98,82% en términos de DQO y del 98,87% en términos de sólidos suspendidos.

Tratamiento de aguas residuales a escala de planta piloto. Durante este año se han tenido que resolver muchos problemas de bombeo de los lixiviados desde el beneficiadero experimental hasta la planta piloto. El reactor de la planta se ha alimentado en forma continua durante estos últimos

365 días con cargas orgánicas que han oscilado entre 0,3 y 0,5 kg DQO/m³r-día. A partir del mes de septiembre se comenzó a incrementar la carga orgánica aplicada al reactor de la planta y se incrementó de 0,3 a 7,41 kg DQO/m³r-día en 40 días.

La máxima carga orgánica aplicada al reactor fue de 3,94 kg DQO/m³r-día, con la cual el efluente de la planta ha cumplido con los parámetros exigidos por la legislación ambiental colombiana. En el momento la producción de metano en el reactor de la planta piloto es del orden de 7595 L/día, lo que equivaldría a 7,72 litros de gasolina/día.

Maduración del lodo anaerobio. Se realizó una caracterización físico-química a las materias primas utilizadas para la producción de lodo anaerobio para el tratamiento de efluentes del beneficio del café. Se realizó el seguimiento de DQO, sólidos totales, sólidos suspendidos, fosfatos, nitrógeno, cenizas, acidez, pH, temperatura del lodo anaerobio durante toda la fase de maduración (desde su preparación hasta el inicio de la etapa de arranque), que fue de 40 días.

Metodología para análisis de microorganismos anaerobios. Se generó una metodología para la obtención de condiciones anaerobias en una cámara Plas-Labs modelo 855 AC, la cual permitió bajar los contenidos de oxígeno del 21,27% a 0 ppb. La metodología consistió en realizar, sucesivamente, 16 vacíos y 16 adiciones de nitrógeno, utilizando como referencia los guantes de la cámara. Los vacíos se realizaron de forma tal que los guantes quedarán estirados dentro de la cámara, lo que se consiguió en un tiempo promedio de 1'28" (promedio de 32 repeticiones; C.V.=2,39%), y la adición de nitrógeno se realizó hasta que los guantes salieron de la cámara 30 cm, lo que se consiguió, utilizando un flujo de 1,12 litros de nitrógeno por segundo, en 1'21" (promedio de 36 repeticiones; C.V.=7,47%). Posteriormente se realizaron 8 adiciones de mezcla gaseosa (N₂: 85%, H₂: 10% y CO₂: 5% durante un tiempo de 14 min), utilizando un flujo, por adición, de 5 litros/minuto. Se determinó que los indicadores de resazurina (marca oxoid), son los adecuados para determinar las condiciones anaerobias dentro de la cámara, por su alta sensibi-

lidad a la presencia de oxígeno. Cuando los indicadores no cambian de color (son blancos y permanecen blancos) se puede asegurar que las condiciones anaerobias dentro de la cámara se han alcanzado. La metodología que consistió en realizar 16 vacíos, 16 adiciones de nitrógeno y 8 adiciones de mezcla fue la más económica, desde el punto de vista de costos y tiempo, para alcanzar las condiciones anaerobias dentro de la cámara Plas-Labs modelo 855 AC. Se determinó que el costo de los gases utilizados para alcanzar las condiciones anaerobias dentro de la cámara asciende a \$ 47444. Se realizó la preparación de medios de cultivo para la cuantificación e identificación de los siguientes grupos tróficos: Bacterias sulfatoreductoras, bacterias fermentativas, bacterias sintróficas, bacterias hidrolíticas, bacterias metanogénicas acetoclásticas e hidrogenofílicas.

En octubre/98 se iniciaron las mediciones del flujo y calidad de biogás generado en la planta piloto de biodigestión anaerobia de Cenicafé. Se están elaborando los procedimientos operacionales estándar para las diferentes operaciones que se realizan en la planta piloto, relacionadas con la producción de biogás.

Funcionamiento del laboratorio de Biodigestión anaerobia. Durante este año se continuó trabajando en la elaboración de los procedimientos operacionales estándar, uso de áreas de trabajo, documentación del laboratorio, hojas de vida de los equipos, hojas de seguridad de los reactivos usados en el laboratorio. De igual manera, se está trabajando en la disposición de los residuos químicos que se presentan en el laboratorio después de rea-

lizar los diferentes análisis. Se analizaron diariamente parámetros físico químicos de efluentes del beneficio y otros productos: Entre estos análisis se encuentran pH, DQO, DBO, ST, SS, acidez, alcalinidad, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, conductividad, potasio, cloro libre, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos. Para la realización de estos análisis se consultaron los métodos de la APHA (American Public Health Association) y se hicieron los ajustes en las metodologías según las características de la muestra. Se analizaron: agua producto del beneficio del café (desmucilaginado mecánico, SMTA), agua del lavado de café (análisis de calidad), bebida de café, agua de diversas industrias, agua de escorrentía, agua de piscícolas, agua residual proveniente de procesos con uso de pesticidas.

Uso de subproductos del beneficio del café

Cultivo de hongos tropicales en residuos agroindustriales. Se realizó una caracterización físico-química a diferentes materiales presentes en la zona cafetera, con el fin de determinar su relación carbono/nitrógeno C/N fundamental para el cultivo de los hongos. Los productos de la zoca de café, la hoja de plátano y los ripojos de maíz se muestran como materias primas adecuadas para el cultivo de diferentes géneros de hongos comestibles. Se están realizando ensayos de cultivo de *Pleurotus sajor-caju* sobre pulpa de café mezclada con hoja de plátano, en el cual el hongo mostró una precocidad de 30 días, a condiciones ambiente.

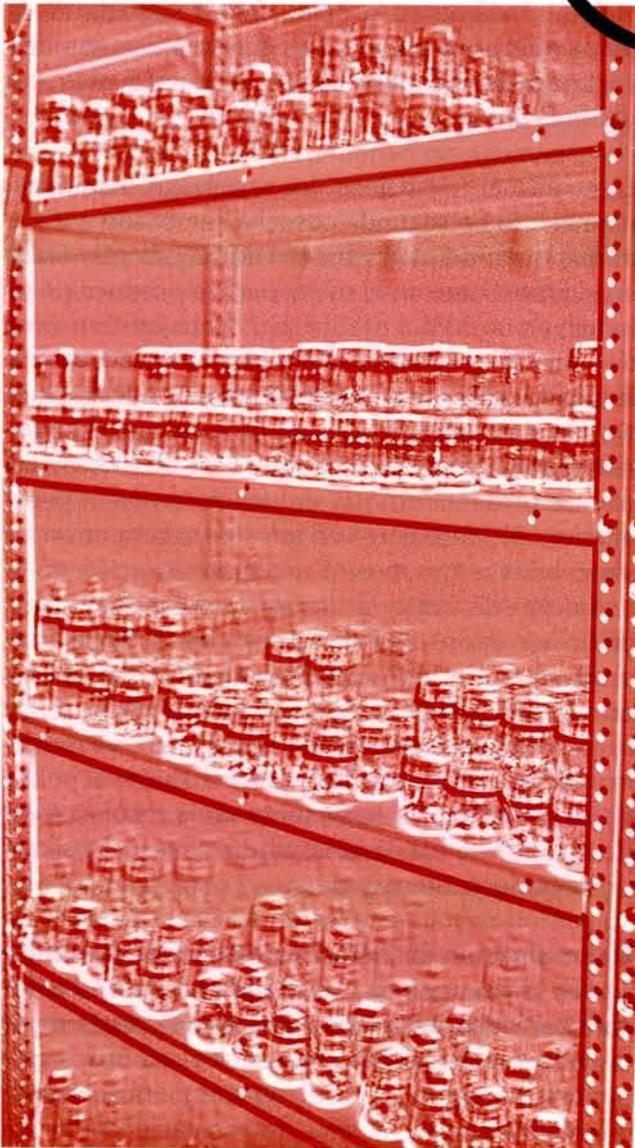




BIOLOGÍA

PROBLEMAS SANITARIOS

ESTUDIOS ENTOMOLÓGICOS



Selección e identificación de artrópodos de la zona cafetera. El creciente interés por la biodiversidad ha impulsado a realizar estudios e inventarios de la fauna nacional y las colecciones han recobrado importancia como depósito de especímenes y de información que contribuye al buen desarrollo de las investigaciones científicas. Actualmente el insectario de Cenicafé cuenta con 6343 especímenes representados en 17 órdenes, 121 familias, 527 géneros y/o especies; de los cuales el 48% son insectos benéficos y el 52% son fitófagos o de otros hábitos alimenticios. La gran mayoría han sido colectados en la zona cafetera especialmente en café y los cultivos asociados a éste. Se preparó un directorio con 251 taxónomos y 121 direcciones de Internet. Con el desarrollo de este trabajo se puede acceder fácilmente a la información contenida en la colección y establecer las pautas para su crecimiento en nuevas taxa y hospedantes de la zona cafetera.

Hormigas asociadas con insectos chupadores en la parte aérea del café. Las hormigas se encuentran con alta frecuencia en los cafetales afectando directa o indirectamente a las plantas, solas o en asociación con otros insectos como los chupadores. Se han encontrado 24 especies de hormigas de las subfamilias Formicinae, Myrmicinae, Dolichoderinae y Ponerinae asociadas con 11 especies de insectos chupadores de las familias Coccidae, Pseudococcidae, Aphididae, Orthezidae, Aleyrodidae, Aethalionidae y Membracidae, en la parte aérea del café. Las subfamilias de hormigas que se encuen-

tran asociadas en mayor proporción son Myrmicinae (55%) y Dolichoderinae (18,7%), generalmente con las familias de chupadores Coccidae (40,7%) y Pseudococcidae (22%). En general, se han registrado 91 asociaciones entre hormigas y chupadores; predominando la relación mutualista en la cual la hormiga limpia los excrementos del chupador, lo protege en algunos casos de enemigos y lo transporta dentro de la planta; a cambio, recibe alimento a través de las excretas. La relación comensalista se observó cuando las colonias de chupadores estaban siendo afectadas por enemigos naturales, en estos casos la hormiga toma el alimento que ha caído sobre hojas u otras partes del árbol, pero no atiende ni trata de proteger al chupador. Se observaron muy pocos casos de depredación de la hormiga por el chupador.

Los resultados preliminares obtenidos indican que las hormigas juegan un papel muy importante en la regulación y supervivencia de insectos chupadores en los cafetales ya sea beneficiándolos con relaciones mutualistas ó perjudicándolos con el ataque a éstos a través de la depredación. Siendo el mutualismo la relación que más se ha observado, relación que favorece tanto a la hormiga como al chupador, se podría decir que en Colombia los insectos chupadores en la parte aérea del cafeto pueden ser una plaga potencial debido a su presencia en los cafetales; sin embargo, aún se conserva en los ecosistemas el equilibrio y control natural de éstos, que impide el aumento de las poblaciones hasta alcanzar niveles de daño económico.

Evaluación de prácticas agronómicas para mejorar la eficiencia del Re-Re. En el "Re-Re", el principal problema que contribuye a que exista una mayor incidencia de la broca son los frutos dejados en el suelo después de la recolección y en el tercio inferior del árbol, frutos que aseguran la infestación de la siguiente cosecha. El objetivo de este estudio fue disminuir las poblaciones de la broca mediante prácticas agronómicas que ayuden a reducir el remanente de frutos de las recolecciones tanto en el árbol como en el suelo. Para ello se evaluó el efecto de algunos materiales (pulpa, urea y cal dolomítica) de uso rutinario en fincas sobre la descomposición de los frutos caídos al suelo y midiendo el efecto en el desarrollo de la broca. También la

disminución de la broca del café en la parte inferior de la planta, mediante el "desbajere" o eliminación de ramas bajas, evaluando en este experimento dos lotes de segunda cosecha sembrados a 2 x 1 m y a 1 m y un lote de cuarta cosecha sembrado a metro en cuadro.

Los resultados mostraron que con la aplicación de 1 kg de pulpa fresca, pulpa + 50 g de urea y pulpa + urea + 100 g de cal dolomítica sobre los frutos presentes en el plato, se reducen las poblaciones de la broca en un 61, 39 y 79% respectivamente, al compararlos con el testigo. Sin embargo, este efecto estuvo en relación directa con la cobertura que se obtuvo con las dosis utilizadas. Se concluye que el costo y la eficiencia de los materiales en focos es viable; obviamente la pulpa fresca seguida de la pulpa más urea son mejores económicamente, en comparación con la pulpa más urea más cal dolomítica.

En cuanto al "desbajere" los resultados mostraron para el lote de segunda cosecha sembrado a 2 x 1 m que redujo frutos y brocas de las parcelas tanto en el árbol como en el suelo, pero la producción se redujo en un 23%. La labor de "desbajere" en lotes de segunda cosecha sembrados a metro no redujo la producción respecto al testigo y disminuyó significativamente el número de frutos no recolectados en el árbol; sin embargo, sólo el 10% de las plantas presentaron más de dos frutos en la parte inferior. El "desbajere" en lotes de cuarta cosecha sembrados a 1 m mostró una gran variación en la reducción de frutos en la parte inferior, resultado del follaje denso de estas plantaciones, además la producción de todos los tratamientos fue inferior en relación con el testigo. Se recomienda precisar los costos y eficiencia de estas prácticas, ya que el manejo de la broca se debe enfocar desde el punto de vista cultural (mejoramiento de la recolección), sin que se vea afectada la producción y el control establecido sea rentable.

Determinación de factores ambientales que influyen en la emergencia y mortalidad de la broca del café en frutos del árbol y del suelo. Antes de la cosecha en los cafetales hay adultos de broca que pueden emerger y causar nuevas perforaciones, incrementando los niveles de infestación y de he-

cho, pueden causar una mayor pérdida al caficultor. Existe una asociación significativa entre la emergencia de la broca y el estado de desarrollo del fruto. Se encontró que la emergencia de la broca de frutos del árbol estuvo afectada en su oden por la humedad relativa, la temperatura y la edad del fruto. La mayor emergencia de la broca de frutos del árbol, para las condiciones estudiadas, se presentó ante una humedad relativa de 76,7% y 21,2°C de temperatura. La emergencia de broca de frutos que fueron infestados a la edad de 120 y 150 días y tuvo su pico máximo cuando la humedad relativa fue del 91%; mientras que los frutos infestados a la edad de 180 días, dicha emergencia ocurrió bajo una humedad relativa de 87%.

La humedad relativa no tuvo una influencia clara sobre la mortalidad de la broca dentro del fruto. No se observó relación entre la mayor cantidad de agua aplicada a los frutos y una mayor mortalidad. Se observó que: a mayor cantidad de agua aplicada menor emergencia.

Dinámica de poblaciones de la broca en el suelo.

En búsqueda de alternativas para reducir las poblaciones de broca en el suelo, se evaluó el efecto del sulfato y el nitrato de amonio sobre los estados biológicos de la broca (EBB) presentes dentro de los frutos brocados, comparados con la urea más pulpa fresca. De estos dos compuestos, el sulfato mostró un efecto similar al de la urea. La aplicación de estos productos en las fincas, sólo sería factible mediante asesoría técnica, ya que previo a la aplicación, se debe considerar la población de broca en el suelo, la cobertura del plato del árbol y la ubicación de los focos de broca. Tal como se esperaba, la abundancia de sustrato en el suelo, como consecuencia de las características de la cosecha del 97, produjo la población más alta de broca hasta ahora capturada en los meses de marzo y abril, la cual afectó en cierto grado la mitaca del 98 pero sin encontrar sustrato favorable para su reproducción, a lo cual se sumó las abundantes lluvias del segundo trimestre que favorecieron una incidencia muy apreciable del patógeno *B. bassiana*, que afectó hasta en un 40% la población remanente de la travesía, y que se encontraba expuesta a la acción del hongo en los frutos verdes.

La conjugación de estos factores produjo una especie de colapso poblacional, que se apreció en las bajas capturas registradas en trampas durante el tercer trimestre del 98. De todos los registros de población realizados en los últimos cuatro años se puede concluir que las poblaciones dañinas de *H. hampei* son consecuencia de una deficiente recolección de la cosecha principal, seguida de un período de 45 días o más deficiente en lluvias. La búsqueda de una práctica conservacionista y barata, que permita reducir el sustrato poscosecha del suelo debe ser un objetivo primordial.

En el registro o monitoreo de poblaciones, se compararon varios dispositivos y su ubicación en el campo, para conseguir mayores capturas. Se lograron avances significativos en la reducción del costo de los dispositivos y la localización. En conclusión, las trampas cebadas con metanol + etanol en proporción uno a uno, son una herramienta útil para el manejo de poblaciones. Este instrumento se debería empezar a introducir en parcelas demostrativas como un método de alerta a los agricultores.

Avances en el desarrollo de planes de muestreo eficientes para broca del café.

Uno de los más importantes componentes de cualquier programa de manejo integrado de plagas es el desarrollo de planes de muestreo eficientes, y dentro de éstos la selección de una unidad de medición adecuada es básica para la confiabilidad de los estimadores obtenidos; Igualmente es esencial el entendimiento de los patrones de distribución espacial de las poblaciones de insectos en relación con la fenología del cultivo. La relación entre la varianza y la media conocida como Ley de poder de Taylor (TPL) se usó para caracterizar la distribución espacial de conteos de broca utilizando diferentes esquemas de muestreo, escalas espaciales y tamaño de muestras sobre un lote experimental. Valores de la pendiente b fueron estadísticamente mayores a 1 ($P < 0,01$) en más del 90% de todas las regresiones hechas, lo que indica un patrón de distribución espacial agregado de esta plaga en el campo. Estimativos del intercepto $\log_{10} a$ fluctuaron entre 0,38 y 1,55 (promedio 0,48), mientras que la pendiente b tomó valores desde 1,11 hasta 2,60 (promedio 1,69). Ningún parámetro varió significativamente dentro de los diferentes esque-

mas de muestreo. En general incrementos en el tamaño de muestra o variaciones de la topografía del lote no tuvieron efecto significativo sobre la estimación de los parámetros de TPL. Se hace necesario validar suficientemente los intervalos de estos parámetros usando conjuntos de datos independientes antes de utilizarlos en la determinación de tamaños de muestras o en planes de muestreo secuencial o binomial donde tienen amplias aplicaciones.

Se hicieron también simulaciones de diferentes tamaños de unidades de muestreo sobre conteos de broca en fechas de alta y baja infestación en 2 años consecutivos de un lote experimental. Los resultados indicaron que en general incrementos en el tamaño de las unidades de muestreo no tuvieron efecto sobre la estimación de la media del porcentaje de frutos brocados, aunque la varianza si tendió a disminuir con éstos. La unidad de muestreo de una rama por árbol mostró ser altamente variable en todos los casos (coeficientes de variación entre 127,6 y 990) y por ende no recomendable en planes de muestreo. Se notó además una tendencia a sobreestimar la media al tomar U.M. de cualquier tamaño en las primeras 15 cruces del árbol para un lote de tercera cosecha. De acuerdo al criterio de variación relativa (VR), se deberán tomar mínimo 12 ramas por unidad de muestreo para obtener estimaciones con una VR < 25%. No se hace necesario contar todos los frutos de la rama toda vez que estimaciones sobre los primeros 10 nudos de las ramas para árboles en su segundo ciclo productivo, y sobre 15 nudos para árboles de tercera cosecha pudieron estimar la media de infestación con una VR < 25%. Aunque se mantenga constante el tamaño de las U.M. a través del tiempo, ésta deberá cambiar su ubicación en el árbol de un ciclo productivo al siguiente, de acuerdo a la distribución de la broca para poder mantener los niveles de eficiencia. Se propone la validación sobre mas fechas y en diferentes lotes de unidades de muestreo de tamaño intermedio con el fin de llegar a conciliar los criterios de precisión y costo del muestreo.

Evaluación biológica y económica de la eliminación de la traviesa para el control de la broca del café. Algunos caficultores, en su afán por obtener café de mejor calidad durante la cosecha principal, han considerado eliminar la traviesa como una prác-

tica de control de broca. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la eliminación de la traviesa sobre las poblaciones de broca durante la cosecha principal y su impacto económico. Para esto se definieron tres tratamientos: eliminación de la traviesa (T0), recolección tradicional de café (T1) y manejo de broca (T2), bajo un diseño de parcelas completamente aleatorias con 3 tratamientos y 7 repeticiones, en donde la unidad experimental estuvo conformada por cien árboles. Las variables de respuesta empleadas para evaluar el efecto de tratamientos fueron infestación por broca en campo, infestación en café pergamino seco (cps), costos e ingresos. Los resultados muestran que la infestación media en campo durante la cosecha fue diferente estadísticamente a favor del T2 (11%) con respecto a los otros tratamientos (T0=17,87% y T1=19,77%). Al analizar la cantidad de broca en cps durante la cosecha principal se observaron diferencias estadísticas a favor de T2 y T0 con respecto a T1, el cual fue mayor.

Los ingresos netos por hectárea fueron de \$1.546.440 en T0, \$1.934.940 en T1 y \$1.873.200 en T2, siendo diferentes entre sí y a favor de los tratamientos T1 y T2. El tratamiento T0 incurrió en un sobre costo de \$530.600 por efecto de la mano de obra invertida en la eliminación y a su vez dejó de percibir \$225.522 correspondientes al valor del café eliminado. El estudio permitió concluir que la eliminación de la traviesa no disminuye los niveles de broca en campo ni mejora la calidad del cps, afectando negativamente los ingresos netos; por tal motivo esta práctica no es viable dentro de un plan de control de broca.

Determinación del costo y la eficiencia del repase en café. El objetivo de este trabajo fue cuantificar el costo y la eficiencia del repase, para lo cual se realizaron dos repases en la sub-estación La Catalina de Cenicafé, donde se contó con 4 lotes de diferentes características, como pendiente, densidad de siembra y edad. Se usó un diseño experimental completamente aleatorio con un arreglo factorial 2x6, se evaluó el género de las personas (hombres y mujeres) y se tuvo como tratamientos diferentes tiempos por árbol a saber, tiempo libre, 30 segundos, 60 segundos, 90 segundos, 120 segundos y 150 segundos por árbol. Cada uno de estos tiempos se

evaluó en hombres y mujeres. También se realizó un segundo experimento en el cual se hizo un paralelo entre el control cultural (repase) y el control químico. Este experimento se realizó en 10 fincas cafeteras del municipio de Palestina (Caldas). Para el primer experimento (evaluación de la eficiencia y el costo del repase), se encontró que los recolectores no recogen el total de los frutos, así se emplee hasta dos minutos y medio por árbol, con respecto a la parte económica, se encontró que el repase paga los jornales que se utilicen, siempre y cuando se realice en la época oportuna. En el segundo experimento y en las condiciones en que se realizó, se obtuvo que el control cultural (repase), es desde el punto de vista económico y biológico, el más efectivo, no causa impacto ambiental y genera más empleo.

Evaluación del escape y la mortalidad de la broca durante la recolección y el beneficio húmedo del café.

Este experimento se realizó en Pereira en la Subestación Experimental "La Catalina" de Cenicafé, durante la mitaca y la cosecha principal de 1997. Se estimó la población de broca retirada de una hectárea de café durante la cosecha y luego se evaluó el escape y la mortalidad en los recipientes y costales recolectores. Después de este proceso se hizo seguimiento a los procesos del beneficio húmedo tradicional en las etapas de recibo de café cereza en la tolva, almacenamiento y descomposición de la pulpa, fermentación, lavado y secado del café pergamino y el secado de flotes y pasillas tanto en elbas como en marquesinas. El escape se evaluó mediante capturas realizadas en trampas construidas con madera y muselina impregnada de grasa. La mortalidad se registró disecando frutos o almen dras antes y después de cada proceso.

Entre el 66% y 74% de los estados biológicos de broca vivos que hay en una hectárea de café antes de comenzar la cosecha, se retiran con ésta. Los registros más altos de escape de adultos se presentaron durante el secado en marquesinas de las pasillas, el cual fluctuó entre el 27,5% y el 64%; a partir de la pulpa que fluctuó entre el 10,5% y el 59%; durante el lavado que alcanzó hasta el 43%; a partir de las pasillas secas en elbas que estuvo entre el 8,9% y el 24%, (porcentaje sensiblemente menor al registrado en las marquesinas) y durante el

secado de café pergamino que fluctuó entre 2,4% y el 17%. Los registros más bajos de la variable se detectaron en los costales donde alcanzó hasta el 8,8%, en los recipientes recolectores donde osciló entre el 0,2% y el 1,5%, durante la fermentación entre el 0,05% y el 0,42% y en la tolva de recibo entre el 0,06% y el 0,1% de escape.

Los niveles más altos de mortalidad del insecto por efecto del proceso, se registraron durante el secado de las pasillas en las marquesinas cuyos valores oscilaron entre el 10,2% y el 76,7%, durante la fermentación entre el 29% y el 72% y durante el secado en elbas de pasillas fluctuó entre el 13% y el 59%. Los registros más bajos se presentan en el lavado del café donde la mortalidad estuvo entre el 1,3% y el 9,1%; a partir de los costales entre el 0,7% y el 6,1%, durante el tiempo que permanece el café en la tolva entre el 1% y el 3%, durante el secado del café pergamino desde 0% hasta el 2,4% y en los recipientes recolectores entre el 0,2% y el 1,5%. Los resultados muestran que son las etapas de secado de pasillas, lavado del grano, y descomposición de la pulpa donde se registra el mayor escape, por lo cual deben considerarse especialmente para la implementación de medidas de control. Aunque son muy bajos los porcentajes de escape registrados en las demás etapas, no se debe menospreciar el control que pueda hacerse en ellas.

Investigaciones con parasitoides de la broca del café.

Durante el presente período se han realizado labores de investigación sobre los parasitoides *Phymastichus coffea*, *Prorops nasuta* y *Cephalonomia stephanoderis*, especialmente en condiciones de campo. *P. coffea* ha demostrado una buena capacidad de establecimiento, dispersión y control. Los parasitismos encontrados bajo condiciones experimentales varían en promedio de 31% a 46% en puntos localizados entre los 0 y 60 m desde el punto de liberación. En el laboratorio, los resultados sobre su producción han permitido obtener 5'000.000 de adultos durante el año. Para el año 1998 - 1999 se planea tener a punto una metodología para su cría masiva. El ciclo de vida de *P. nasuta* en campo, en la estación experimental Naranjal, demostró una amplia capacidad parasítica, alcanzando promedios de 65 a 90% de granos parasitados. El ciclo biológico tuvo una duración de

46 días desde huevo hasta emergencia del adulto. La aparición de los primeros huevos tuvo lugar a los tres días después de la liberación, el huevo duró en promedio de 5 - 6 días, la larva de 5 - 6 días, el período de larva individualizada de 1 - 2 días época en la cual teje el capullo y en el estado pupal permaneció 14 días; a los 20 días del ciclo de vida un 82.5% de los adultos estaban vivos y a los 29 días aún se encontraron el 56% vivas. En laboratorio se han producido 14'452.963 adultos de *P. nasuta* como pío de cría.

El programa de introducción de los parasitoides *P. nasuta* y *C. stephanoderis*, se ha venido llevando a cabo en coordinación con el servicio de extensión y el convenio ICA-Federacafé. Cenicafé por medio de la unidad de cría se encarga de recibir el grano parasitado proveniente de los laboratorios particulares y realizar el control de calidad y expedición de los respectivos certificados de pagos. Además, se coordina toda la actividad de envíos y liberación con todos los comités de cafeteros del país. En el año se han introducido en la zona cafetera un total de 287'988.786 parasitoides correspondientes a *P. nasuta* y *C. stephanoderis*. La introducción comprende liberaciones a través de los comités de cafeteros, convenio ICA federacafé y liberación por parte de Cenicafé en fincas particulares y subestaciones experimentales. El total de parasitoides liberados en Colombia entre octubre de 1994 a septiembre de 1998 es de 1'473'394.826.

En labor de capacitación se cumplió con visitas solicitadas por los comités de cafeteros, donde se explicó sobre la introducción y evaluación de los parasitoides africanos en campo. En Cenicafé se atendieron agricultores, técnicos y estudiantes universitarios del Valle, Quindío, Antioquia, Tolima, Cundinamarca, Caldas y Risaralda; un total de 500 personas han recibido capacitación.

Se organizó y dictó en Cenicafé el primer taller internacional de control biológico, cría, multiplicación y evaluación de los parasitoides *P. nasuta* y *P. coffea*, de agosto 10 al 14 de 1998. Participaron representantes de Ecuador, Honduras, Salvador, Guatemala, México y la India.

Como programa de apoyo se ha colaborado con

material biológico de *H. hampei*, *P. nasuta*, *P. coffea* y *C. stephanoderis* en 17 proyectos de investigación, en diferentes disciplinas como entomología y mejoramiento genético; también se colabora con el ICA, la Fundación Mariano Ospina y la universidad Católica de Manizales. Finalmente se han cumplido las visitas de asistencia técnica y evaluación de los laboratorios de producción de parasitoides

Establecimiento de un pie de cría de *Hypothenemus hampei* en café pergamino, para la multiplicación de sus parasitoides.

Para ser más eficientes en la cría masiva de parasitoides se hace necesario la producción en laboratorio de su hospedante natural *H. hampei*. Esta investigación busca establecer el pie de cría de broca directamente en café pergamino húmedo, evitando la introducción de material de campo, como el café cereza infestado, para la producción de broca adulta. Para cumplir con los objetivos propuestos fue necesario realizar dos ensayos preliminares. El primero fue la evaluación de una cría de broca sobre café pergamino con un contenido de humedad inicial del 47% y el segundo, la determinación de los tiempos de secado para obtener los porcentajes de humedad requeridos en los tratamientos del primer experimento. Los resultados preliminares muestran que: la contaminación no depende de la humedad del grano, la mínima fue de 0,6% cuando la humedad estaba en 45,9% y el máximo de 3,6% con una humedad de 38,4%. La pérdida de humedad desde el grano es gradual; durante los primeros 26 días fue de 0,44% diariamente y a partir de ese momento hasta los 40 días, fue de 0,88%. La producción de estados biológicos por grano fue de 17,1 a los 43 D.D.I.

Con base en los resultados obtenidos en el ensayo preliminar de secado, se llevó a cabo el primer experimento. El tratamiento uno (T1) representado por un porcentaje de humedad del 51,3%, necesitó de cero horas de secado y para los T2=49,5%, T3=48,4%, T4=45,2%, T5=44,1% y T6=43,3 se requirió de 2,5h; 3,9h; 13,4h; 15,7h y 18 horas respectivamente. Finalmente, se concluye que la contaminación se puede manejar eliminando los granos contaminados durante el desarrollo de la cría.

Evaluación de dos frecuencias de liberación de *Cephalonomia stephanoderis* para el control de

la broca del café. Para evaluar el efecto de dos frecuencias de liberación de *C. stephanoderis*, se realizó el presente trabajo en zona cafetera del departamento de Risaralda (1300-1400 msnm), en fincas comerciales con lotes de 1 hectárea de café variedad Colombia de tercer año de cosecha. El tratamiento 1 estuvo constituido por la liberación mensual de 20/1 (Parasitoides/fruto brocado), el tratamiento 2 liberación bimestral de 20/1 (avispa/fruto brocado); cada tratamiento se repitió dos veces en fincas diferentes (2 fincas/tratamiento). Las liberaciones, utilizando grano parasitado, se hicieron entre septiembre de 1996 y septiembre de 1997 y mensualmente se evaluó el nivel de infestación en 30 árboles seleccionados en forma aleatoria. Se hizo un censo del total de frutos brocados por árbol en 30 árboles, se evaluó la calidad del café pergamino seco y se determinó el porcentaje de parasitismo disecando 200 frutos por lote. El tratamiento 1 registró un nivel de infestación de 1,3% en promedio durante todo el año, y el tratamiento 2 de 1,7% resultando diferentes estadísticamente ($P < 0,05$); el tratamiento 1 tuvo 5 frutos brocados por árbol en promedio y el tratamiento 2, 6 frutos brocados sin presentar diferencias estadísticas ($P > 0,05$); los porcentajes de parasitismo promedio para todo el año fueron de 21,7% y 17,7% para los tratamientos 1 y 2 respectivamente, comportándose diferentes estadísticamente ($P < 0,05$). En cuanto a la calidad del café pergamino, en ambos tratamientos se obtuvo café tipo Federación, con porcentajes de broca de 1,3% (T1) y 2,2% (T2), mostrando diferencias estadísticas ($P < 0,05$). Liberaciones inundativas frecuentes del parasitoide permiten mantener bajos niveles de infestación de broca en el campo.

Registro de arvenses visitadas por *Cephalonomia stephanoderis*. El conocimiento de los hábitos y comportamiento de *C. stephanoderis* en el campo, es fundamental para adoptar medidas que optimicen su establecimiento y desempeño en las condiciones de las zonas cafeteras del país. El trabajo se efectuó en tres fincas comerciales de Pereira, donde se realizaron cuatro liberaciones entre mayo de 1996 y mayo de 1997, en cada finca la proporción de liberación avispa/fruto brocado fue diferente (100/1, 50/1, 10/1). Después de cada liberación a los 5 y 10 días (ddl), se hicieron dos evaluaciones por finca, para un total de ocho evaluaciones por lote

durante el año. Las observaciones consistieron en el registro de las arvenses con flores presentes en un sitio de 1 m² seleccionado al azar y la cuantificación de los adultos del parasitoide que visitaron dichas flores; en cada evaluación se leyeron quince sitios por lote.

Se registraron diez especies de arvenses comunes a los tres predios, siete de ellas de la familia Compositae, dos de la familia Commelinaceae y una Leguminosae; no se encontraron diferencias estadísticas en cuanto a las proporciones de liberación (100/1, 50/1, 10/1) como tampoco para las fechas de evaluación (5 y 10 ddl), en cuanto al número de avispa que visitaron flores; las especies de plantas evaluadas más visitadas por *C. stephanoderis*, fueron las de la familia Compositae, destacándose *Emilia sonchifolia*. Las poblaciones de arvenses de hoja ancha y de baja interferencia al cultivo del café, facilitan el establecimiento de *C. stephanoderis*, en cultivos comerciales que presenten bajos niveles de infestación por broca.

Parasitismo de *Cephalonomia stephanoderis* en frutos de café de diferentes estados de desarrollo infestados con broca. Para determinar la capacidad de búsqueda y la preferencia del parasitoide *C. stephanoderis* por frutos de diferentes estados de desarrollo fisiológico, verdes, pintones, maduros, sobremaduros y secos, infestados con *H. hampei*, se realizó este ensayo en la Subestación Experimental "Rafael Escobar" en Supía (Caldas), a 1320 msnm, 21,9°C de temperatura media, 2020 mm de precipitación anual acumulada y 75% de H.R. Se seleccionaron dos lotes de café variedad Colombia, de tercer año de cosecha, denominados lotes 6 y 7 con 6,9 y 18,9 % de infestación de *H. hampei* respectivamente. Se liberaron los parasitoides en relación (5:1) avispa por fruto infestado, liberando 45000 y 100000 parasitoides. Se determinaron los niveles de parasitismos y de infestación de *H. hampei*. El parasitismo de *C. stephanoderis* encontrado fue de 15; 8,8; 7,4; 5 y 2,3% para frutos secos, sobremaduros, maduros, pintones y verdes, respectivamente. Se observaron parasitismos significativamente mayores en los frutos de mayor desarrollo fisiológico. Estos frutos presentaron mayor número de estados inmaduros de *H. hampei*, por tanto presentaron mejores posibilidades de

ser detectados por el parasitoide, con lo cual se facilita el establecimiento y desarrollo de la descendencia del parasitoide en campo. Los frutos verdes y pintones también fueron parasitados, aunque presentaron menores valores de parasitismo, lo cual indica que mientras estos frutos ofrezcan estados inmaduros de broca, el parasitoide tiene la capacidad de detectarlos y colonizarlos, ejerciendo su acción depredadora o parasítica. De esta manera el parasitoide puede actuar en cafetales con recolecciones permanentes de frutos maduros, (Re-Re), ya que en éstos casos permanecen con frutos verdes y pintones la mayor parte del tiempo. Se evidencia la posibilidad de utilizarlos como un complemento dentro del programa de manejo integrado de la broca.

Evaluación de la capacidad depredadora del parasitoide *Prorops nasuta* sobre *Hypothenemus hampei* en campo. Al considerar que los estudios de campo con betúlidos han demostrado una acción parasítica y depredadora de la broca, se planteó como objetivo de este experimento evaluar la regulación de poblaciones de *H. hampei* mediante las liberaciones de *P. nasuta*. Se estableció el experimento en la Subestación de experimentación "La Catalina" de Cenicafé en Pereira. La parcela experimental constó de 9 árboles y el árbol central se tomó como la parcela efectiva. La unidad experimental fue una rama del tercio medio del árbol con 80 frutos de 150 días de desarrollo, los cuales se infestaron con broca utilizando mangas entomológicas. Los tratamientos fueron: Una liberación de 3 avispas por fruto brocado 15 días después de la infestación y un testigo en donde no se liberó el parasitoide. Las variables de respuesta fueron el número de estados biológicos de *H. hampei* y el porcentaje de parasitismo en evaluaciones realizadas a los 5, 10 y 15 días después de la liberación. Se utilizó un diseño completamente aleatorio con arreglo factorial (tratamientos x evaluaciones). Cuando se realizó la liberación de los parasitoides se encontró una mortalidad del 37%, por lo tanto se obtuvo una relación de 1,9 avispas por fruto brocado. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre tratamientos durante las tres evaluaciones, con promedio de 3,37 estados para el tratamiento en donde se hizo la liberación y 12,76 para el testigo. La reducción de estados biológicos de broca con res-

pecto al testigo, corregidos mediante la fórmula de Abbott fue de 75,9; 63,9 y 79,5 % a los 5, 10 y 15 días respectivamente, después de la liberación. El porcentaje de parasitismo fue estadísticamente igual para los tres tiempos de evaluación en el tratamiento con liberación de avispas con valores de 60,2; 67,0 y 46,4%, respectivamente. Por lo tanto se puede liberar *P. nasuta* al iniciar la cosecha; tiempo en el cual se encuentran altas poblaciones de huevos y larvas de primer y segundo instar de *H. hampei*. Estos resultados nos permiten concluir que *P. nasuta* posee una alta capacidad de predación, lo cual complementa su acción parasítica.

Efecto de cuatro insecticidas químicos y del hongo *B. bassiana*, sobre *P. nasuta*, parasitoide de la broca del café. Se evaluó el efecto de cuatro insecticidas químicos (clorpirifos, endosulfan, fenitrothion y pirimiphos metil) y del hongo *B. bassiana* sobre adultos de *P. nasuta*. Para ello se diseñaron dos tipos de actividades: En laboratorio se evaluó comparativamente el efecto de los insecticidas y también la acción de *B. bassiana* sobre la broca y *P. nasuta*; en los bioensayos se presentaron mortalidades en el testigo cercanas al 20 % y se hicieron una serie de modificaciones para establecer una metodología definitiva. Las otras pruebas fueron de semicampo, utilizando la metodología de mangas entomológicas, para determinar el tiempo más conveniente entre la aspersión de los productos y la liberación de los parasitoides. Aunque los resultados obtenidos se encuentran en análisis y discusión, tanto en campo como en laboratorio, se ha observado efecto de los insecticidas sobre la viabilidad del parasitoide en concentraciones menores a las recomendadas para el control de la plaga en campo. En laboratorio, se han presentado mortalidades superiores al 50 %. Con respecto al hongo se han observado en campo, signos de la enfermedad en avispas que murieron en parcelas experimentales con este tratamiento.

Ciclo de vida de *Phymastichus coffea* parasitoide de adultos de la broca del café en condiciones de campo. *P. coffea* es un endoparasitoide africano de adultos de *Hypothenemus hampei* introducido a Colombia en 1996. La posibilidad de ser utilizado dentro del programa de manejo integrado de broca plantea la necesidad de desarrollar estudios bási-

cos en campo. El objetivo de éste trabajo fue conocer aspectos sobre su biología y comportamiento bajo condiciones climáticas de la zona cafetera colombiana. El estudio se realizó durante los meses de octubre a diciembre de 1997 en un lote de café variedad Colombia en Supía, Caldas, a 1320 msnm; durante su realización se tuvo una temperatura promedio de 22°C y 75% HR. Se seleccionaron 50 árboles y de cada uno, una rama con 20 frutos. Utilizando mangas entomológicas se infestaron las ramas con brocas adultas y 12 horas después se realizó la liberación del parasitoide. Se evaluó diariamente una manga entomológica durante 48 días, diseccionando 25 brocas parasitadas y registrando el estado del parasitoide encontrado. El ciclo de vida se determinó de acuerdo a la aparición de cada estado biológico. Se observó que los adultos de *P. coffea* vivieron en promedio 2,5 días. El huevo tuvo una duración de 5 días; larvas (L1) 5 días; (L2) 6 días; (L3) 12 días; pupas 15 días. El ciclo de vida desde huevo hasta la aparición de los primeros adultos fue de 43 días y el estado adulto duró 3 días. En las condiciones climáticas donde se realizó el estudio, *P. coffea* mostró una buena adaptación y capacidad de parasitismo.

Dispersión de *Phymastichus coffea* en un lote de café infestado por la broca del café. *P. coffea* es un endoparásito de origen africano que ataca adultos de *H. hampei*. Algunas de sus características sobre biología y hábitos aun no se conocen; debido a esto, el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la dispersión del parasitoide en un lote de café infestado de broca. La actividad se desarrolló en un lote de café variedad Colombia de 70 x 130 m en Sevilla, Valle a 1540 msnm, con una temperatura promedio de 20°C y 70 % HR, la cual se georeferenció a partir del punto central. Se seleccionaron 89 árboles a diferentes distancias y direcciones. En cada uno se marcó una rama con 30 frutos, y las ramas se infestaron con 300 brocas utilizando mangas entomológicas; 18 horas después se retiraron las mangas y se liberaron 30.000 adultos del parasitoide desde el punto central. Transcurridos 25 días se recolectaron todos los frutos de las ramas marcadas para extraer las brocas, diseccionarlas y registrar la presencia de *P. coffea*. Los datos obtenidos se analizaron con la teoría de la geoestadística. Se determinaron los semivariogramas del parasitismo y se reali-

zaron los mapas de distribución espacial.

La presencia del parasitoide fue evidente en el 91,1 % de los puntos muestreados. El promedio de parasitismo en el área del experimento fue 46,67 %. La mayor concentración de las avispas se encontró entre los 0 y 23 m a partir del punto de liberación con parasitismos entre 15,38 y 94,74 %, sin embargo de 23 a 60 m se presentó un promedio de parasitismo de 31,29 %, lo cual indica una buena capacidad de dispersión del parasitoide.

Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para el control de la broca del café en parcelas comerciales en fincas de caficultores. Con el objeto de observar el comportamiento de insecticidas con licencia ICA para el control de la broca en las fincas, se lleva a cabo esta investigación en la cual se utilizan parcelas comerciales de 500 árboles. Los tratamientos se evalúan no solo desde el punto de vista biológico, sino también económico, hasta el momento de realizar la venta del café, simulando en esta forma lo que se hace en una finca cafetera, en la cual todas las otras prácticas de manejo del cultivo permanecerán constantes. Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorios, conformados por los tratamientos endosulfan pirimifos-metil, el hongo *B. bassiana* y el control cultural (Re-Re), los cuales se combinaron con tres criterios: Calendario (aspersiones mensuales), Agricultor (2-3 aspersiones) y Cenicafé (cuando técnicamente se necesiten), para la aspersión de los insecticidas y así lograr 10 tratamientos con tres repeticiones para un total de 30 parcelas experimentales de 500 árboles cada una. Los insecticidas se utilizaron en una dosis de 0,3 cc de árbol y el hongo en dosis de 1×10^{10} esporas/árbol. Las aplicaciones se realizaron con equipos de aspersión de presión previa retenida Triunfo 40-100-10 y una boquilla TX3 (200 cc/min a 40 PSI).

En todos los tratamientos evaluados durante el transcurso de la cosecha en 1997, se presentaron en promedio, niveles de infestación de café pergamiño seco por debajo del 5% incluyendo el tratamiento control en el cual se le realizó un riguroso Re-Re y no se aplicaron insecticidas, siendo iguales estadísticamente ($P=0,05$). En relación con los ingresos por cada uno de los tratamientos se observó una tendencia a obtener los más altos en los trata-

mientos con aspersiones de insecticidas de acuerdo con los criterios de Cenicafé. Los costos de las labores de aspersión como se esperaba fueron mayores en los tratamientos calendarios y menores en los tratamientos con criterio de manejo de Cenicafé. Este estudio pone en evidencia que muchas veces el agricultor realiza medidas de control que son innecesarias y que le acarrearán sobrecostos en la producción en su finca.

Evaluación de un azufre coloidal y un "Preparado Vegetal" para el control de la broca del café.

Una formulación de azufre coloidal conocida comercialmente como Azuco y una preparación de un insecticida se evaluó a instancias de cafeteros que clamaban su uso para el control de la broca. El experimento se realizó usando mangas entomológicas con infestación artificial con brocas adultas. En todas las parcelas se obtuvo una alta infestación en los diferentes tiempos evaluados. La mayor mortalidad (62%) se obtuvo con el "Preparado Vegetal" (del Sr. Gerardo Cordero de Floridablanca, Santander) cuando se aplicó un día después de la infestación; sin embargo, a los 8 días después de la infestación la eficacia fue de solo el 17%. El producto "Azuco" produjo una mortalidad muy baja (<8%) en todos los casos y no fue estadísticamente diferente del testigo ($P < 0,05$). Ninguno de estos productos se recomienda para el control de la broca debido a su baja eficacia.

Evaluación del insecticida Nufos 4 EC para el control de broca del café.

La infestación fue muy alta a través de los cuatro tiempos evaluados en los tratamientos clorpirifos y testigo, variando entre el 95,3 y 100. %. El insecticida Nufos 4 EC (clorpirifos), de categoría toxicológica III evaluado en dosis de 1,5 L / ha, produjo una alta mortalidad a los 1, 3 y 8 días, disminuyendo cuando se realizó la aplicación 15 días después de la infestación. Cuando se realizó la aplicación 1 día después de la infestación la mayor mortalidad se obtuvo en la posición A, a los 3 días en B, a los 8 en B y C y a los 15 días en la posición C. El insecticida Nufos produjo la mayor mortalidad de broca cuando se realizó la aplicación 1 día después de la infestación y la menor a los 15 días. La eficacia del Nufos 4 EC es similar a la registrada por otros productos que se tienen como alternativas para el control químico de la broca del café.

Experiencias de manejo integrado de broca y evaluación biológica y económica de su implementación.

Se compararon en el campo, biológica y económicamente, las prácticas de manejo de broca usadas por los caficultores y las recomendaciones propuestas por Cenicafé bajo un esquema MIP. Para esto se seleccionaron tres fincas en Caldas, Quindío y Risaralda y en cada una de ellas se delimitaron dos parcelas homogéneas, donde se realizó un seguimiento detallado de las actividades de manejo. Las variables de respuesta para evaluar el efecto de las metodologías comparadas fueron: infestación de broca en el campo, infestación en café pergamino seco (cps), calidad de las recolecciones de café cereza, costos del manejo de la plaga e ingresos económicos. Los resultados sobre los niveles de infestación en café cereza en el campo y cps demuestran que se puede producir café tipo Federación mediante la adopción del Manejo Integrado, incluyendo la utilización de insecticidas de categoría toxicológica III, en los momentos apropiados y en forma localizada. La calidad de las recolecciones medida a través de frutos no cosechados y caídos, indica que se puede mejorar la labor de recolección y permite concluir que se deben generar ideas para mejorar las prácticas administrativas y así aumentar su eficiencia.

Debido a que durante el primer año se observó un mayor costo en las labores de manejo de broca en las parcelas Cenicafé, fue necesario realizar algunos replanteamientos en la estrategia del segundo año para reducirlos; los resultados mostraron que ésta fue del orden de 61 y 67%. El análisis económico permite concluir que el manejo integrado de la broca siguiendo los lineamientos propuestos por Cenicafé, disminuye los niveles de la broca en campo mediante una mayor inversión económica, pero obteniendo unos mayores ingresos.

Estudio sociocultural de caficultores en relación con el manejo integrado de la broca.

La investigación tuvo como objetivo realizar un diagnóstico sociocultural de tipo etnográfico de los caficultores de cuatro veredas caficultoras de los departamentos de Quindío y Risaralda en el Manejo Integrado de la Broca. Las conclusiones de este estudio se presentan a continuación por secciones:

1. Sobre el manejo integrado de la broca: Ningún agricultor de la muestra durante el tiempo de la investigación estaba ejecutando consuetudinariamente alguna de las prácticas introductorias del MIB, registro de floraciones, evaluación, de niveles de infestación y posicionales, ni como lo recomienda Cenicafé ni con un método propio. Por lo tanto no puede hablarse para estas veredas de la existencia de adoptantes de MIB, ya que esto implica la ejecución de la totalidad de las prácticas propuestas. Frente al MIB específicamente, lo que se encuentra es que hay por parte de los caficultores un convencimiento de que están haciendo bien las prácticas de control, realmente esto no es así y el resultado es que ellos no ven en sus fincas el beneficio de lo hecho, lo que los lleva a hacerse escépticos respecto de la efectividad de las recomendaciones. Los agricultores de la muestra no tienen claro el concepto MIB. El 61% de los caficultores no hacen ningún tipo de MIB en postcosecha.

2. Sobre el Re-Re: El Re-Re es enunciado como control de broca por un alto porcentaje de los agricultores, ellos están realmente seguros de estarlo ejecutando bien. Sin embargo, fue posible conocer que la idea del Re-Re aún no les queda clara, en la medida que los intervalos entre las recolecciones a veces son muy amplios y la rigurosidad de éstas no es la que se propone para que este control sea efectivo. Además al reconocerle al graneo la rentabilidad económica que no se la ven al Re-Re, ellos están dejando acumular el café para recoger mayor cantidad. Del 94% que dice estar haciendo Re-Re sólo el 27,1% lo define y lo recolecta conforme a las recomendaciones. El Re-Re como se recomienda no se ejecuta por problemas de la topografía de la finca, por densidad de siembra, debido a la edad de los cafetales que dificultan una buena recolección y por razones económicas donde el agricultor prefiere recoger cuando ya se ha acumulado más cantidad de frutos para obtener dinero por su venta. El Re-Re se sigue llamado localmente "graneo", se debe pensar en la necesidad de utilizar en las campañas de divulgación el término más apropiado que sea fácilmente entendible por el agricultor.

3. Sobre los insecticidas: Los caficultores tienen gran dependencia de los insecticidas, llegando al punto que el 30,5% de los agricultores que están usando

insecticidas químicos, solos o en mezcla, tienen fincas de menos de tres hectáreas, es decir, que agricultores que con sólo implementar un buen Re-Re pueden manejar bajos niveles de infestación, están usándolos. A esto se adiciona que el 34% que no ha tenido continuidad en las prácticas se ha pasado de no asperjar a hacerlo y de asperjar con insecticidas de categoría toxicológica III a hacerlo con los de categoría I. Aún cuando el uso del control con insecticidas químicos se ha generalizado, las fincas de más de tres hectáreas son las que más utilizan los de categoría toxicológica I. El único criterio que tienen los caficultores para aplicar insecticidas es ver la broca volando, de la cantidad de broca depende la cantidad de veneno a aplicar. Es necesario considerar el tema de las decisiones de control para la aplicación de insecticidas ya que muy pocos lo tienen en cuenta. Por otra parte no tienen precauciones en el uso de los químicos y no tienen claridad sobre las diferencias entre fungicidas, herbicidas e insecticidas. La mayoría de los que usan químicos seleccionan el insecticida por el costo de estos pero no por el costo que significan para la salud y el medio ambiente. Los caficultores sospechan que la broca puede desarrollar resistencia a los insecticidas, aunque no la explican desde un conocimiento del proceso. En este aspecto se basan también en el aumento de las dosis de insecticidas que se asperjan.

4. Sobre la mano de obra: La mayoría de la población es de familias pequeñas, con fincas de menos de 5 ha. La tenencia de la tierra en las comunidades estudiadas es básicamente de propietarios y unos pocos con agregados que reciben periódicamente la visita de los dueños de las fincas. La estructura familiar de las unidades domésticas no responde a la imagen tradicional de muchos hijos trabajando en la finca y suficiente mano de obra, por el contrario hay mucha dependencia de mano de obra contratada. La mano de obra en las fincas pequeñas es escasa debido a que la mayoría de los hijos no laboran en ellas y los propietarios argumentan no tener dinero para pagar las prácticas para el control. Algunos miembros de las familias salen a buscar empleo fuera de las unidades familiares, aún cuando en estas escasea la mano de obra, dicen que trabajando fuera es posible ganar más. En las fincas de propietarios ausentistas, es muy frecuente el cam-

bio continuo de agregados, esto altera la ejecución de las prácticas de control de la broca. Los agregados de las fincas pese a saber mucho sobre el cultivo y a desarrollar una labor de importancia dentro de la producción del café, son desprotegidos sociales que viven en condiciones de extrema pobreza. Es difícil para los propietarios lograr que los recolectores cojan bien los frutos durante la cosecha.

5. Sobre transferencia de la información: Tienen muy poco conocimiento sobre biología de las plagas y sobre causas de las enfermedades en las plantas. No conocen formas de acción de insecticidas. Los caficultores no entienden como actúa y en que consiste el control biológico, para ellos el hongo actúa muy lento. Los agricultores no han entendido los mensajes sobre evaluaciones de nivel de infestación. Para el caficultor es muy complejo el sistema de posiciones de la broca, si el conocimiento de este concepto es importante entonces se debe pensar en presentar la idea en una forma más sencilla.

6. Sobre mensajes de broca: Ha sido un factor relevante para la no-adopción del MIB la incompatibilidad de lenguajes usados por los distintos actores, lo que ha llevado que los agricultores no hayan entendido que es el manejo integrado de la broca. Existe una disonancia tanto discursiva como cognitiva entre los actores sociales de la tecnología. Esto es, no hay correspondencia entre el lenguaje y la percepción de los productores y transmisores de la tecnología con los del campesino. Los caficultores no se identifican bien con los comerciales de la Federación sobre las recomendaciones del MIB. Los caficultores tienen dificultad para entender el material de difusión. La radio es un buen medio de comunicación para la transmisión de los mensajes sobre el control de la broca.

7. Sobre la Federación Nacional de Cafeteros: No tienen claridad sobre lo que es la Federación. Un alto porcentaje de caficultores cree que la broca fue traída por la Federación para vender químicos.

La investigación participativa. La Investigación Participativa con Agricultores (IPA), es una nueva metodología utilizada por los Centros de Investigación, entidades Estatales y ONGs, con el propósito

de generar, validar, adaptar y transferir tecnologías que estén más acordes a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas de los agricultores. Esta actividad corresponde al nuevo proyecto internacional de la disciplina que se realiza en convenio con el ICO-CFC-IIBC.

El principal objetivo en la IPA es conformar un grupo de trabajo integrado por agricultores, extensionistas e investigadores, para buscar soluciones tecnológicas a un problema en común; además, se involucran los agricultores en un proceso investigativo, desarrollado en sus propias fincas y bajo las condiciones reales del agricultor. De esta manera se aprovechan las fortalezas y ventajas que puedan tener cada uno de los integrantes del grupo de trabajo, observando un mismo problema desde diferentes ángulos y con diferentes criterios. Actualmente se han conformado nueve grupos de trabajo en IPA relacionados con el MIB, localizados en Riosucio, Belalcázar y Viterbo (Caldas); Balboa, Santuario y Santa Rosa de Cabal (Risaralda); Buenavista, Quimbaya y Montenegro (Quindío), cada grupo conformado por unos 12 caficultores, entre pequeños y medianos que en su mayoría viven y laboran en sus fincas. Se ha realizado un primer diagnóstico participativo con los agricultores encontrando que el 10 % de ellos están aplicando bien las diferentes recomendaciones de MIB y el 90 % restante presenta diferentes problemas relacionados con el MIB:

1. La mayoría de caficultores están basando el control de la broca en el Re-Re (lo entienden como recolecciones oportunas), lo consideran demasiado costoso y difícil de hacer especialmente en cafetales viejos, sin embargo, afortunadamente se ha adoptado en el 90 % de las fincas.

2. Registro de las floraciones, que les define las épocas críticas, 90 días después de floración, época en la cual los caficultores inician las aplicaciones de insecticidas.

3. Aplicaciones generalizadas y frecuentes de insecticidas especialmente endosulfan, clorpirifos y pirimofos-metil sin hacer evaluaciones previas de niveles de infestación y de posición de la broca. Están realizando entre 2 a 4 aplicaciones al año.

4. Desadopción de las aplicaciones del hongo *Beauveria bassiana*, ya que consideran que es muy lento para actuar y su control es bajo.

5. Desconocimiento sobre la forma de actuar de los parasitoides.

6. No se hace control durante la cosecha y el proceso de beneficio del café.

7. La mayoría no llevan registros de actividades y de costos, en general no hacen un manejo administrativo de la finca, sin embargo procuran realizar las actividades agronómicas del cultivo de la mejor forma posible y según sus capacidades económicas.

Frente a este panorama, el equipo de técnicos de Cenicafé y de los Comités que conforman los diferentes grupos de trabajo en el proyecto IPA -MIB, están estudiando la forma de iniciar ensayos experimentales con los agricultores en sus propias fincas, tratando de implementar cada uno de los componentes del MIB, para analizar los resultados desde el punto de vista técnico, económico y biológico, contando siempre con la participación de los caficultores.

Compatibilidad *in vitro* de fertilizantes inorgánicos con *Beauveria bassiana*.

B. bassiana es el hongo entomopatógeno que se considera puede jugar un papel importante en la bioregulación de poblaciones de broca en los cultivos de café en Colombia. Su efecto cuando se aplica al suelo en frutos brocados caídos se está estudiando. Trabajos iniciales demuestran su actividad patogénica y saprofítica bajo condiciones del suelo. El objetivo del estudio fue evaluar la compatibilidad *in vitro* de *B. bassiana* con úrea, fertilizante nitrogenado aplicado al suelo y comúnmente utilizado en café. Se prepararon soluciones de úrea en las concentraciones 10g; 5g; 2,5g; 1g; 0,5g; 0,25g y 0,125g p/v en 100 ml de agua destilada estéril mas Tween-80 al 0,1% y se inocularon con 10 ml de una solución de esporas del aislamiento Bb9205 de *B. bassiana* en una concentración de 1×10^7 e/ml, tomando alícuotas de las diferentes mezclas al momento de la preparación, a las 16 y 24 horas de contacto. La germinación de las esporas para cada tiempo de exposición se registró 24 horas después de la incubación de las mezclas, compárandola con la germinación ocurri-

da en el tratamiento testigo al que no se le adicionó ninguna concentración del fertilizante. La germinación a las 0 y 16 horas de exposición en la concentración 0,125 g y en el testigo fue de 95,5% y 95,6% respectivamente y resultaron iguales estadísticamente. Estas fueron diferentes con relación a la germinación en las demás concentraciones en donde fue superior a 98%, siendo a la vez iguales estadísticamente y alcanzando 100% a las 24 horas de exposición en todas las concentraciones y en el testigo. Se observó formación de micelio en las concentraciones mayores (10 g; 5g y 2,5 g), pero no presentaron diferencias significativas entre ellas, lo que sugiere una mayor actividad de las esporas en presencia de estas concentraciones de urea. Se concluye que existe compatibilidad entre este fertilizante y las esporas de *B. bassiana* y se espera evaluar otros fertilizantes utilizados en la zona cafetera y corroborar estos estudios bajo condiciones de campo.

Preservación de aislamientos de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

Inicialmente se procedió a la recuperación y preservación de los aislamientos existentes en el cepario, utilizando diferentes métodos: Nitrógeno líquido, Glicerol al 10% y Liofilización; esta última técnica se estandarizó para los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae*. El cepario de la Disciplina de Entomología cuenta con 96 aislamientos de *B. bassiana*, 95 de éstos han sido liofilizados y preservados en Nitrógeno líquido y la totalidad de estos aislamientos se encuentra preservada en Glicerol al 10%. En cuanto a los aislamientos de *M. anisopliae*, del total de éstos (43), 36 se encuentran liofilizados, 37 en Nitrógeno Líquido y 40 en Glicerol al 10%. Adicionalmente, la colección cuenta con cuatro aislamientos de *B. brongniartii* y cinco de *Paecilomyces lilacinus*; dos de los primeros y tres de los últimos están preservados en las tres metodologías mencionadas. Actualmente, la colección de los aislamientos, se encuentra debidamente codificada, sistematizada y preservada de acuerdo con los criterios consignados en el "Manual de procedimientos para la preservación de aislamientos" que está en proceso de publicación. Cada aislamiento tiene su hoja de registro, actividad realizada con base al anterior formato y al cual se le adicionó información relacionada con el

aislamiento preservado. La Disciplina cuenta con dos libros de registros de hongos entomopatógenos: el primero contiene los registros relacionados con *B. bassiana* y *B. brongniartii* y el segundo contiene los registros de *M. anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus*. Hasta la fecha se ha evaluado la viabilidad de los aislamientos preservados al cabo de tres meses de almacenamiento. Se proyecta realizar dicha evaluación durante 18 meses para asegurar una buena viabilidad del material biológico preservado.

Aislamiento de protoplastos útiles en estudios de caracterización molecular de *Beauveria bassiana*.

El uso y mejoramiento de aislamientos del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café es una prioridad en la investigación. La selección de aislamientos con características de interés en procesos de formulación de biopesticidas requiere del conocimiento de aspectos biológicos y de fisiología molecular. Puesto que uno de los requisitos para emplear métodos de caracterización molecular, corresponde a la preparación de muestras que garanticen resultados representativos y reproducibles, en este trabajo se probaron diferentes protocolos de obtención y aislamiento de protoplastos utilizables en pruebas de separación de DNA intacto para establecer el cariotipo electroforético del hongo. Se encontraron diferentes niveles de obtención de protoplastos. Así, mezclas enzimáticas comerciales (0,3 mg/mL de Novozima, Liticasa, Macerasa) con enzimas individuales (0,1 mg/mL de Quitinasa, Celulasa, Glucuronidasa) en buffer fosfato y en sulfato de amonio produjeron 94 % de protoplastos. Cuando se utilizó novozima (7,5 mg/mL) con albúmina sérica bovina (3,7 mg/mL) en buffer fosfato y sulfato de magnesio, la producción fue de 95 %, mientras que al usar novozima (4 mg/mL) en buffer fosfato y sulfato de amonio se obtuvo una producción de sólo el 40%. Por otra parte, la utilización de métodos físicos (triturador de tejidos Pyrex ó un disruptor celular) para liberar el DNA, no produjeron protoplastos. La calidad de las muestras evaluadas por lisis celular en una solución hipotónica y la determinación de patrones de bandeo del cariotipo electroforético, mostraron que los dos primeros métodos garantizan que el material obtenido corresponde a protoplastos y que permiten la separa-

ción del DNA intacto, logrando obtener de manera reproducible 4 bandas del cariotipo las cuales se encuentran en diferentes aislamientos de *B. bassiana*.

Fusión de protoplastos del entomopatógeno *B. bassiana*.

A partir de aislamientos multiespóricos del hongo *B. bassiana*, Bb9205 y Bb9027, se evaluaron nueve monocultivos (4 y 5 respectivamente), en relación con la estabilidad de la actividad de las enzimas Lipasa y Proteasa. Esta actividad fue monitoreada durante seis meses a partir de subcultivos de cada monoespórico, sin reactivar en broca. Los resultados mostraron que los monocultivos obtenidos de Bb9027 conservan las características de su parental multiespórico y estas fueron estables a través de los subcultivos; los monocultivos de Bb9205 presentaron igual comportamiento a excepción de la actividad de la Lipasa. Es importante resaltar que los monocultivos Bb9027 presentaron producción de pigmento rojizo durante todos los subcultivos. Teniendo en cuenta estos resultados, se seleccionaron dos monocultivos estables para la actividad proteasa Bb9545 (Proteasa +, Producción de pigmento -) y Bb9027(2). Para cada monocultivo se determinó la viabilidad, el tamaño y el número de núcleos por protoplasto, con el propósito de determinar la proporción de protoplastos que debe ir por cada parental al realizar la fusión.

Para las últimas características mencionadas, los protoplastos de Bb9545 presentaron una viabilidad del 62,6%, un tamaño entre 5,7 - 8 micras y en promedio un núcleo por protoplasto. Para el monocultivo Bb9027(2) presentó viabilidad del 59,1 %, un tamaño entre 5,4 - 6 micras y un promedio de núcleos por protoplasto de 1,1. Para resaltar se pudo determinar que el tamaño del protoplasto guarda una relación directa con el número de núcleos de manera independiente para cada monocultivo. Las características registradas de cada uno de los monocultivos nos permiten tener un mayor conocimiento de los monocultivos promisorios a ser utilizados en las pruebas de fusión.

Cuantificación de la actividad de n-acetilglucosaminidasa y quitinasa de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

Se determinó semicuantitativamente N-acetilglucosaminidasa para *B. bassiana* y *M. anisopliae*; cualitativamente se de-

terminó quitinasa para ambos hongos. La actividad específica determinada para N-acetilglucosaminidasa producida por *B. bassiana* fue en promedio de 7,5 umoles/ min. mg de proteína en 1 ml de sobrenadante pasado por membranas de peso molecular. La actividad específica para *M. anisopliae* fue en promedio de 3,0 umoles /min.mg de proteína en 1 ml de sobrenadantes liofilizados y no pasados por membranas de peso molecular. Se observó que la actividad específica para N-acetilglucosaminidasa presentó niveles altos en *B. bassiana* comparado con *M. anisopliae*. Para la actividad específica de quitinasa se observaron valores similares tanto en los aislamientos *B. bassiana* como en *M. anisopliae*. La variabilidad genética del hongo, lo mismo que el estado de inestabilidad diploide en los hongos entomopatógenos que lleva a la pérdida permanente de cromosomas para mantener su estabilidad haploide, permiten deducir que interfieren con la producción de las enzimas que intervienen en la hidrólisis de la cutícula del insecto. Para cuantificar la actividad específica es necesario tener en cuenta el insecto, el patógeno y el medio ambiente. Se observó también crecimiento y esporulación de entomopatógenos en la hemolinfa del insecto formando uniones con granulocitos y plasmotocitos que son parte de la hemolinfa de los insectos, formando así nódulos que interfieren con la fisiología celular y el metabolismo del insecto.

Selección de una técnica para cuantificar la actividad de la lipasa producida por los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Con el objeto de contribuir a la caracterización de los hongos entomopatógenos *M. anisopliae* y *B. bassiana* (aislamientos de la micoteca de Cenicafé), se compararon dos técnicas para determinar la actividad de la lipasa. Los resultados muestran que la utilización del p-nitrofenil laureato *in vitro* permite cuantificar la actividad de lipasa tanto en *M. anisopliae* como en *B. bassiana*, en presencia y ausencia de aceite de oliva en el medio extracto de levadura-peptona-glucosa (YPG) al quinto día de crecimiento del hongo. Mientras con el p-nitrofenilpalmitato no se detectó actividad de la lipasa.

Evaluación de la actividad enzimática de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* mediante la técnica

de compuestos fluorogénicos. Se determinó la actividad enzimática de los aislamientos Ma9222, Ma9212, Ma9003, Ma9234, Ma9225, Bb9208, Bb9418, Bb9112, Bb9007 y Bb9217 en los sustratos: Estearato, Beta-D-N-N diacetilquitobiósido, Beta-D-Xilósido, Alfa-Glucósido, Alfa-D-Galactósido, Beta-D-Celobiósido y N-acetil glucosaminide, ligados con el compuesto fluorogénico Metil-umbeliferona.

Caracterización molecular de aislamientos de *Beauveria bassiana*. La actividad 1 "Búsqueda de marcadores RAPDs que muestren polimorfismo genético" ya está finalizada y se inició la segunda actividad que comprende la evaluación de los aislamientos de *B. bassiana* existentes en la micoteca de Entomología, con los marcadores RAPDs identificados anteriormente. En la actividad 1 se evaluaron 10 aislamientos de *B. bassiana* provenientes de diversos hospedantes, sitios geográficos y diferentes porcentajes de patogenicidad sobre la broca del café; como organismos de comparación se analizaron un aislamiento de *B. brongniartii* y uno de *P. lilacinus*. Se extrajo ADN de cada uno de los aislamientos y se amplificó con 35 iniciadores con secuencias al azar. Los productos se visualizaron en gel de agarosa, registrándose bandas reproducibles entre 0,36- 2,2 Kb. Para el análisis se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard, distancia genética de Nei-Li y se realizó un dendrograma con el método de agrupamiento UPGMA.

En el dendrograma se observan dos grupos principales de aislamientos. En uno de ellos se agrupa el 90% de los aislamientos de *B. bassiana* y puede distinguirse una asociación de acuerdo a su origen geográfico, revelando que la procedencia del aislamiento tiene un papel importante en la diversidad genética y estructura de la población. En contraste, no se encontró una agrupación de los aislamientos con respecto a su hospedante y patogenicidad sobre la broca. En el segundo grupo se concentró *B. bassiana* (Bb9023) que se caracterizó por tener patrones genéticos muy diferentes de los otros aislamientos de *B. bassiana*. El aislamiento de *B. brongniartii* se agrupó con los de *B. bassiana*, resultado que se ha encontrado en otros estudios bioquímicos y moleculares de este género. El aislamiento de *P. lilacinus* se separó completamente del grupo de *Beauveria*.

Papel de algunos componentes bioquímicos de las esporas de *Beauveria bassiana* en su efectividad y su formulación. Teniendo en cuenta que un hongo útil para la producción en masa y formulación debe ser seleccionado por su crecimiento rápido, esporulación abundante y patogenicidad suficientemente alta a la plaga blanco, se hace necesario el estudio bioquímico de estos aspectos. Los resultados muestran que las esporas que almacenan mayores niveles de carbohidratos de reserva, expresan niveles de patogenicidad y viabilidad superiores, los cuales además de mantenerse durante tiempos prolongados de almacenamiento, confieren a las esporas algunas características de resistencia a condiciones adversas, facilitando de esta manera el proceso de formulación y la estabilización de la formulación en sí misma. Por otra parte, los cultivos provenientes de estas esporas expresan mayores valores en el contenido de las enzimas quitinasa, lipasa y proteasa involucradas en el proceso de penetración durante la interacción hongo-insecto. Aunque el contenido enzimático no necesariamente asegura la patogenicidad del hongo, la respuesta en la variación de su producción es un indicativo de su participación en la expresión de la misma, durante el ataque sobre la broca del café.

Comportamiento de las características vitales de *Beauveria bassiana* durante su almacenamiento.

Esporas del aislamiento Bb9205 de *B. bassiana* con actividad sobre la broca del café, presentan comportamientos variables al evaluarse algunas de sus características vitales en función del tiempo de almacenamiento a 4°C. El hongo reactivado en broca fue propagado en un sistema de cultivo en dos fases (sumergido y superficie), optimizado para la producción masiva a escala piloto, utilizando sustratos de diferente composición (soya-soya o soya- arroz). Las esporas obtenidas se separaron y almacenaron para la evaluación mensual de patogenicidad y viabilidad durante un período de almacenamiento de 10 meses.

Los resultados muestran que en el sustrato soya-soya se redujo en un promedio de 2- 3 % mensual la patogenicidad hasta llegar a un 48,5 % en el décimo mes y se redujo también la viabilidad en un 3% mensual hasta llegar al 75% en el mismo tiempo. Al comparar con el sustrato soya-arroz estos presen-

tan una disminución menos marcada. Así, la patogenicidad se reduce en 1-2% mensual hasta el 70% al décimo mes y en el mismo tiempo la viabilidad se reduce hasta alcanzar 80%. De manera similar el tiempo promedio de mortalidad aumenta hasta 3,9 días para el sustrato soya-soya y hasta 3,7 días para el sustrato soya-arroz. Estas evidencias indican que el sustrato de arroz ofrece ventajas en el mantenimiento de características vitales de interés debido posiblemente al efecto de la composición del sustrato sobre la acumulación de materiales constitutivos de la espora y los niveles mínimos de agua residual involucrados en la expresión de patogenicidad y viabilidad.

Variabilidad de cultivos monoespóricos de *Beauveria bassiana* a través de subcultivos unicelulares.

La variabilidad en las características de patogenicidad, germinación y producción de esporas de los cultivos de hongos entomopatógenos, se atribuye posiblemente a la naturaleza multiespórica del cultivo, lo que se puede reducir con el uso de cultivos monoespóricos. En el presente estudio se evaluó la variabilidad de cultivos monoespóricos de *B. bassiana*, Bb9205, a través de subcultivos unicelulares en SDA. Para tal fin, se evaluaron cinco cultivos monoespóricos (cultivo madre) y de cada uno de éstos se obtuvieron diez subcultivos unicelulares, a los cuales se les determinó la mortalidad causada a la broca, germinación y esporulación. Los aislamientos se cultivaron en SDA e incubaron por 30 días a 25°C. Tres de los cultivos madre que presentaron mortalidades del 90; 92,5 y 90%, mostraron un aumento de ésta en el 50%, 60% y 70% de los subcultivos obtenidos, respectivamente; los otros dos cultivos madre presentaron mortalidades del 70% y 7,5%, incrementándose para el primero, en un 90% y para el segundo, en un 100% de los subcultivos. En general, los subcultivos mostraron tendencia a aumentar o mantener el nivel de mortalidad en relación con el cultivo del cual provienen. Para la germinación, se observó que cuatro de los cultivos madre mantuvieron esta característica al ser subcultivados y en uno se aumentó. En cuanto a la esporulación, dos de los cultivos madre mantuvieron esta característica al ser subcultivados, en otro se aumentó y en los dos restantes se redujo. De acuerdo con los resultados, no se observaron diferencias estadísticas significativas según prue-

ba T entre los cultivos madre y los subcultivos obtenidos a partir de éstos, en las variables evaluadas.

Los resultados de esta investigación muestran que los cinco cultivos monoespóricos de *B. bassiana*, al ser subcultivados una vez en SDA, incrementan o conservan las características de patogenicidad y germinación, mientras que en la esporulación se redujo en dos cultivos. Si estas características se mantienen estables a través de varios subcultivos, se podría obviar la necesidad de pasarlos a través de adultos de la broca del café, para recuperar su patogenicidad como se recomienda actualmente.

Estabilidad de la resistencia a la luz ultravioleta en aislamientos monoespóricos del hongo *B. bassiana*.

Durante este año se llevó a cabo la evaluación de resistencia a diferentes períodos de luz ultravioleta en aislamientos monoespóricos obtenidos a partir de aislamientos multiespóricos que han mostrado algún grado de resistencia a la luz ultravioleta. En Cenicafé, se han seleccionado aislamientos multiespóricos de *B. bassiana* (Bb) que resisten períodos de exposición a la luz ultravioleta (UV) de 10, 30 y 60 minutos. En estos últimos, no se ha evaluado la estabilidad de esta característica a través de las generaciones. Por esta razón, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar dicha estabilidad en cultivos monoespóricos obtenidas a partir de aislamientos multiespóricos resistentes a la UV. Para tal fin, se obtuvieron 10 cultivos monoespóricos de Bb de los aislamientos: Bb9002, Bb9021, Bb9205, Bb9218, Bb9620 y Bb9626, al cabo de 3-5 días, se sometieron cinco de éstas, a períodos de exposición a la UV correspondientes a aquellos registrados en el aislamiento multiespórico respectivo, en una cámara de flujo laminar, con una lámpara de UV con una emisión de 254 nm; las otras cinco se emplearon como testigo. El posible efecto deletéreo de la UV se evaluó a través del porcentaje de patogenicidad a la broca del café (PPB), porcentaje de germinación (PG) y producción de esporas (E).

La PPB, para los cultivos irradiados mostró valores promedio de 52,4; 68,3; 50,0; 81,4; 70,5 y 53,7% para los aislamientos Bb9002, Bb9021, Bb9205, Bb9218, Bb9620 y Bb9626, respectivamente; mientras que en los testigo fue de 57,1; 75,3; 75,7; 54,6;

44,6 y 62,1% respectivamente. El PG, en los cultivos irradiados fue de: 90,3; 79,3; 89,1; 94,8; 94,3 y 97,0, mientras que en los testigos fue de: 83,5; 80,4; 89,2; 95,7; 95,7 y 96,3%. La E, en los cultivos irradiados, mostró valores promedio de: $11,05 \times 10^8$; $5,3 \times 10^8$; $2,28 \times 10^8$; $2,55 \times 10^8$; $60,96 \times 10^8$ y $2,70 \times 10^8$, mientras que los testigo presentaron valores promedio de: $90,40 \times 10^7$; $3,40 \times 10^8$; $1,83 \times 10^8$; $3,75 \times 10^8$; $14,31 \times 10^8$ y $1,51 \times 10^8$. El análisis de la información no mostró diferencias estadísticas significativas al nivel del 5%, entre las monoconidias irradiadas y las no irradiadas, en cada una de las variables evaluadas para cada aislamiento, a excepción del aislamiento Bb9002 irradiado, el cual fue estadísticamente diferente al no irradiado, en la variable PG, a favor del primero. La respuesta obtenida permite concluir que la resistencia a la UV fue una característica estable en cultivos monoespóricos provenientes de multiespóricos resistentes a la UV. Los aislamientos monoespóricos seleccionados por estabilidad de la resistencia a la UV que presentan altos porcentajes de patogenicidad a la broca del café, germinación y producción de esporas, constituyen cepas mejoradas, que en caso de comprobarse su eficacia en el control de la broca del café en condiciones de campo, podrían incluirse en programas MIB.

Control de calidad a formulaciones de hongos entomopatógenos.

Durante el período octubre de 1997 a septiembre de 1998, se realizaron 118 pruebas de control de calidad a formulaciones de hongos entomopatógenos utilizados para el control de la broca del café. Estas muestras se siguen recibiendo de los laboratorios comerciales, cooperativas y caficultores que las producen en sus propias fincas. Igualmente se continua prestando asistencia técnica a visitantes interesados en el manejo de las pruebas de calidad, así como entrenamiento a productores y estudiantes de la disciplina, que ingresan a realizar sus prácticas de laboratorio.

Las formulaciones analizadas fueron: Bassianil, Brocaril, Cebiopest, Cepa Cenicafé, Conidia wg, Mycosplag y producciones en forma artesanal procedentes de caficultores y cooperativas, así como otras formulaciones de laboratorios que inician su producción. El análisis que se realiza a las formulaciones de entomopatógenos se basa en la

evaluación de la calidad biológica y fisicoquímica. Dentro de las pruebas microbiológicas más importantes se destacan: la concentración de esporas, germinación, mortalidad y promedio de tiempo de mortalidad.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones del presente año al igual que el volumen de muestras analizadas demuestran que las casas comerciales y productores en general han identificado los parámetros donde se presentaban dificultades con la calidad; así han podido mejorar sus productos y ofrecer al caficultor un insumo de mejor calidad.

Efecto de nematodos entomopatógenos sobre la broca del café. Se continuaron las investigaciones de laboratorio para encontrar especies de nematodos que infecten a la broca del café y que muestren capacidad de atacarla bajo condiciones naturales en el campo. Los frutos brocados en el suelo pueden constituirse en un objetivo importante de esta investigación. En un estudio de invernadero simulando frutos brocados en el suelo para determinar el efecto de la especie *Steinernema feltiae* sobre la broca que emerge de estos frutos, se encontró que este nematodo en proporción de 1'800.000 nem/m², redujo en 46,5 % la emergencia de adultos. La presencia de nematodos dentro de los frutos se observó a partir del quinto día de realizar la aplicación, con incrementos considerables entre los 15 y 22 días, lo cual demuestra el desarrollo de formas juveniles infectivas dentro del fruto. En relación con la multiplicación de nematodos entomopatógenos, un buen hospedante para este fin resulta ser el gusano de seda, *Bombix mori* con producciones de 4000 a 7000 nematodos por mililitro durante los cinco primeros días después del inicio de emergencia; sin embargo, es difícil mantener las colonias de este insecto en laboratorio ya que los productores no suministran los parentales para la producción de híbridos. *Galleria mellonella* continúa siendo un buen hospedante que garantiza el desarrollo de la mayoría de los nematodos entomopatógenos.

Desarrollo de la broca del café en dieta artificial liofilizada. Se busca una alternativa de manejo y almacenamiento de las dietas artificiales para la cría de la broca del café por medio de un proceso de

liofilización, de tal forma que conserve los atributos de la dieta preparada y secada por los métodos convencionales. Para establecer la humedad de las dietas secadas por liofilización y estufa, se depositaron en bandejas de aluminio, se taparon y dejaron en condiciones de laboratorio a temperatura de 27°C±2. Diariamente y durante 20 días se determinó la humedad. La dieta liofilizada presentó una reducción de la humedad de sólo 24,7% a diferencia de la secada en estufa (54,8%). Igualmente, se registró la humedad de la dieta liofilizada, conservada a través del tiempo en congelación a -15°C y en refrigeración a 4°C. Los resultados mostraron que la humedad de la dieta permanece estable a través del tiempo, sin que se altere la humedad final necesaria para la infestación. La estimación del número de estados biológicos producidos en la dieta, se llevó a cabo utilizando el sistema de secado en estufa y liofilización, utilizando vaso plástico para la dieta secada en estufa y tubo de ensayo de 5 cm de largo x 1,2 cm de diámetro para la dieta liofilizada. Las dietas se infestaron con 3 brocas por recipiente. Las evaluaciones se realizaron 40 días después de infestada la dieta. El promedio de estados biológicos en la dieta liofilizada fue de 48,3 estados/broca, significativamente superior al encontrado en la dieta secada en estufa donde el valor promedio fue de 15,4 estados/broca. La distribución de los diferentes estados biológicos, producidos a los 40 días, mostró una gran proporción de larvas (103), seguidas de adultos (91) en la dieta liofilizada, a diferencia de la dieta secada en estufa donde el mayor número de estados biológicos correspondió a huevos (23), indicando que el tiempo de desarrollo de la broca en dieta liofilizada es menor. El incremento en el número de estados biológicos por broca, posiblemente se debe a la disponibilidad de agua con que queda la dieta (agua de constitución), más no agua libre, lo que influye en la disminución de la contaminación y determina la textura y palatabilidad de la dieta. Estos resultados son muy valiosos ya que permiten la evaluación de proteínas con acción tóxica e inhibitoria, estudios nutricionales y establecer los efectos reales de compuestos deletéreos que se deseen probar contra la broca del café.

Desarrollo de dietas mejoradas y sistemas de cría de parasitoides. Con miras a la masificación de la cría de la broca del café y posteriormente del para-

sitoide *C. stephanoderis*, se continúa con la optimización de la dieta merídica. Este estudio corresponde a una de las actividades del Convenio con el ICO-CFC-IIBC y se inició en mayo de 1998. En lo que va transcurrido del proyecto se evaluó el desarrollo de la broca del café, utilizando diferentes recipientes (cajas galleteras, bandejas de teflón y cajas con separadores en acrílico). Se diseñó una caja en acrílico de 25 X 15 x 4 cm (170 pozos) con tapa deslizable y separadores de 2 cm de alto, en la cual se ha observado disminución de los porcentajes de contaminación e incremento en la eficiencia de utilización del sustrato. Se evaluaron inhibidores microbianos al igual que fungicidas de uso comercial que permitan controlar la contaminación como Merteck 300 ppm el cual controla el 100% de *Aspergillus flavus* y Derosal al 3 por mil con igual efecto. Los controles en la manipulación y en la asepsia del personal han contribuido a disminuir los porcentajes de contaminación en el cuarto de cría. En la actualidad se está acondicionando el cuarto de preparación de la dieta y el cuarto de cría, ya que presentaban fallas en su diseño.

Determinación del pH intestinal en larvas y adultos de la broca del café. Los insectos en general muestran diferentes valores de pH a lo largo del tracto digestivo, así como diversos tipos de enzimas digestivas adaptadas a estas condiciones ambientales, las cuales son responsables del desdoblamiento del alimento durante el paso a través del canal alimenticio. Cada una de estas enzimas actúan a un pH óptimo al cual expresan su mayor actividad. Dentro de estas enzimas de digestión se destacan las amilasas y las proteasas. Estas últimas se agrupan en cuatro familias de gran importancia dentro de los insectos a saber: serin proteasas, cisteín proteasas, metalo proteasas y aspártico proteasas. Todas ellas cumplen funciones bioquímicas y fisiológicas de gran importancia para los insectos, transformando las macromoléculas que los insectos ingieren en los alimentos, en moléculas menos complejas que pueden ser absorbidas en la pared intestinal.

Para realizar estudios de actividad enzimática de tipo digestivo, tanto de larvas como de adultos de broca del café y evaluar la actividad de inhibidores de amilasas y proteasas *in vivo*, es necesario cono-

cer con precisión el pH a lo largo del intestino de forma que se pueda definir con exactitud las condiciones bajo las cuales están actuando las enzimas digestivas y cómo actuarían los inhibidores específicos que sean seleccionados para contrarrestar la acción de estas enzimas.

Para realizar el estudio a una muestra de café pergamino seco molido, con 12% de humedad se le adicionaron diferentes indicadores de pH en polvo, (rojo congo, azul de bromofenol, azul de bromotimol, púrpura de bromocresol, rojo de metilo y rojo de cresol, al 1, 2, y 5% en peso respectivamente. Este café se infestó con 20 a 30 brocas activas y larvas de primero y segundo ínstar. Se utilizaron diferentes tiempos (30, 45, y 60 min.); con miras a permitir al insecto la ingestión del alimento. Se hicieron las disecciones del intestino de adultos, para observar el viraje de cada uno de los indicadores. En larvas no fue necesario disecar el intestino, dado que es posible ver el color del indicador a través del estereoscopio. Los resultados obtenidos demuestran valores de pH intestinal de broca en un rango entre 5,0 - 6,0. Cabe anotar que la porción de intestino medio es ligeramente más ácida, comparada con la porción anterior y posterior.

Estandarización de una técnica de extracción de enzimas digestivas de la broca del café. Las amilasas representan una de las enzimas de gran actividad en el tracto digestivo de los insectos de diversos órdenes. Su función le permite al insecto digerir activamente el almidón presente en el alimento, suministrándole la glucosa requerida para cumplir con sus funciones metabólicas, por esto, el conocimiento de la actividad amilolítica de la broca constituye una herramienta muy útil en la selección de inhibidores potenciales para estas enzimas que pueden ser utilizadas en la producción de café transgénico como otra alternativa para el control de la broca. Se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones para evaluar la actividad amilolítica: 1) el mejor medio de extracción de la enzima: NaCl al 1%; 2) el pH óptimo de actividad: 5,0-5,5; y 3) la temperatura óptima de actividad: 40-50°C. Se realizó un zimograma de actividad por medio de electroforesis utilizando un gel del 15% con almidón al 0,25% en el cual se corrió el extracto enzimático liofilizado; obteniéndose tres bandas de

actividad amilolítica bien definidas, una de las cuales representa más del 80% de la actividad.

Actividad aspártico proteasa de adultos de la broca del café. El tracto digestivo de la gran mayoría de los insectos, se encuentra provisto de varias enzimas que intervienen en el desdoblamiento del alimento. Gracias a la realización de estudios sobre la broca del café, se ha logrado conocer la presencia de enzimas digestivas proteolíticas que desempeñan un papel importante en el proceso de desdoblamiento de las proteínas contenidas en el alimento. La determinación del medio de extracción, el pH, la temperatura óptima y el perfil isoenzimático para la actividad de la enzima aspártico proteasa, permitirá la purificación y caracterización de ésta, con el fin de evaluar su especificidad frente a diferentes inhibidores que pueden ser utilizados como bloqueadores en el proceso de la actividad proteolítica en la broca del café. Los resultados obtenidos en éste estudio permiten conocer que el mejor medio de extracción para la enzima es el buffer citrato 0,05M pH 3,0; el pH es de 3,0 y la temperatura óptima de actividad es de 40°C. Los zimogramas en PAGE muestran por lo menos dos bandas de actividad aspártico proteasa bien definidas.

Purificación y caracterización de un inhibidor de amilasas de broca del café. Los inhibidores de amilasas son generalmente pequeñas proteínas con pesos moleculares por debajo de 50 Kd y en algunas ocasiones por debajo de 20 kd; estos pueden presentarse en forma de dímeros o tetrámeros y usualmente han sido encontrados en grandes concentraciones en semillas ó tubérculos de algunas especies vegetales como en leguminosas y gramíneas, entre otras. El papel fisiológico de los inhibidores de amilasas es desconocido, aunque se conocen muchos ejemplos en donde estos inhibidores, particularmente aislados de cereales, han mostrado inhibición de las amilasas del intestino de los insectos, lo cual ha conducido a proponer que los inhibidores de enzimas digestivas juegan un papel protector contra insectos predadores, a la vez que pueden ser sintetizados en respuesta al ataque de plagas o patógenos generando señales inter e intracelulares que activan genes que codifican para su protección.

En general, existen varias vías que pueden ser usadas para evaluar la actividad biológica de inhibidores y una de ellas involucra la extracción de las enzimas del intestino medio del insecto, su incubación con el inhibidor y monitoreo espectrofotométrico de su actividad; que es el que se viene utilizando en el presente trabajo, con el objeto de saber cuáles de las semillas, tanto de leguminosas como de gramíneas, resultan ser un buen potencial como fuente de inhibidores de amilasas de broca del café. Los resultados obtenidos hasta el momento son promisorios, ya que se cuenta con 11 especies vegetales que poseen al menos un inhibidor de amilasa de broca, el cual podría ser purificado y caracterizado totalmente, de forma que sea utilizado en un futuro como candidato en la transformación genética del café.

Evaluación de inhibidores de amilasa sobre la sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de la broca del café. En el presente período se realizaron evaluaciones de diferentes fracciones proteínicas que mostraron *in vitro* cierto grado de actividad. Dentro de estos inhibidores de enzimas digestivas de la broca del café cabe resaltar la alta actividad observada con una proteína procedente de *Phaseolus vulgaris* var. radical, inhibidora de amilasas, la cual adicionada a la dieta merídica en concentración del 1%, redujo significativamente el número y peso de los estados biológicos producidos a los 30 días de infestación. La reducción en el peso de la progenie emergida, especialmente de los huevos y larvas que es el estado que consume mayor cantidad de sustrato fue notoriamente significativa (Tukey 5%). La mortalidad fue alta con respecto al testigo. Cuando la progenie obtenida se utilizó para reinfestar nueva dieta sin inhibidor, se observó que la broca no se sobrepuso a los efectos causados anteriormente, presentándose diferencias significativas en el número, peso y mortalidad de los adultos con respecto al testigo (Tukey 5%). Cabe destacar otro grupo de proteínas con actividad inhibitoria sobre la broca en dieta, extraídas de *Erythrina poeppigiana* y una especie de *Phaseolus*.

Otras Actividades

Cooperación Científica: La disciplina de

Entomología llevó a cabo actividades de cooperación científica con Agrevo, Biocontrol, Colciencias, Convenio ICO-CFC-IIBC, Fundación Mariano Ospina Pérez, Monsanto, Mycotech, Universidad Católica del Oriente, Universidad de Cornell y Vecol. Además se prestó asesoría a cinco laboratorios involucrados en la producción masiva de parasitoides: Agrobiológicos, Agrocafé, Biocafé, Biomontenegro y Bionorte.

Transferencia de Tecnología: en relación con transferencia de tecnología sobre el control de la broca del café al Servicio de Extensión de la Federación, cafeteros, estudiantes y otros organismos nacionales y extranjeros se atendió un total de 37 visitas en el Centro. En los dos últimos meses esta actividad fue mayor debido a que se ofreció capacitación en broca a los nuevos empleados del Servicio de Extensión de los Comités del Valle, Cauca, Cundinamarca, Risaralda y Quindío, que en total fueron cerca de 170 extensionistas.

Publicaciones: se produjeron 3 brocartas, 13 artículos científicos, un boletín técnico, un Avance Técnico y 25 resúmenes publicados durante el XXV Congreso de Socolen. Además se terminó la edición de un libro sobre el "Manejo integrado de la broca del café".

ENFERMEDADES DEL CAFÉ

MANCHA DE HIERRO DEL CAFETO *Cercospora coffeicola*.

Se evaluó la variabilidad morfológica, patogénica y molecular entre once aislamientos de *Cercospora coffeicola* Berk. y Cooke., agente causante de la mancha de hierro del cafeto, provenientes de diversas zonas cafeteras de Colombia, mediante el estudio de sus tasas de crecimiento micelial, pruebas de patogenicidad y técnicas de biología molecular (RAPDs). La importancia de los estudios de variabilidad radica en la necesidad de conocer la estructura genética de las poblaciones de fitopatógenos, con el fin de adoptar medidas eficaces para su control.

Los aislamientos provenientes de la zona cafetera de Caldas y Quindío mostraron un alto crecimiento micelial, así como una elevada patogenicidad en plantas de almácigo. Los resultados de las pruebas de patogenicidad en hojas y frutos desprendidos no pudieron asociarse con el origen geográfico de los aislamientos. Para las pruebas moleculares (RAPDs) se utilizaron 30 iniciadores de secuencia aleatoria, de 10 pares de bases, todos los cuales revelaron polimorfismos entre los diferentes aislamientos de *C. Coffeicola*. En esta investigación también se logró estandarizar la técnica de RAPDs, como una valiosa herramienta en la diferenciación y determinación de la variabilidad de aislamientos de *C. Coffeicola*.

En cuanto al control químico de la mancha de hierro del cafeto en frutos, se corroboró la información experimental, en la cual este control es posible mediante la aplicación de tres aspersiones consecutivas y con intervalo de un mes entre ellas, de la mezcla fungicida Bayleton+Oxicloruro de cobre+aceite Carrier, iniciando las aspersiones tres meses después de la floración principal. Este programa de control en cultivos susceptibles, evita un 15% de pérdidas en producción. Descontando los costos derivados del control de la enfermedad, se evitaría la pérdida de \$1.263.396/ha/ año.

Una consecuencia muy importante derivada de esta investigación, consiste en la opción que tendría el caficultor de poder planificar programas de control simultáneos no sólo de la mancha de hierro, sino también de la roya del cafeto, en variedades susceptibles a ambas enfermedades, con la consecuente reducción de los costos de control de ellas. En áreas ecológicas donde se presenta ataque de mancha de hierro en frutos de café e independientemente del manejo agronómico, en los primeros dos años de establecido el cultivo, se evidenció mayor ataque y pérdidas en producción por efecto de la enfermedad, en la variedad Colombia, que en la variedad Caturra. También se observó alta variabilidad entre árboles en incidencia y severidad del ataque en frutos, de la variedad Colombia, lo cual permite sugerir que en esta variedad, existe un rango muy amplio de susceptibilidad a la enfermedad, lo cual facilitaría la selección de los menos susceptibles.

NEMATODOS: *Meloidogyne* spp.

Control Químico. Una nueva formulación de un nematicida conocido como Fosthiazate 10 G. de la Compañía Americana ISK Biosciences, evaluado en la etapa de almácigo de café, resultó efectivo en el control de nematodos del género *Meloidogyne*. El nematicida Fosthiazate 10 G., mostró ser fitotóxico en todas las dosis evaluadas, por lo cual, no es recomendable su utilización para el manejo integrado de nematodos en la etapa de almácigo. En este mismo experimento, se determinó el bajo efecto nematicida de una formulación comercial de Furadan 3% G., producto recomendado por CENICAFÉ para el manejo integrado de nematodos, en la etapa de almácigo. Esta información deberá ser corroborada experimentalmente, con base en un muestreo a escala nacional de este agroquímico.

Metodología de evaluación de la resistencia a nematodos del nudo radical (*Meloidogyne* spp.) en *Coffea* spp. y evaluación de germoplasma de café. A través de pruebas de hospedantes diferenciales, se encontró que las especies presentes en la población en estudio fueron: *Meloidogyne javanica* y *Meloidogyne arenaria* (raza 2). Con la técnica de patrones perineales se confirmó la presencia de estas dos especies y se observaron además patrones de *Meloidogyne incognita*. Con la prueba de diferenciales se descarta la posibilidad de encontrar *Meloidogyne incognita* razas 1,2,3 y 4; ésto puede indicar que la especie involucrada en la población estudiada en el presente trabajo, puede ser la que VILLALBA, D.A., 1980 y CANO, A. y GIL, L.F., 1980, denominaron *Meloidogyne incognita* raza 5; debido a que no colonizó raíces de pimentón, algodón y maní. Es importante señalar que la especie que predominantemente infecta raíces de patilla es *Meloidogyne incognita*; en tabaco predomina la especie *Meloidogyne javanica*. En tomate las especies *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica* se encuentran en igual proporción. Estos resultados pueden ser de gran utilidad para estudios posteriores de identificación de especies de *Meloidogyne*, especialmente para la aplicación de técnicas moleculares, debido a que se podría obtener inóculo de estos diferenciales.

En el ensayo desarrollado para determinar la con-

centración de inóculo adecuada para inocular germoplasma de café, se observó que utilizando concentraciones de 1500 huevos/planta hasta 2500 huevos/planta en ambos medios (agua y cloruro de sodio), se pudo obtener un mayor porcentaje de plantas con el mayor grado de infección (6), siendo más alto el número de plantas infectadas utilizando cloruro de sodio para mantener la viabilidad de los huevos; por tanto, resulta adecuada una concentración de 1500 huevos/planta en cloruro de sodio; ya que en éste se conserva mejor la viabilidad del inóculo, especialmente si el número de plantas para inocular es alto, como en el caso de evaluaciones de resistencia a nematodos del género *Meloidogyne* en germoplasma de café. Esto facilita además el manejo del número de plantas para la multiplicación y mantenimiento del inóculo bajo condiciones de invernadero; ya que a mayor concentración de inóculo se requiere un mayor número de plantas, más espacio y más personal disponible para el desempeño esta actividad.

Control biológico. En diferentes regiones cafeteras del país se observó parasitismo natural, entre 6,4% y 65,4% de los hongos *Paecilomyces lilacinus* y de *Verticillium* spp., sobre diferentes especies de *Meloidogyne*. En pruebas *in vitro*, todos los aislamientos evaluados, independientes de la región de procedencia, mostraron ser parásitos a huevos de *Meloidogyne*, con valores que oscilaron entre el 40 y el 78%. También se pudo observar como los aislamientos de *Paecilomyces* presentaron diferente reacción en medio de cultivo, a fuentes de carbono y nitrógeno, así como variación en sus tasas diarias de crecimiento micelial diametral, indistintamente de su procedencia geográfica. La amplia colección de aislamientos obtenidos y las innovaciones introducidas a los procesos de aislamiento, permitieron corroborar la existencia de controladores biológicos del nematodo del nudo radical en la zona cafetera, la abundancia de éstos y su posible diversidad.

ROYA DEL CAFETO (*Hemileia vastatrix*)

Identificación de razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix*. Las evaluaciones realizadas, evidencian la presencia en la zona cafetera central de variantes

del hongo con genotipos de virulencia complejos, que no atacan los hospedantes diferenciales conocidos y que afectan, con incidencia variable entre y dentro de materiales, el 72% de los linajes rojos y el 90% de los linajes amarillos que actualmente aportan semilla para la conformación de la Variedad Colombia. Lo anterior explica, en parte, la presencia de la enfermedad en lotes comerciales de plantas resistentes, la cual, en algunos casos, alcanzó el 100% de las plantas. En los lotes se detectaron diferencias en incidencia entre las plantas afectadas (entre 0 y 78%); estas indican: presencia de segregantes del grupo E, quiebra de la resistencia vertical por la presencia del genotipo compatible del hongo, presencia de resistencia horizontal o inicio de la adaptación del hongo, y presencia de resistencia vertical a los genotipos del hongo presentes en el lote.

El seguimiento de la evolución de la enfermedad, en lotes experimentales de Cenicafé, demostró que debido a la diversidad genética presente en ellos, la enfermedad es un proceso lento que depende del incremento del inóculo en las plantas afectadas para alcanzar sus niveles máximos. Lo anterior implica para lotes comerciales un seguimiento de los niveles de infección, especialmente en años de cosecha abundante, para la toma de decisiones de control.

La presencia de roya en el diferencial para el grupo fisiológico de resistencia 2, sugiere la presencia de la raza XXIX (V5,6,7,8,9) o la raza XXX (V5,8): Actualmente se realizan los análisis para la identificación de esa nueva raza. En el CIFC-Portugal se trabaja en la identificación de nuevos genes de resistencia presentes en los catimores y en ella se utiliza uno de los aislamientos enviados por Cenicafé.

Caracterización celular de razas.

Detección de proteínas en interacciones compatibles e incompatibles de *Hemileia vastatrix* - *Coffea* spp. El patosistema *Hemileia vastatrix*-*Coffea* spp, es regido por interacciones gen a gen, cuya manifestación son las proteínas. El objetivo principal de este trabajo es determinar si en interacciones compatibles e incompatibles de la relación roya-café, existen sustancias de naturaleza proteínica que per-

mitan diferenciar entre las razas del hongo involucradas. Para la realización de este trabajo, se hace necesario estandarizar las condiciones de extracción de proteínas relacionadas con la patogénesis en café, determinar sus pesos moleculares y detectar posibles diferencias, mediante perfiles proteínicos, de proteínas de la matriz extracelular e intercelular, en interacciones compatibles (roya raza XXII (V5 V6) y café grupo fisiológico R (SH6)) y en interacciones incompatibles (roya raza II (V5) y café grupo fisiológico R (SH6)). Las condiciones para la extracción de proteínas relacionadas con la patogénesis en café, se estandarizaron con la utilización de Buffer Fosfato Salino 0,1 M pH 7,4, y la adición de inhibidores de proteasas, metaloproteinasas, antioxidantes y bloqueadores de fenoles solubles e insolubles; de igual forma, con el fin de obtener una adecuada resolución de bandas de proteínas en determinados rangos de peso molecular, se normalizaron las condiciones para la prueba de Bradford y corrida electroforética (proporción de Acrilamida/bisacrilamida, porcentaje del gel, condiciones eléctricas, entre otras). La similitud entre electroforegramas de proteínas para el período de incubación en interacciones compatibles e incompatibles, permitió concluir que las proteínas de café involucradas en el reconocimiento de razas de roya, son elicitadas o aparecen antes de este período. Se realizaron extracciones de proteínas 0, 2, 4, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 48, 72, 96, 120, 168, 216, 264, 312 y 360 horas después de la inoculación y se encontraron diferencias cuantitativas y cualitativas entre y dentro de las interacciones evaluadas. Actualmente se analiza la naturaleza de las modificaciones en los perfiles electroforéticos dentro de cada interacción, para continuar con la transferencia a membranas de tales proteínas y proceder a su secuenciación.

Resistencia incompleta. Comparados con los trabajos de invernadero y campo, los ensayos de laboratorio permitieron discriminar más ampliamente las diferencias en resistencia incompleta presentes en los materiales evaluados. Sin embargo, la influencia del ambiente en este tipo de resistencia, los señala como útiles para una selección rápida y temprana de materiales, la cual debe ser complementada con evaluaciones en invernadero o campo. Los componentes que mejor describieron el grado de

resistencia en condiciones de laboratorio fueron: Período de Incubación (PI), Período de Latencia (PL) y tamaño de lesión y en condiciones de campo, PI, PL y densidad de esporulación.

LLAGA MACANA (*Ceratocystis fimbriata*).

En el Departamento de Caldas se registraron 254 fincas con problema de llaga macana. De éstas se visitaron 96 fincas en 12 municipios: Manizales, Villamaría, Chinchiná, Palestina, Risaralda, Anserma, Supía, Pensilvania, Manzanares, Salamina, Aranzazu, Filadelfia. Se registró un total de 34,25 has. de café de diferente edad con ataque de llaga macana en 89 fincas, mientras que en las 7 restantes se trataba de ataque de llaga negra (*Rosellinia bunodes*) y llaga estrellada *R. pepo*. Las pérdidas ocasionadas por la enfermedad como efecto directo sobre la producción durante un año se estimaron en \$203'919.135, mientras que para la recuperación de lotes afectados los costos fluctuaron entre \$ 3.580 por la resiembra de 25 árboles hasta \$1'934.550 para la resiembra de 13.500 árboles muertos. Se determinó que la pendiente del terreno es el principal factor que directamente incide sobre la enfermedad, así, en el 64.02% de las fincas, la principal causa de ataque de macana se debió dicha condición, debido al pisoteo en la base del tallo, sitio por donde penetra el patógeno. Le siguen en importancia la práctica de zoqueo, en cuyo caso se estimó que el 15% de las fincas fueron afectadas durante el zoqueo. Le siguen, prácticas como descope (7,86%), desbajere (2,24%), heridas por guadaña (2,24%) y finalmente el ataque de una posible raza o forma especial de *C. fimbriata*, que causa síntomas primarios en el cilindro central en forma ascendente desde raíz, causando igualmente la muerte de árboles, en el 7,86% de las fincas visitadas.

En cuanto al grado de conocimiento del problema se encontró que, teóricamente 80% de los caficultores entrevistados dijeron saber sobre la enfermedad; sin embargo, durante el transcurso de la visita se constató que únicamente el 24,75% de ellos sabían perfectamente diagnosticar la enfermedad y su adecuado manejo. El 33,7% tiene un mediano conocimiento, el 36% no tenía la menor idea de la

existencia del problema; y el 5,6% de los caficultores demostraron confundir llaga macana con "llagas radicales".

En relación con la adopción de recomendaciones para el manejo de llaga macana, el 31,4% de los caficultores dijeron saber su control. Sin embargo, en la práctica, únicamente el 18% de ellos aplicaron las recomendaciones correctamente. Entre las causas de la ausencia de control preventivo, el 74,5 % de los caficultores mencionaron no haber recibido dicha instrucción; al 7% les parece una práctica costosa y el 17,7% cree que no es importante.

Con el fin de estandarizar métodos para el estudio morfológico y molecular de aislamientos de *C. fimbriata* se realizaron ensayos de laboratorio, utilizando 10 aislamientos puros. Se observaron diferencias en crecimiento micelial y producción de peritecios, pero no al nivel de las dimensiones de peritecios y formas asexuales de los aislamientos.

No obstante que los resultados de las pruebas moleculares mostraron inconsistencia, debida al bajo número de repeticiones, se evidenció muy poco polimorfismo entre los 10 aislamientos. Los procedimientos estandarizados en éste trabajo ayudarán en el futuro a un mejor estudio de la diversidad genética y la estructura de la población de éste hongo, tanto en café como en otras especies.

MICORRIZAS

Endomicorrizas asociadas al café. El sistema de inoculación de plantas de café con un variado número de esporas de *Glomus manihotis* (desde 500 hasta 4000) fue eficiente para lograr niveles promedio de colonización de 38% e incrementar sustancialmente el crecimiento y desarrollo de las plantas en relación con las plantas sin la endomicorriza. Este sistema de inoculación con esporas, aunque no mostró diferencias estadísticas con las plantas inoculadas con 2 g. de inóculo completo por chapola, sí las benefició con un mayor crecimiento. Otro inóculo comercial de endomicorrizas diferente al evaluado en el año de 1997, mostró ser promisorio en la colonización de raíces de plantas de café variedad Colombia, con

una gran efectividad sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Glomus manihotis* confirmó los beneficios de la simbiosis en plantas de café.

Cuatro patrones de cítricos Citrumelo, Carrizo, Troyer y Fly Dragon mostraron una alta susceptibilidad a la colonización por *Glomus manihotis* con niveles de colonización en las raíces entre 73 y 89%. En Citrumelo se presentaron diferencias estadísticas en la variable crecimiento entre plantas colonizadas y no colonizadas por el hongo. El patrón donde se reflejó en menor proporción el crecimiento de las plantas a pesar de la alta colonización fue Fly Dragon.

MANCHA MANTECOSA (*Colletotrichum gloesporioides*)

La inoculación de callos de plantas resistentes y susceptibles a *C. gloesporioides*, obtenidos por embriogénesis somática, permitieron detectar mayor contenido de proteínas en el callo resistente inoculado con micelio y diferencias en la presencia de bandas, en sus patrones electroforéticos, entre los materiales evaluados. Estos resultados sugieren que se produce síntesis de proteínas en los materiales resistentes, debido al ataque del hongo.

Se puso a consideración del Comité de Investigaciones el proyecto PAT 1008-Estudios sobre biología epidemiología y control de *Colletotrichum kahawae*, agente de la enfermedad de las cerezas del café (ECC), en condiciones de laboratorio y campo, el cual permitirá adquirir los conocimientos necesarios sobre este hongo, fundamentales para planear con anticipación las estrategias para su manejo.

ENFERMEDADES Y PLAGAS EN LAS ORQUÍDEAS

Se obtuvieron 913 aislamientos de hongos que incluyen patógenos, contaminantes y no determinados, siendo identificados parcialmente cerca de 33 géneros. De éstos hongos, están registrados en la literatura como patógenos a orquídeas y a *Cattleya* spp. 8 géneros, de los cuales se obtuvieron cerca

de 115 aislamientos. En pruebas de patogenicidad en plantas de *Cattleya* spp., se lograron reproducir pudriciones secas, marchitamientos, manchas foliares y muerte de plantas, con los hongos *Fusarium* y *Colletotrichum*, mientras que para *Botryodiplodia*, se lograron reproducir manchas foliares.

En relación con las bacterias, se obtuvieron 53 aislamientos y se identificaron 22, de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, sin obtener confirmación de su patogenicidad. En cuanto a nematodos, no se encontraron especies fitoparásitas, pero si nematodos saprófitos del orden Rhabditida, en muestras en descomposición.

Respecto a los virus, se obtuvieron avances en el conocimiento del cultivo y manejo de 9 especies de plantas indicadoras, logrando reproducir lesiones locales al inocular muestras de *Cattleya* spp. con virus en *Gomphrena globosa*. Mediante la metodología ELISA, se diagnosticó el virus Mosaico del Cymbidium CyMV- Potexvirus, en el 52 % de las muestras evaluadas, el virus de la Mancha circular del Odontoglossum ORSV-Tobamovirus, en el 2 %, y la infección conjunta de ambos virus en el 9 % de las muestras seleccionadas y evaluadas. Partículas virales rígidas y similares a flexuosas, se observaron en tinción negativa en el microscopio electrónico de transmisión en el CIAT (Palmira).

La presencia de plagas fue menos frecuente, encontrándose el pulgón de las orquídeas *Cerataphis orchidearum* (Homoptera : Aphididae), escamas protegidas *Diaspis boisduvalii* y *Furcaspis bififormis* (Homoptera : Diaspididae), avispa del brote de la *Cattleya Eurytoma* sp. posible *orchidearum* y la avispa de la raíz posible *Eurytoma* sp. (Hymenoptera : Eurytomidae), hormigas *Pheidole* sp. (Hymenoptera: Formicidae), chinche (Hemiptera: Miridae), thrips (Thysanoptera : Thripidae), picudo de las flores (Coleoptera: Curculionidae - Cryptorhynchinae), y otros ocasionales.

Se adaptó la técnica de inclusión vegetal en resina Spurr y cortes en ultramicrotomo para el estudio histológico de *Cattleya*. Mediante estadística descriptiva, se realizó un prediagnóstico de las condiciones de cultivo y manejo de los cultivos visitados. Se trató de establecer relaciones concretas entre las

variables de clima, condiciones de cultivo y manejo sanitario, con la presencia de los distintos problemas muestreados, mediante un análisis factorial de componentes principales.

PATOLOGÍA MOLECULAR

Streptomyces albidoflavus en concentraciones del 50, 75 y 100% de medio de cultivo crudo, creciendo con actividad quitinolítica, afectó drásticamente chapolas de café e inhibió la germinación de *H. vastatrix*. El extracto puro aplicado en cada uno de los grados de desarrollo de la lesión ocasionada por roya, no impidió su desarrollo hasta la esporulación y tampoco inhibió el crecimiento de colonias de *C. gloeosporioides*. Se continuará con la evaluación del efecto de extractos crudos y purificados, sobre otros microorganismos asociados al café.

ESTUDIO DE UNA NUEVA ENFERMEDAD DE ETIOLOGÍA VIRAL EN EL CULTIVO DEL CAFÉ.

Trabajos de investigación inter-institucional (CENICAFE, CIAT, UNIVERSIDAD DE CALDAS, CORPOICA, CENICANÍA) realizados hasta el momento, descartan la presencia del virus BSV, o de cualquier otro Badnavirus en café, de las variedades Caturra, Colombia y Típica en muestras tomadas en los municipios de Andes (Antioquia) y Fusagasugá (Cundinamarca). La sintomatología de este nuevo disturbio es diferente a la ocasionada por problemas abióticos o bióticos ya conocidos en el cultivo del café en Colombia. Muestras con esta sintomatología presentan en tinción negativa y en cortes ultrafinos, en microscopía electrónica de transmisión, la existencia de partículas virales isométricas entre 50 y 60 nm de diámetro y viropalomas. Brotes de café injertadas muestran síntomas similares a los observados en campo y presencia en microscopía electrónica de transmisión de partículas virales del mismo tamaño y forma a las observadas en muestras de campo, lo cual estaría confirmando la naturaleza viral del problema.

DIAGNÓSTICOS FITOSANITARIOS

Se realizaron visitas de diagnóstico a cultivos de café, papaya, guamo y manzano en fincas de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Antioquia, Cundinamarca, Norte de Santander, Cesar y Santander donde fueron detectadas y recomendadas medidas de control para las siguientes enfermedades:

• Café

Mancha de hierro - (*Cercospora coffeicola*)
Llaga macana - (*Ceratocystis fimbriata*)
Roya del cafeto - (*Hemileia vastatrix*)
Mancha mantecosa - (*Colletotrichum gloeosporioides*)
Llagas radicales - (*Rosellinia bunodes*)
Virus en café
Daño en almacigos por herbicidas.

• Papaya

Daños en la raíz ocasionado por materia orgánica no descompuesta.

• Manzano y Guamo

Muerte de árboles a causa de *Ceratocystis fimbriata*.

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA

Selección por resistencia completa a la roya. En el último año fue notable la presencia de nuevas razas de roya atacando a una proporción importante de los materiales en estudio. Las siguientes actividades se destacan dentro de las desarrolladas para estudiar y contrarrestar la situación mencionada.

Posibles nuevos componentes de la variedad Colombia. 151 progenies de C x H. de T. de diferente origen se estudiaron en 3 experimentos sembrados en 1992, los cuales completaron un ciclo de selección (4 cosechas) y en otros 2 sembrados en 1993,

en los que se obtuvo la tercer cosecha. Las 99 progenies que finalizaron su estudio forman un grupo muy productivo, con promedio de 616 @ cps/ha-año. La producción se encontró asociada positivamente con la altura de las plantas. Se seleccionaron dos poblaciones, una con producción y altura estadísticamente iguales a Caturra, y otra altamente productiva (media de 720 @ cps/ha-año) sin considerar su altura. Esta última población podría recomendarse para plantaciones con ciclos cortos de renovación, posiblemente de 3 cosechas. Las características del grano de las 99 progenies son excelentes: vaneamiento y granos caracol, cada uno inferiores a 7 % y tamaño del grano mayor de 80 % de café supremo. Aunque la mayoría de estas progenies son atacadas por las nuevas razas del hongo, sus niveles de ataque son bajos y permiten obtener producciones económicamente rentables.

Los materiales que completaron 3 cosechas provienen de fuentes de resistencia diferentes a las usadas para desarrollar la variedad Colombia, y de cruzamientos entre híbridos simples resistentes. Varias de las progenies estudiadas presentan resistencia completa, útil para aumentar la diversidad genética de la población básica. En general, son materiales altamente productivos, con promedios superiores a las 450 @ cps/ha-año y con excelentes características del grano.

Evolución de la roya y producción de progenies de Cat. x H. de T. que perdieron la resistencia, sembradas en parcelas de gran tamaño. Progenies resistentes y susceptibles a las razas existentes en 1993 se mezclaron en diferentes proporciones y se sembraron en parcelas de 180 plantas cada una, A partir de 1995 se hizo evidente la presencia de nuevas razas del hongo y ya para 1998 la totalidad de

las plantas era susceptible. La incidencia de la enfermedad, medida por una escala de 9 puntos, mostró que los niveles de ataque son bajos y siguen el patrón de los materiales que poseen resistencia de tipo incompleto, comúnmente observada en materiales de origen similar. La producción media en 3 cosechas ha sido de 535 @ cps/ha-año, cantidad alta y económicamente rentable que demuestra que la enfermedad no está afectando la producción, probablemente por estar protegida por resistencia del tipo incompleto.

La conclusión principal es que la diversidad genética usada como estrategia básica de mejoramiento para desarrollar los materiales de este proyecto, representada por la presencia de genes de resistencia completa e incompleta en la población, parece estar actuando eficientemente para disminuir el efecto de la enfermedad, sin recurrir al uso de fungicidas.

Selección por resistencia incompleta a la roya del café.

1. Evaluación regional de progenies de (C x H.T.) seleccionadas por resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix*.

Veinte progenies seleccionadas en la Estación Central Naranjal por resistencia incompleta a la roya, concluyeron su evaluación agronómica en cuatro localidades. Los valores de la producción por año (@/Ha de cps) mostraron que las mayores se registraron en la Catalina (462) y Paraguaicito (415), intermedias en el Rosario (322) y en Santa Bárbara (294). La productividad media fue similar a la registrada en las variedades Caturra con control de roya y Colombia en los mismos ambientes.

Localidad	N1 prog.	Roya	Altura	Producción (@/Ha-año)		
		(0 - 9)	planta(cm)	Progenies	Colombia	Caturra
Catalina	20	2,1	257	460	463	450
Paraguaicito	20	2,3	261	417	396	400
Rosario	20	-	192	365	395	389
Sta. Bárbara	20	1,8	207	289	299	286

La variación en la altura de planta se relacionó directamente con la producción: mayores valores en Paraguaicito y la Catalina, y menores en Santa Bárbara y el Rosario. El progreso de la roya en períodos favorables a la enfermedad fue lento. Los grados más altos de incidencia de la enfermedad se ajustaron plenamente al criterio establecido para la selección. La producción de café supremo del promedio de las 20 progenies fue 74%, similar al de las variedades Típica y Colombia. Se dispone de un material productivo, muy valioso por la resistencia incompleta que posee que les permite producir similarmente a las variedades Caturra protegida con químico y Colombia con resistencia completa a *Hemileia vastatrix*.

2. Evaluación preliminar del pool genético primario de *C. arabica* por resistencia incompleta a *H. vastatrix*.

Germoplasma de *C. arabica*, recolectado en Etiopía por la misión de la FAO, selecciones del Orstom, selecciones del Congo Belga y algunas especies diploides se están evaluando en experimentos de campo por resistencia a la broca y a la roya del café. Los materiales se encuentran sembrados en una serie de experimentos localizados en las Subestaciones Experimentales de Supía (Caldas) y

la Catalina (Risaralda). Los materiales experimentales se sortearon en surcos y paralelos a éstos, como fuente de inóculo se intercalaron surcos de variedad Caturra. La resistencia incompleta a *H. vastatrix* se evalúa bajo condiciones de infección natural favorecida por la fuente de inóculo, a través de medidas periódicas del progreso de la enfermedad y la defoliación registradas en la región productiva de las plantas. También con el empleo de la escala de campo se aprecia la incidencia de la enfermedad.

Los resultados muestran que existe variación en la proporción de la enfermedad registrada en las plantas, con relación al testigo susceptible (V. Caturra). Preseleccionando conjuntamente por la proporción de incidencia y defoliación consecuente, se dispone del 20% de las introducciones evaluadas como material promisorio por resistencia incompleta a *H. vastatrix*.

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

En 1998 se inocularon en el CIFIC 27 progenies de Cat. x H. de T., con 4 aislamientos de *C. kahawae* y en 19 de ellas se determinó resistencia a 1, 2 ó 3 de esos aislamientos. La resistencia más frecuentemente observada fue contra el aislamiento de Malawi (70 % de los casos), mientras que ninguna de las proge-

Genotipos	N1	Variable	Fb	Año 1998			
				Mz	My	Jl	
Promisorios	68	Incidencia de Roya (%)	0,0	1,2	3,5	5,8	
		Rango	0	0 - 5	2 - 10	3 - 10	
		Defoliación(%)	22,7	47,0	69,5	85,7	
		Rango	14 - 29	37 - 58	58 - 77	79 - 90	
Caturra	6	Inc. Roya (%)	2,5	23,8	48,2	74,7	
		Rango	0 - 6	2 - 66	17 - 73	44 - 94	
		Defoliación(%)	6,7	20,0	51,7	80,8	
		Rango	2 - 11	13 - 30	35 - 82	71 - 97	

nies mostró poseer resistencia contra el aislamiento de Camerún, tal como se había observado en materiales probados en años anteriores.

La resistencia, o la susceptibilidad, está asociada a determinados progenitores, lo cual sugiere que depende de factores hereditarios, aspecto positivo para el avance de la selección. Entre los materiales probados en el CIFIC en 1997 y en 1998 se completaron 44 progenies con resistencia a 1 ó más aislamientos de *Colletotrychum*. Catorce de estas progenies poseen resistencia completa contra las razas de roya existentes en Colombia, y 30 restantes tienen elevados niveles de resistencia incompleta. Esto demuestra que la selección practicada hasta el momento está permitiendo reunir resistencia contra las dos enfermedades más limitativas de la caficultura, como son el CBD y la roya. Los materiales que recombinan la resistencia contra estas dos enfermedades, poseen excelentes características agronómicas y de grano, lo cual representa una ventaja significativa porque podrían ser utilizados en un término relativamente corto.

Se inició la evaluación de la resistencia en condiciones de campo, gracias al acuerdo celebrado con Zimbabwe. Se enviaron 38 genotipos para instalar en ese país 2 experimentos. Los materiales se encuentran en etapa de almacigo y su desarrollo ha sido normal.

Conservación y evaluación de germoplasma de café. Dentro de las actividades realizadas en este año cafetero se incluyen la recopilación y sistematización de la información de pasaporte, mantenimiento y evaluación de las introducciones sembradas en el experimento MEG05.16 (Etiopía II) y la programación de actividades de manejo. Este lote se encuentra sembrado con 120 introducciones silvestres o semisilvestre de la prospección a Etiopía de la FAO y es un recurso genético de gran valor de la especie *C. arabica*. De igual forma se recopiló la información relativa al origen, y evaluaciones del experimento MEG05.10 (Banco de Germoplasma I), sembrado con plantas seleccionadas en antiguos experimentos de la disciplina y se programaron actividades de mantenimiento, siembra de híbridos interespecíficos para evaluación y eliminación de plantas duplicadas, que no corresponden al

genotipo o sin interés actual. Se propagaron y se llevaron a la colección nuevos clones de plantas seleccionadas en diferentes experimentos de la disciplina: Son clones de diferentes generaciones con buenas características agronómicas y resistencia a roya. Además se realizaron diversas actividades de mantenimiento en los materiales en colección y se mantuvieron actualizadas las bases construidas. Dentro de los proyectos MEG08.00 y MEG06.00, se continuaron evaluando para resistencia a Broca y Roya diferentes introducciones.

Crioconservación de embriones somáticos y cigóticos de café. Crioconservación usualmente se refiere al uso de temperaturas muy bajas para la preservación de materiales biológicos. Técnicamente la crioconservación es el congelamiento entre -79°C y -196°C . Recientemente, en algunos centros experimentales se han iniciado estudios de crioconservación de embriones de café, con resultados promisorios pero variables. Este trabajo describe la importancia de varios parámetros que pueden afectar la criohabilidad de embriones cigóticos y somáticos de café.

En la primera parte se estudia la deshidratación de los embriones utilizando diferentes métodos antes de ser introducidos en nitrógeno líquido, para de esta forma reducir el agua cristalizable dentro de los tejidos y minimizar los perjuicios causados por la congelación. En la segunda parte se describen los procesos de recuperación de los embriones que fueron congelados, y los diferentes factores que pudieron afectar su viabilidad.

Los resultados más promisorios se lograron congelando embriones cigóticos adheridos a semillas previamente secadas a la sombra, posteriormente descongelaadas y puestas a germinar *in vitro*. De esta forma se obtuvo un 54 % de germinación. En el caso de los embriones somáticos los porcentajes de germinación han sido más bajos (26 %), lo cual sugiere la necesidad de ensayar otros métodos de criopreservación, tales como encapsulación-deshidratación, vitrificación, etc.

Mejoramiento por hibridación interespecífica en café. Se presentan los informes de los experimentos MEG06.37 y MEG06.41. El objetivo del prime-

ro fue estudiar las características agronómicas y la resistencia a la roya de ocho progenies avanzadas de Padang x *C. eugenoides* y de cinco progenies de híbridos con *C. canephora* provenientes de plantas a las cuales se les hizo rescate de embriones. Las progenies estudiadas mostraron buenas características agronómicas, excepto algunos problemas de vigor y conservan altos niveles de resistencia a roya, lo cual es consistente con lo observado en progenies con genealogía similar seleccionada en diferentes experimentos. Por lo anterior y por lo avanzado de la generación se seleccionaron muy pocas plantas para conservación, las cuales no pueden ser usadas directamente pero sí en cruzamientos con variedades vigorosas o con variedad Colombia.

En el MEG06.41 se estudiaron progenies F2 y F3 de RC1 Y RC2 provenientes de tres progenitores seleccionados de *C. canephora*. Al final, la mayoría de las progenies evaluadas conservaron un alto nivel de resistencia parcial a roya, buena producción, altura similar a Caturra y un tamaño de grano medio. Otras características, relacionadas con la uniformidad y la fertilidad, deben mejorarse al avanzar las generaciones.

Propagación y producción de semilla de Variedad Colombia. En cumplimiento de los planes de renovación de los campos productores de semilla para estabilizar la producción de la misma en 50.000 a 60.000 kilos por año, en 1998 se sembraron 40.000 plantas en las Subestaciones Experimentales de Maracay y el Rosario, con progenies constituyentes de la variedad. También se suministró la semilla básica de los nuevos componentes de la variedad para cubrir las necesidades de la renovación en 1999 en los campos de Maracay y la Trinidad, consistente en la siembra de aproximadamente 50.000 plantas adicionales.

De la nueva composición genética de la variedad vale destacar los valores medios del tamaño del grano, en los progenitores, superiores al 80% de café supremo.

La evaluación permanente de la evolución de las razas compatibles de *Hemilea vastatrix* sobre los materiales básicos de Variedad Colombia, mostró

que están ocurriendo cambios importantes en la población del patógeno que primordialmente deben atribuirse a la aparición de nuevas razas.

Búsqueda de fuentes de resistencia genética a la broca (*Hypothenemus hampei*), en germoplasma de café. En dos años de evaluación de broca en campo de los experimentos MEG08.08 al MEG08.14, en los que se están evaluando introducciones de la colección de la Fao a Etiopía y algunas introducciones americanas, se evaluó el peso y el porcentaje de frutos brocados por pase de recolección y el acumulado para los dos años. Los resultados confirman: 1) La efectividad del procedimiento de campo para obtener altos porcentajes de infestación que junto con la distribución aleatoria de las diferentes progenies evitan escapes; 2) La ausencia de niveles de resistencia cercanos a la inmunidad (menos del 10% de frutos brocados); 3) Menor ataque de la plaga sobre algunas progenies especialmente las provenientes de introducciones etíopes. 4) La mayor susceptibilidad de las variedades comerciales Caturra, Colombia y Típica las cuales tienen niveles de infestación similares.

Evaluación y optimización de la embriogénesis somática en genotipos seleccionados derivados del cruzamiento *C. arabica* var. Híbrido de Timor. Se realizó la clasificación de la capacidad embriogénica de los genotipos componentes actuales de Var. Colombia, encontrando que vía ESD únicamente el BI.625 y el BH.813 tuvieron capacidad embriogénica alta. El DH.4, CX.1812 y CX.2720 mostraron capacidad media y el resto de los genotipos presentaron una respuesta baja descartándose para transformación genética. Vía ESI el BI.625 mostró un porcentaje embriogénico de 42%, el cual puede considerarse aceptable para regeneración embriogénica, ya que por esta vía la repuesta embriogénica de todos los genotipos evaluados disminuyó, en comparación con los años anteriores. El CX.1812 tuvo capacidad media y el resto de genotipos mostraron una capacidad baja. Durante este año se continuó con la evaluación de estos materiales debido a que es necesario realizar mínimo dos evaluaciones de cada genotipo para determinar la capacidad embriogénica, independiente de la época de recolección del material vegetal.

Los genotipos control (BK.50, BK.620 y BI.698) de capacidad embriogénica alta suficientemente comprobada en las evaluaciones realizadas desde 1993, corroboraron su condición de capacidad alta. Además se evaluó el efecto de la época de recolección del material vegetal en la respuesta embriogénica de éstos. Encontrando que la mejor época varía según el año, el genotipo y la vía embriogénica.

Además, en Naranjal no existen condiciones climáticas limitantes para el desarrollo de la planta de café, por lo que no es posible establecer relaciones entre las épocas de crecimiento vegetativo y los elementos climáticos. Las diferencias en la respuesta embriogénica de los genotipos esta relacionada con el origen genético del material.

Evaluación y optimización de la embriogénesis somática en genotipos seleccionados derivados del cruzamiento *C. arabica* var. Híbrido de Timor. Se evaluó la capacidad embriogénica de 11 genotipos derivados del cruzamiento de *C. arabica* var. Caturra x Híbrido de Timor, por las vías de embriogénesis somática directa (ESD) y embriogénesis somática indirecta (ESI). Se utilizó un procedimiento desarrollado en este proyecto, en el que se optimizó los parámetros como medio de cultivo, tiempo de subcultivo, medio de inducción sólido o líquido, época de recolección. Los genotipos seleccionados fueron sembrados en dos fechas por las dos vías en épocas dierentes del año. Encontrándose en los resultados preliminares o evaluación de la primera lectura, que la respuesta embriogénica de estos genotipos fue muy baja o recalcitrantes.

Contribución al desarrollo de sistemas de transformación genética para la obtención de plantas resistentes a la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Como parte de la evaluación de nuevos genotipos que puedan ser utilizados en el proceso de transformación de protoplastos. En el presente trabajo se establecieron suspensiones celulares, a partir de callos embriogénicos, de los genotipos BI.698, BK.50, BK.620 y BI.302, componentes de la var Colombia. Se evaluó el tiempo de establecimiento de las suspensiones celulares para cada

genotipo y se realizaron las respectivas curvas de crecimiento. De acuerdo con las curvas de crecimiento, los genotipos BI.698 y BK.50 fueron los que duplicaron el material inoculado en menor tiempo y alcanzaron el mayor volumen empacado de células al final de la fase logarítmica. A partir de las suspensiones celulares establecidas se aislaron protoplastos de los genotipos BK.50 y BI.698. Los protoplastos se cultivaron en cuatro densidades de siembra. En cada densidad se evaluó, el tiempo de aparición de las primeras divisiones celulares, el tiempo de aparición y el número de microcolonias y de microcallos. Para todas las variables evaluadas, los mejores resultados se obtuvieron en la densidad de $2,0 \times 10^6$ ppts viables/ml. En las distintas fases de este estudio y de acuerdo con las variables evaluadas los mejores resultados se obtuvieron con el genotipo BI.698.

Por otra parte, se inició el "screening" de la biblioteca de cDNA de semillas de café, var Colombia de 28 SDF. Inicialmente se utilizó DNA total de café digerido con algunas enzimas de restricción (*Bam*HI, *Hind*III, *Nsi*I, *Pst*I, *Sau*3AI y *Eco*RI). También se utilizaron dos sondas heterólogas (Gt1 y PhasO11) que corresponden a proteínas de reserva de semillas de arroz y frijol respectivamente. Con el fin de encontrar los sitios de corte que produjeran fragmentos del tamaño adecuado para el marcaje, se realizó un estudio de los mapas de restricción correspondientes a las diferentes sondas. Se utilizó el programa "genepro", en colaboración con el Instituto de Inmunología. Las sondas fueron marcadas con $\text{á}^{32}\text{PdCTP}$ ($250\mu\text{Ci}/\mu\text{l}$). El screening se realizó sobre 4.000 clones recombinantes en una alta densidad de placas (500 placas/caja). Mediante el screening con DNA total de café digerido se obtuvieron inicialmente 18 clones de bajo número de copias, que fueron subclonados en el vector pBluescript (KS). Actualmente se lleva a cabo la identificación de nuevos clones utilizando las sondas anteriormente descritas.

Biotecnología para el mejoramiento de variedades de café. Como parte del proyecto "Desarrollo de técnicas de mapeo molecular para café", se construyó una librería genómica de inserto pequeño a

partir de DNA del genotipo *Coffea arabica* var. Caturra autofecundado 1, y se rastreó con un oligonucleótido que contiene 9 repeticiones del motivo GA. Clones positivos fueron aislados y sometidos a un segundo rastreo con el mismo oligonucleótido para verificar la pureza del aislamiento. Un tercer rastreo fue hecho usando PCR para obtener información acerca del tamaño del inserto y de la localización del microsatélite dentro él. Se obtuvo la secuencia de DNA para 60 clones de interés, y se diseñaron primers específicos para cada clon; 24 pares de primers se probaron en el genotipo de variedad Caturra usado en la librería, verificando la amplificación por PCR de los correspondientes microsatélites. La frecuencia del motivo GA en el genoma de *C. arabica* fue de 0,45 %, similar a la frecuencia encontrada en arroz.

Estudio bioquímico y molecular de la principal proteína de reserva de la semilla del café.

Se realizaron nuevos avances sobre el estudio de los genes de la arabicina, principal proteína de reserva del café. Se logró clonar un fragmento de 2,5 kb localizado al lado 5' adyacente al gen de la arabicina que correspondió a la región del promotor de este gen. El análisis de este promotor mostró homología con el promotor de los genes de las leguminas 11S de *Glycine max* y *Pisum sativum*. Posee una caja legumina y una caja TATA y un elemento cuya secuencia consenso es CATGCAT lo cual es característico de otros genes de leguminas. realizaron nuevos avances sobre el estudio de los genes de la arabicina, principal proteína de reserva del café. Se logró clonar un fragmento de 2.5 kb localizado al lado 5' adyacente al gen de la arabicina que correspondió a la región del promotor de este gen. El análisis de este promotor mostró homología con el promotor de los genes de las leguminas 11S de *Glycine max* y *Pisum sativum*. Posee una caja legumina y una caja TATA y un elemento cuya secuencia consenso es CATGCAT lo cual es característico de otros genes de leguminas.

También se evaluó la presencia del gen de la arabicina en 10 especies y variedades diferentes de *Coffea*. Se logró determinar la presencia del gen en todas las especies seleccionadas y en un bajo número de copias (máximo 2). Este resultado difiere con lo que se ha encontrado en otros genes de

leguminas 11S donde generalmente se encuentra entre 5 y 10 copias del gen.

Los resultados de este análisis también mostraron que la organización estructural de los genes de la arabicina es muy conservada dentro de la mayoría de especies y variedades del género *Coffea*, exepctuando el caso de *Coffea kapakata*, *C. canephora* var. *conilón* y *Coffea eugenoides* donde se observó un patrón de organización diferente debido muy posiblemente a su procedencia evolutiva.

Se realizaron algunos experimentos preliminares relacionados con el papel que tiene la arabicina sobre características organolépticas del café bebida (Experimento BTE 06-03). Se estableció un protocolo preliminar para la degradación de la proteína. Los granos de café verde, sin el 80% (aprox.) de la arabicina, se sometieron a tostación y se midieron algunos parametros fisicoquímicos. Los resultados parciales mostraron que el café tostado y molido sin arabicina se diferencia mucho de un café normal.

Caracterización molecular de genotipos de café.

En este trabajo se ensayó por primera vez, la factibilidad de utilizar la técnica de RAPDs para caracterizar molecularmente genotipos de la colección de germoplasma de Cenicafé. Se probaron marcadores RAPD ligados a resistencia al CBD y su presencia en materiales producidos en Cenicafé. Se estudió la eficiencia de la técnica para seleccionar materiales promisorios utilizados en los proyectos de mejoramiento genético, que presentan alguna característica de interés como resistencia al CBD, la roya o la broca. Se logró la estandarización de una metodología de extracción de ADN de café que permite su amplificación por medio de la técnica de RAPDs (Random Amplified Polymorphic DNAs). De igual forma se estandarizó la técnica de RAPDs para lograr la amplificación de ADN de introducciones de la colección de germoplasma de Cenicafé.

Se evaluaron tres marcadores RAPD ligados al gen *T* de resistencia a CBD descritos por Agwanda et al. 1997. De estos marcadores fué posible reproducir la amplificación de dos de ellos, M6₂₀₂₇ y N18₂₅₀ en

algunos genotipos de café, pero no del marcador M20₈₃₀. Los marcadores M6₂₀₂₇ y N18₂₅₀ no fueron amplificados en algunos materiales de Híbrido de Timor, sugiriendo segregación del gen *T*. Sin embargo, este marcador fué amplificado en materiales derivados de la introducción CIFIC-1343, la cual ha sido utilizada en los programas de mejoramiento de Cenicafé para producir las diferentes líneas que componen la variedad Colombia.

El marcador M6₂₀₂₇ fué amplificado en materiales resistentes y susceptibles a CBD derivados del cruce entre el Híbrido de Timor y Caturra, sugiriendo que las pruebas de resistencia a CBD efectuadas en el CIFIC en Portugal determinan como susceptibles algunos materiales que podrían ser resistentes a algunos de los aislamientos de CBD usados en las pruebas. Esto sugiere que en las pruebas de patogenicidad del CIFIC se favorece el patógeno sobre el hospedante. Sin embargo, estos marcadores podrían ser usados para la selección de materiales a ser enviados al CIFIC ya que los materiales que presenten el marcador deben poseer el gen *T* de resistencia a CBD, proveniente del Híbrido de Timor.

Fue posible detectar polimorfismos entre el Híbrido de Timor y diferentes introducciones de *C. arabica* con tres de los iniciadores ensayados. Este polimorfismo puede ser útil para la construcción de un mapa genético con una población derivada de estos materiales.

Finalmente, se logró detectar variabilidad con marcadores RAPD en genotipos de *Coffea arabica* semi-silvestres provenientes de Etiopía. Estos genotipos son de interés ya que son los que presentan la mayor variabilidad genética de materiales de *C. arabica*, la cual puede ser incorporada en la variedad Colombia y otras variedades comerciales.

Capacidad discriminante de algunos metabolitos secundarios presentes en Variedad Colombia y otros genotipos de café. Se estudió la fracción diterpénica del grano de café verde de los genotipos: Variedad Colombia, Híbrido de Timor (Introducciones 1343, 2252, 832) F1 (primer generación del cruce de Caturra x Híbrido de Timor), *C. canephora* (Introducciones BP4, BP46 y centro 1) y las variedades Típica y Caturra de *C. arabica*. Se

establecieron las mejores condiciones de extracción y purificación de la fracción diterpénica. Se realizó la separación de los principales compuestos presentes por cromatografía en capa delgada y por dos sistemas de HPLC. Se compararon los compuestos presentes y se encontró que la Variedad Colombia y la F1 tienen una composición química similar a los cafés arabicas; no se encontraron diferencias cualitativas en los cafés canephoras estudiados; los Híbridos de Timor en general presentan una composición química parecida a los cafés arabicas, pero se encontró un compuesto presente solamente en el Híbrido de Timor introducción 2252 y ausente en el resto de genotipos.

ESTUDIOS FISIOLÓGICOS

FENOLOGIA DE LA PLANTA

Aplicación de la escala BBCH ampliada para la descripción de las fases fenológicas de la planta de café *Coffea* sp. La "escala BBCH ampliada" y su código decimal asociado se aplicaron para la descripción del crecimiento de la planta de café. La escala incluye 10 estados principales del crecimiento, los cuales se codifican de 0 a 9 y se inician con la germinación de la semilla o el desarrollo de brotes en las estacas o los tocones de las zocas (Estado 0). El crecimiento vegetativo se caracteriza por tres macroestados correspondientes al desarrollo foliar en el almácigo y en las ramas de plantas en el campo (Estado 1), la formación de ramas (Estado 2), y su elongación (Estado 3). El desarrollo de órganos vegetativos cosechables (Estado 4 de la escala general) no fué considerado porque no es característica del desarrollo de la planta de café. El crecimiento reproductivo representado por el desarrollo de la inflorescencia y de la flor se considera en el Estado 5 y la floración en el Estado 6. El desarrollo del fruto (Estado 7) y su maduración, Estado 8, completan el ciclo reproductivo. Los procesos de senescencia o envejecimiento de la planta se incluyen en el Estado 9 y completan la escala.

Los estados secundarios de crecimiento se enume-

ran también de 0 a 9 y corresponden a valores ordinales o porcentajes de desarrollo. Por ejemplo para el desarrollo de la hoja (Estado 1), al 5° par de hojas verdaderas se le asigna un valor de 5 y su código de identificación en la escala será de 15; para la elongación de la rama (Estado 3), cuando esta presenta 20 nudos se le asigna un valor de 2 y a su código de identificación en la escala un valor de 32; de esta misma manera, cuando un 10% de las flores están abiertas se le asigna un valor de 1 dentro del Estado principal 6 (floración) y se definirá como 61 en la escala; para la maduración de los frutos, el cambio de color fue el criterio considerado y así, el estado 88 corresponde a los frutos completamente rojos o amarillos y listos para ser recolectados. El código de estado 89 significa que los frutos están sobremaduros o en proceso de deterioro.

Esta escala será de gran ayuda a investigadores y cultivadores de café alrededor el mundo para planificar de manera más eficiente, experimentos y prácticas de manejo del cultivo.

CRECIMIENTO DEL CAFETO

Crecimiento del café en tres altitudes. Desde enero de 1996 se estudia a intervalos trimestrales y durante cinco años, la producción de materia seca y la incorporación de los nutrientes en los diferentes estadios del crecimiento y en los diferentes órganos aéreos (tallos, ramas, hojas y frutos) de la planta de café var. Colombia, sembrada a 1,42 x 1,2 m y a plena exposición solar. El trabajo se realiza en tres localidades que presentan características climáticas contrastantes por su posición altitudinal (1100, 1400 y 1900 m) y ubicadas en los ecotopos 206A y 207A. En el momento han transcurrido 930 días desde la siembra (dds) y las plantas ya han completado la etapa de crecimiento vegetativo y el primer ciclo reproductivo.

Con relación con el crecimiento vegetativo, no se observan diferencias apreciables en altura y número de ramificaciones primarias entre las altitudes hasta los 750 dds; en cambio el número de ramificaciones secundarias muestra mucha variación. Hasta los 750 días este fue mayor que 1400 m, con un valor promedio de 159 ramificaciones, seguido

por la altitud de 1100 m, con un valor de 118 y 1900 m con un valor promedio de 66. Después de los 750 dds el patrón de ramificación secundarias se modificó, presentándose una alta proliferación a 1100 m, con un promedio de 423 ramificaciones a los 840 dds. También se observan diferencias en el tiempo en que estas ramas secundarias comienzan a aparecer y en la tasa de formación. Las ramificaciones secundarias aparecieron primero a 1100 y 1900 m, a los 210 dds, y más tarde a 1400 m, donde se registraron a partir de los 300 dds. La tasa de formación de ramas es mayor que 1400 m. El desarrollo foliar de la planta fue muy similar hasta los 210 dds (ago/96), alcanzándose un promedio de área por planta de 0.40 m². A partir de este momento y hasta los 840 dds (mayo/98) ha sido muy variable. A partir de los 750 dds (feb/98), se observa una tendencia a mayor desarrollo foliar a 1100 y 1400 m y a los 840 dds se tiene en promedio 7 m² en estas dos altitudes y 4,8 m² a 1900 m. La dinámica de caída de hojas es muy variable entre las localidades. Esta se empieza a observar desde los 120 dds y luego continúa en forma creciente. Se observa una tendencia a mayor duración de las hojas a 1900 m. A los 840 dds (mayo/98) los promedios de los valores de hojas caídas por planta fueron de 343 a 1100 m, 268 a 1400 m, y 102 a 1900 m.

Con relación a la producción y redistribución de la materia seca, hasta los 840 dds el peso seco total acumulado por la parte aérea era en promedio para las tres localidades 2150 g. El mayor peso seco se observó a 1400 m (2212,7g), seguido por 1900m (2131,3 g) y 1100 m (2120,2 g). La distribución porcentual de materia seca entre los diferentes órganos muestra que en las hojas se encuentra la mayor asignación de materia seca, seguida por tallos, ramas y frutos. Si se considera que la etapa vegetativa se extiende hasta los 300 dds y la primera etapa reproductiva de ahí en adelante y hasta los 840 dds, el balance de redistribución de materia seca presenta algunas tendencias interesantes. Durante la fase netamente vegetativa, entre un 65-70% de la materia seca corresponde a las hojas, 24-26% al tallo y 6-8% a ramas primarias. Durante la primera fase reproductiva entre un 40-45% de la materia seca corresponde a las hojas, 18-22% al tallo, 17-22% a ramas primarias y 15-20% a frutos. Estas tendencias son similares para las tres altitudes.

El crecimiento reproductivo se inició en las tres localidades en diferentes épocas. La recolección se inició primero a 1100 m a los 465 dds luego siguió a 1400 m a los 513 dds y a 1900 m se inició a los 570 dds. Al agrupar la cosecha semestralmente o anualmente, se observó que durante 1997 las localidades a 1100 y 1400 m produjeron casi el doble que a 1900 m; sin embargo en el primer semestre de 1998, el comportamiento fué inverso.

Tomando como referencia la altitud de 1400m (100%), hasta los 975 dds se había recolectado la mayor cantidad café cereza a 1100 m (111,2%) y a 1900 m (108,2%). No obstante, estas producciones se alteran por las diferencias en la relación cc/cps la cual fue de 8,6 a 1100 m, 5,3 a 1400 m y 5,4 a 1900 m. Al aplicar estas conversiones, se observa que a 1900 m se obtuvo 6,2 % más de cps y que a 1100 m se obtuvo 31,5% menos de cps. La mayor producción a 1900 m en se debe posiblemente a un efecto favorable de las condiciones climáticas del fenómeno del niño durante el segundo semestre de 1998, por ejemplo, mayor temperatura y déficit hídrico mas acentuado, las cuales se reflejaron en una muy buena floración para cosecha del primer semestre de 1998; mientras que en las otras dos altitudes el mayor volúmen de cosecha se recogerá en el segundo semestre de 1998.

FLORACION DEL CAFETO

Cuantificación de la floración, cuajamiento y crecimiento del fruto en las subestaciones experimentales de Cenicafé. Con el objeto de definir criterios, métodos y modelos que permitan permanentemente y en forma cuantitativa el monitoreo de la floración del cafeto, el cuajamiento y crecimiento de frutos y el pronóstico de la cosecha, en una amplia gama de condiciones de la zona cafetera colombiana, se instaló el experimento FIS 0523 en cada una de las subestaciones experimentales de Cenicafé. Para cumplir con los objetivos propuestos se sembró una parcela de 612 plantas a 1,42 m x1,42 m. Hasta la fecha han transcurrido entre 635 y 725 días (21-24 meses) desde la siembra.

Los resultados de las mediciones de crecimiento vegetativo (altura y número de cruces) hasta los 600 días, muestran que los promedios de altura al-

canzados por las plantas en las diferentes localidades variaron entre 82,1 y 148,3 cm. Este crecimiento en altura fué variable a través del tiempo. Inicialmente y durante los primeros 30-60 dds hubo un incremento rápido y luego se observa un comportamiento muy variable, con períodos de incrementos y disminuciones. El número promedio de cruces en las diferentes localidades, hasta los 600 días, varió entre 17 y 30. Se encontró una relación lineal significativa entre la altura y el número de cruces.

Con relación al crecimiento reproductivo se observó que el número de días transcurridos entre la siembra y la primera floración (ddspf), (o sea, el número de días transcurridos entre la siembra y el momento en que el 50% de las plantas de una muestra de árboles hayan mostrado alguna flor), muestra mucha variación entre las localidades. Se observa que en la localidad de Marquetalia se obtuvo el menor número de ddspf (229), mientras que en Pueblo Bello esta condición se registró a los 498 días. En el primer caso este comportamiento puede estar asociado a la falta de períodos secos definidos, mientras que en el segundo caso, podría haber una influencia del fotoperíodo. Se puede concluir que en la zona cafetera colombiana, exceptuando la zona por encima de 10° de latitud, entre la siembra y la primera floración transcurren en promedio 300-330 ddspf.

Comportamiento de la floración. En cada localidad se marcaron entre julio y agosto de 1997, las doce ramas mas bajas en la planta para llevar un registro semanal del número de flores muy próximas a abrir (preantesis), hasta junio de 1998. El mayor número de flores se observó en las localidades en el siguiente orden: Paraguaicito(59495), Santander (43551), Pueblo Bello (43371), Naranjal (38779), La Catalina(34906), El Rosario (32929), Gigante (29658), Convención (28548), La sirena (28396), Marquetalia (24829), Cenicafé (22706), Maracay (20730), El Líbano (16391), El tambo(11307), Sta Bárbara (9423), Albán (reiniciado, todavía en estado vegetativo), La Unión (suspendido el registro).

El comportamiento quincenal de la floración muestra que en las localidades de Naranjal, La Sirena, Maracay, Paraguaicito, La Catalina, Naranjal,

fé, Líbano y Santa Bárbara, se presentó un pico de floración en septiembre/97 y otro en Enero-febrero/98. En Gigante, La Unión y El Rosario, el pico de floración se presentó en octubre y fué menos marcado en Enero-febrero. En Marquetalia, Convención, Santander y Pueblo Bello, las floraciones de septiembre-octubre fueron insignificantes y los mayores picos se observaron en Enero-febrero. En El Rosario, Paraguaicito y Gigante, las floraciones del primer semestre de 1998 fueron muy bajas.

Cuajamiento de frutos. Se observó en general mayor cuajamiento en mayo que en Noviembre y los valores registrados fueron muy variables (13,6 - 97,1%).

Crecimiento del fruto. Desde enero de 1998 se inició el registro del crecimiento del fruto en términos de su peso fresco y seco. En general se observa que el peso fresco y seco presentan una tendencia a un patrón de crecimiento de tipo sigmoidal, pero de diferente magnitud para cada localidad.

Producción de café cereza. Los primeros frutos maduros se presentaron entre los 405 y 540 dds. Si se toma en consideración el número de ddsfp y un tiempo promedio de desarrollo del fruto de 225 días, puede estimarse que el tiempo transcurrido entre la siembra y la primera maduración es en promedio de 525 a 555 días.

Hasta los 615 dds la producción registrada (kg de café cereza por planta) se presentó en el siguiente orden: Paraguaicito (1,55), Naranjal (0,75) Cenicafé (0,62), Santander (0,60), La Sirena (0,49), El Rosario (0,44), Gigante (0,35), El Líbano (0,29), Maracay (0,28), La Catalina (0,26), Marquetalia (0,25), La Unión (0,16), Convención (0,14), El tambo (0,11), Sta Bárbara (0,10), Pueblo Bello (0,0), Alban (reiniciado, todavía en estado vegetativo).

Efecto de la altitud sobre la fisiología reproductiva del café *Coffea arabica* L. En Colombia la planta de café se cultiva desde 1° a 11° de la latitud norte y entre 1000 a 2000 m de altura sobre el nivel del mar, existiendo una gran variabilidad agroclimática, lo que se traduce a que los patrones de crecimiento vegetativo y reproductivo sean diferentes y a la utilización de diferentes prácticas culturales. Se eva-

luó el efecto de la altitud sobre el proceso reproductivo de la planta de café *Coffea arabica* L. var. Colombia en las altitudes de 1900, 1400 y 1100 m. Las variables del crecimiento vegetativo, longitud de la rama y el número de nudos por rama, disminuye al aumentar el piso térmico (1100 a 1900 m); mientras que el promedio del área foliar por nudo es mayor al incrementarse la altitud.

Los diferentes estados del desarrollo del nudo y de los botones florales se determinaron de acuerdo a las escalas descritas por Wormer y Gituanja (1970) y Drinnan y Menzel (1994), las cuales fueron modificadas para este trabajo. El patrón de iniciación y diferenciación floral es permanente a través del año y se presentó de manera más temprana en las altitudes de 1900 y 1100m, a los 158 d.d.s en el mes de junio de 1996, en comparación con la altitud de 1400m (215 d.d.s en julio/96), lo que sugiere que temperaturas altas y bajas promueven esta primera etapa del desarrollo floral; además la cantidad, distribución y el tiempo de duración de cada uno de los estados del desarrollo de los nudos y flores varía con respecto a la altitud.

Las floraciones fueron más tempranas en la altitud de 1100 m por presentar temperaturas promedios de 22.5°C, seguido por 1400 y 1900 m; el período de sequía, durante los meses de julio y septiembre del año de 1997 (fenómeno del niño), permitieron una mayor concentración de las floraciones y la altitud de 1900 m se destacó por presentar los porcentajes más altos.

La periodicidad del crecimiento de cada altitud se asoció con el tiempo térmico y las unidades térmicas y fototérmicas en donde a 1100m se presentaron los valores más altos, lo que indica que la fenología de la planta de café está estrechamente relacionada con la distribución de la precipitación, la temperatura y el brillo solar.

Comportamiento de la floración para cosecha principal de 1998 en Chinchiná-Caldas. Los registros de floración para la cosecha principal de 1998, se llevaron a cabo en cafetales del experimento FIS-0202, ubicados en tres altitudes, en la región Palestina-Chinchiná-Manizales. Se destacan los siguientes aspectos:

1. En todas las altitudes, se presentaron en Diciembre de 1997 floraciones muy bajas (menos de 10%, recolección de agosto).

2. El comportamiento en Enero y Febrero ocurrió así: A 1100 m la floración más importante (85,0%) se presentó en la primera quincena de Enero de 1998 (recolección de primera quincena de Septiembre). A 1400 m se observó una floración regular (16,5%) en la primera quincena de Enero (recolección de primera quincena de Septiembre) y la floración más importante (61,9%) se presentó en la segunda quincena de Febrero (recolección de segunda quincena de Octubre). A 1900 m la floración más importante (94,2%) se presentó en la primera quincena de Febrero (recolección de primera quincena de Octubre).

3. En marzo y abril se presentaron en las tres altitudes floraciones muy bajas (menos de 10%) (recolección de noviembre y diciembre, respectivamente)

Las floraciones para la cosecha principal de 1998 se presentaron en la región principalmente en el período comprendido entre el 10 de Enero y el 20 de Febrero y de manera global se pueden calificar entre regulares y altas. El período Diciembre/97 - Enero/98 se caracterizó por baja cantidad de lluvia y por la presencia de períodos prolongados de días secos (fenómeno del niño), razón por la cual se presentaron las floraciones muy concentradas. Por el contrario, en marzo y Abril se incrementó la lluvia lo cual se tradujo en floraciones muy bajas en estos meses.

El comportamiento de la floración del año 1998 muestra además una tendencia a la concentración ya que en general se presentó una sola floración de importancia la cual representó entre el 60-90%. Esta concentración fué mucho más acentuada en la zona baja y alta que en la zona media.

Comportamiento de la floración para la cosecha de mitaca de 1998. Debido al déficit hídrico pronunciado que se presentó en la zona cafetera durante los meses de julio y agosto de 1997, se produjo la ruptura de la latencia de un gran número de flores lo cual resultó en floraciones muy importantes y concentradas en la primera quincena de sep-

tiembre en casi toda la zona cafetera, razón por la cual se espera una cosecha de mitaca muy abundante en el primer semestre de 1998.

Evaluación de la expresión de genes durante el período dormancia -antesi en la floración de *Coffea arabica* var. Colombia. Durante las etapas de dormancia y antesi el análisis de los procesos moleculares que controlan los estados del desarrollo floral, son de gran interés para entender el mecanismo de regulación de genes. En *C. arabica* var. Colombia existe gran interés en el aislamiento y caracterización de estos genes. En la primera fase del experimento se ajustaron metodologías que permitieron aislar y purificar RNA total y RNA mensajero (RNAm), procedente de los botones florales de *C. arabica* L. var Colombia en estado de dormancia. Para esto se empleó el protocolo utilizado por Acuña (1) y se encontró que el RNA total obtenido, mostró claramente en una electroforesis dos bandas definidas correspondientes a los RNA ribosomales (28S y 18S) y entre estas bandas un barrido bastante amplio de población de RNAm no degradados, demostrando la integridad de la muestra. El rendimiento del RNA total obtenido fué de 350 mg de RNA / g de tejido. En cuanto a la pureza se obtuvo una relación de absorbancia $A_{260/280}$ de 1,7. Además, para las extracciones realizadas con el Kit de Promega (4) se obtuvieron relaciones de absorbancias de A_{260}/A_{280} de 1,47 a 1,66 y el rendimiento promedio obtenido fué de 1120 y 693 mg/ml. Finalmente se procederá a evaluar Librerías de DNA complementario (cDNA), construídas a partir del ARN mensajeros (RNAm) de los botones florales, durante el período de dormancia y antesi.

FOTOSINTESIS DEL CAFETO

PROYECTO COLCIENCIAS - FEDERACAFE. Estudio de la actividad fotosintética en hojas y frutos de diferentes especies de *Coffea* sp. Caracterización de las enzimas fotosintéticas del caféto

Determinación de la cantidad y actividad de las enzimas involucradas en el proceso de fijación del carbono atmosférico en hojas y frutos de la planta de café. El proyecto de investigación que se está desarrollando en la Disciplina de Fisiología Vegetal de CENICAFÉ tiene como objetivo contribuir a lle-

nar los vacíos que existen en la fisiología fotosintética del cultivo de café. Durante el presente año se ha desarrollado la metodología que permite cuantificar la enzima RUBISCO (RuBPCO) en tejidos foliares de diferentes genotipos y de cubierta de grano en diferentes estados de desarrollo.

Fue posible aislar y purificar a homogeneidad RUBISCO (RuBPCO) principal enzima de carboxilación fotosintética en las plantas C₃, a partir de tejido foliar de varios genotipos de *Coffea arabica*. La proteína fue utilizada como antígeno para la producción de antiRUBISCO mediante la inyección subcutánea en conejos. Los anticuerpos obtenidos mediante la inmunización fueron probados por doble inmunodifusión y por inmunoelectroforesis y los resultados muestran que son de alto título, policlonales y monoespecíficos para RUBISCO. La inmunoelectroforesis muestra además que los anticuerpos detectan con alta sensibilidad las moléculas de RUBISCO presentes en muestras de extractos foliares de varios genotipos de café, así mismo los resultados inmunoelectroforéticos muestran que no hay diferencia en los determinantes antigénicos de las moléculas de RUBISCO procedentes de diferentes genotipos de *Coffea arabica*. El estudio electroforético de extractos proteínicos procedentes de tejido foliar de varios genotipos de café y de extractos de cubierta foliar de grano en tres diferentes estados de desarrollo muestra que cuando se utiliza la misma concentración de proteína la cantidad de RUBISCO en el extracto es sensiblemente igual, mientras que con la misma cantidad de proteína en el extracto la cantidad de RUBISCO es mayor en los estados intermedios en comparación con los estados iniciales y finales del crecimiento del grano. Los resultados anteriores fueron validados mediante la técnica de Western blot, y muestran además que la mayor parte de los determinantes antigénicos de RUBISCO se encuentran en la subunidad grande (LSU) de la enzima. La determinación del contenido en proteína muestra que la cantidad de proteína total es mayor en los estados intermedios de crecimiento del grano y que, como ya ha sido establecido en anteriores experimentos, el Híbrido de Timor es el genotipo con mayor contenido de proteína soluble foliar total en comparación con los otros genotipos estudiados. Se determinó la concentración de RUBISCO en

extractos de tejido foliar de cuatro genotipos de café y en extractos de tejido de cubierta de grano (pericarpio) en tres estados de crecimiento, mediante la técnica de electroforesis de cohete (rocket electrophoresis). Los resultados permiten establecer que en las condiciones de crecimiento de los genotipos estudiados la mayor concentración de RUBISCO en el tejido foliar corresponde a la variedad Colombia (12.015 mg RUBISCO / g peso fresco).

Lo anterior puede explicar en parte que, consistentemente, esta variedad se encuentra entre las de mayor tasa de fotosíntesis neta. Los datos obtenidos en la determinación del contenido de RUBISCO en la cubierta de grano (pericarpio) muestran que el pericarpio el contenido de RUBISCO es menor que en el tejido foliar entre 18 y 32 veces, dependiendo del estado de desarrollo del grano. El contenido de RUBISCO es mayor en los estados de desarrollo intermedios lo cual es explicable porque es de esperar que la tasa fotosintética sea mayor en este estado que en los otros dos. Dado que la determinación de actividad de RUBISCO en el pericarpio (efectuado en experimentos anteriores) no muestra que haya diferencia en la tasa de incorporación de CO₂, el bajo contenido de RUBISCO en el tejido de la cubierta del grano parece sustentar la hipótesis propuesta de que las altas relaciones de actividad entre PEPC y RUBISCO en la cubierta del grano pueden ser explicadas porque la incorporación del CO₂ se hace principalmente vía PEPC. Ya que RUBISCO es una proteína clave en el metabolismo del nitrógeno y la metodología desarrollada detecta variaciones en las concentraciones de la enzima del orden de 1 mg (10⁻⁶ g), puede ser utilizada para la estimación del estado del nitrógeno en los tejidos foliares de la planta dato que puede ser un buen estimador del estado del nitrógeno en el cultivo.

Determinación de metabolitos intermediarios principalmente ácidos orgánicos asociados a las vías metabólicas fotosintéticas C₃ o C₄. El proceso de fijación de CO₂ por fotosíntesis que realizan las plantas, está determinado por varios factores: radiación, concentración de CO₂ en la atmósfera y temperatura, entre otros. Con el fin de complementar la información existente sobre el intercambio gaseoso

en el cafeto y la bioquímica fotosintética, se hace necesario determinar la ruta metabólica predominante, haciendo uso de marcadores radioactivos (^{14}C). El aislamiento, purificación, identificación y cuantificación de los metabolitos intermediarios, debe ser previamente estandarizado. Para la hoja del cafeto, se procedió a estandarizar el método de extracción, purificación e identificación, logrando obtener los ácidos Fosfoglicérico y Málico. El método de identificación por HPLC es consistente para iniciar los trabajos de marcación en condiciones de campo e invernadero.

DETERMINACION DE LAS TASAS DE FOTOSINTESIS Y OTRAS VARIABLES FISIOLÓGICAS RELACIONADOS CON EL PROCESO DE FOTOSÍNTESIS.

Comportamiento fotosintético diario y otras variables fisiológicas de la planta de café. Se realizaron mediciones de la fotosíntesis y parámetros fisiológicos relacionados con el proceso en plantas de café *C. arabica* var. Colombia de unos 6 meses de edad entre las 07:00 y 19:00 horas del día a intervalos de una hora. En términos generales la fotosíntesis presentó mayores promedios horarios durante la mañana (08:00 a 09:00 horas) que en la tarde (14:00 a 15:00 horas). En la mañana los promedios de fotosíntesis oscilaron entre 6,4 a 9,0 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y en la tarde entre 3,7 a 8,8 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. En concordancia con el comportamiento horario de la fotosíntesis estuvo la conductancia estomatal, la cual varió entre 0,17 y 0,19 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de las 07:00 a las 08:00 horas y entre 0,09 y 0,15 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ entre las 14:00 y 16:00 horas. Se observó correspondencia entre las horas en las cuales se presentó la mayor fotosíntesis y la mayor transpiración. Durante la mañana la máxima transpiración varió entre 1,07 y 1,22 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ y en la tarde entre 0,85 y 1,56 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

El uso eficiente del agua (relación entre fotosíntesis y transpiración) durante los tres días de evaluación mostró dos horas del día en las cuales alcanza valores máximos. A las 10:00 horas, con promedios entre 7,3 a 9,3 y a las 16:00 entre 3,0 y 8,7 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol H}_2\text{O}$ respectivamente.

Las condiciones ambientales que favorecieron la fotosíntesis en el transcurso del día fueron radiaciones entre 400 a 473,5 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ en la mañana y 330 a 500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ en la tarde; temperatura ambiente entre 22,4°C a 25,4°C en la mañana y 23,7 a 31,3°C en la tarde y déficit de presión de vapor de agua entre 0,70 a 0,90 KPa durante la mañana y 0,57 a 2,30 KPa en la tarde.

Curso diario de la fotosíntesis y parámetros fisiológicos relacionados de las especies forestales guayacán (*Tabebuia rosea*), trapiche (*Prunus integrifolia*), nogal (*Cordia alliodora*), aceituno (*Vitex cymosa*) y cedro (*Cedrella odorata*). Se observó que *C. odorata* y *C. alliodora* presentan mayores fotosíntesis (8,0 y 7,6 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) que *T. rosea*, *V. cymosa* y *P. integrifolia* (4,6; 4,3 y 3,6 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ respectivamente). En asocio con las diferencias en la fotosíntesis estuvo el comportamiento de la conductancia estomatal, presentando especies como *C. odorata* y *C. alliodora* promedios entre 0,10 y 0,11 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, mientras que *T. rosea*, *V. cymosa* y *P. integrifolia* alcanzaron promedios de 0,057; 0,063 y 0,063 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. La transpiración de igual forma resultó ser mayor en *C. odorata* y *C. alliodora* (1,5 y 1,7 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) que en *T. rosea*, *V. cymosa* y *P. integrifolia* (0,9, 1,0 y 1,1 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). En respuesta a las condiciones ambientales se observaron comportamientos diferentes en las especies evaluadas, y en especial a las variaciones en la radiación. Al parecer *T. rosea*, *V. cymosa* y *P. integrifolia* son especies que poseen un menor punto de saturación lumínica de la fotosíntesis (840 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) en comparación con *C. odorata* y *C. alliodora* (1000 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Efecto del déficit hídrico sobre el comportamiento fotosintético de la planta de café. En café, los trabajos relacionados con el efecto del potencial hídrico del suelo y/o del aire sobre la fotosíntesis son escasos, algunos son cualitativos y fueron realizados en otras condiciones. Por tal razón se está evaluando el efecto del potencial hídrico del aire y del suelo sobre la fotosíntesis y la transpiración del café, *Coffea arabica* L. var. Colombia, en dos tipos de suelos (Chinchiná y Montenegro), en tres condiciones de humedad relativa (90, 75 y 60%) y dos temperaturas (25 y 15°C).

Con relación al comportamiento de la humedad del suelo se observó que los suelos de la unidad Chinchiná retenían 10% más de humedad que los de la unidad Montenegro y al someterlos a deshidratación a 25°C y a las tres humedades relativas del aire, se mantuvo dicha diferencia. Además se observó que el suelo de la unidad Montenegro a 60% de humedad relativa alcanza el límite del 10% de humedad más rápido que en las otras humedades y también se encontró que el suelo de Chinchiná no alcanzó el límite del 10%.

La fotosíntesis presentó valores mayores (13.5 y 9 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en Chinchiná y Montenegro respectivamente) para la humedad ambiental del 60%. En las humedades de 90 y 75% se obtienen registros de aproximadamente 9 y 6 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. En general las plantas en el suelo Chinchiná registran fotosíntesis más altas que las del suelo Montenegro. También se aprecia como la fotosíntesis en las plantas del suelo Montenegro comienzan a disminuir en menor tiempo cuando el suelo se está secando.

La transpiración disminuye a medida que baja la condición hídrica del suelo. En las plantas del suelo Montenegro se reduce la transpiración en menor tiempo cuando hay un proceso de secamiento del suelo, en comparación con el suelo de Chinchiná.

MODELACION DEL CRECIMIENTO DE LA PLANTA

Modelación matemática de la planta de café (Grupo de modelación matemática del café). Como parte de un grupo interdisciplinario, la disciplina de fisiología vegetal participa en este proyecto en el cual actualmente se trabaja en el modelaje de la situación de producción potencial alcanzable por la planta de café como resultado del proceso de fotosíntesis, cuando no hay limitaciones por agua y nutrientes durante todo el período de crecimiento y desarrollo del cultivo y que se denomina Nivel de Producción I. No obstante que ya se completó la primera aproximación de este modelo en el nivel 1, durante el período del informe se trabajó en el mejoramiento de los siguientes submodelos: Desarrollo

fenológico de la planta y Desarrollo foliar. Se viene trabajando además en la conceptualización de la fase II del modelo o Nivel de Producción II, en el cual, la producción potencial se restringirá por limitaciones en la disponibilidad hídrica.

DESORDENES FISIOLÓGICOS DEL CAFETO

Evaluaciones del efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento y desarrollo del fruto de café. Debido al intenso período seco que se presentó en la zona cafetera colombiana en los meses de julio y agosto de 1997 y de acuerdo a observaciones preliminares de campo que mostraron algunos niveles de daños en el desarrollo del fruto (Granos vacíos o flotantes; granos parcialmente formados; grano negro; granos pequeños), se desarrolló una metodología y se realizaron evaluaciones cuantitativas del efecto del déficit hídrico sobre el desarrollo del fruto de café, en todas las subestaciones experimentales de cenicafé, durante el primer semestre de 1998. Se observó que el vaneamiento y llenado parcial de frutos se presentó en todas las subestaciones en niveles variables. Los frutos más afectados fueron los de tipo 2 (Edad 15-25 semanas, fruto en proceso de endurecimiento o completamente endurecido, al cual le faltaban 3-4 meses para madurar) y en menor cantidad, los frutos tipo 3 (Edad 25-32 semanas, fruto pintón al cual le faltaba menos de 1 mes para madurar).

En febrero-marzo, las subestaciones donde se presentó mayor incidencia fueron:

- Efecto mayor del 75% en las subestaciones Valle, Consacá y Convención
- Efecto entre 50-75% en Gigante, especialmente en las siembras (menor incidencia en zocas)
- Efecto entre 25-50% en Tambo, Naranjal, Rosario, Supia y La Unión
- Efecto menor del 25% en el resto de subestaciones

En abril-mayo, se observó en general una tendencia a disminución del problema, no obstante este continuaba siendo alto en Consacá y la Unión.



NORMALIZACION DE FRUTAS Y HORTALIZAS



Dentro del proyecto de Normalización de Frutas y Hortalizas, además del proceso de caracterización de la producción en las zonas representativas de 13 productos y la estructuración de las Normas de Calidad para cada uno, fue de gran importancia la transferencia de resultados, que se llevó a cabo a través de un plan nacional de capacitación (36 municipios en 18 departamentos), que contó con el apoyo y la participación de Comités Departamentales de Cafeteros, Secretarías de Agricultura, UMATAS, asociaciones de productores, cadenas de supermercados, empresas exportadoras y servicios de asistencia técnica, entre otros.

La capacitación tuvo como estrategia un seminario taller titulado **“Beneficios y Aplicación de la Norma Técnica Colombiana”**, con el objetivo de capacitar a nivel nacional a los componentes de la cadena agroalimentaria en el uso correcto de las Normas.

Este proceso permitió la capacitación a 3300 personas en 78 seminarios (Figura 5), entre productores, comercializadores, agroindustriales, servicios de asistencia técnica (S.A.T.) y centros de formación técnica y profesional.

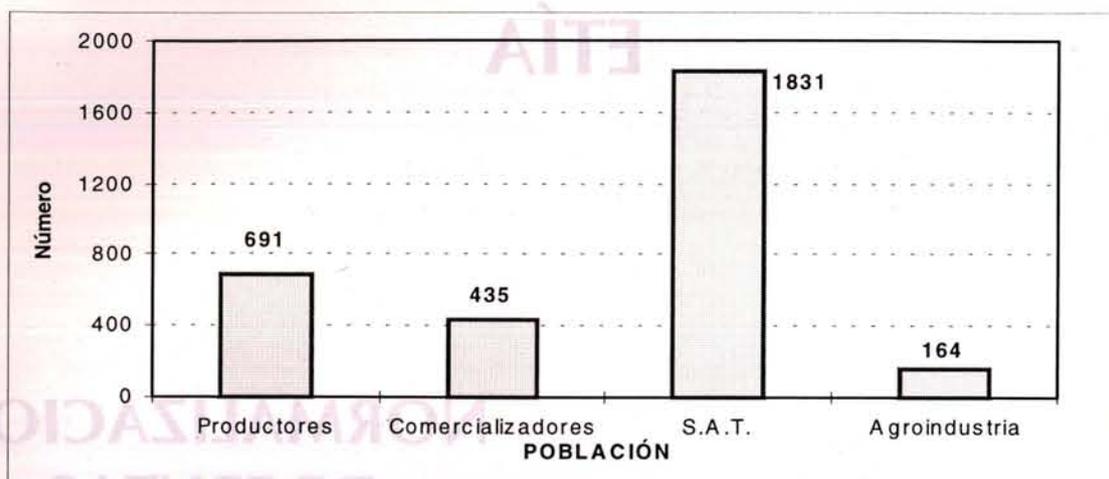


Figura 5. Número de personas capacitadas sobre el uso de la “Norma Técnica Colombiana de Frutas y Hortalizas”.

Las personas capacitadas, consideran de gran importancia el desarrollo de estos trabajos, teniendo en cuenta que las Normas Técnicas facilitan los procesos de producción y comercialización de frutas y hortalizas porque:

- Unifica el lenguaje entre productores y comercializadores.
- Antes de la cosecha se definen las características del producto a mercadear.
- Hace más eficientes y ágiles los procesos de comercialización.
- Permite que la negociación sea transparente, confiable y objetiva.
- Hay un mayor aprovechamiento de la producción, lo cual contribuye a la disminución del elevado índice de pérdidas poscosecha.

Los buenos resultados del proyecto y del plan de transferencia, permitieron la generación de otras actividades, tal es el caso del Convenio de Cooperación suscrito con ASOHOFRUCOL, quien es la entidad que agremia a los productores hortifrutícolas para llevar a cabo en Conjunto con el SENA Regional Quindío, un plan denominado “**Capacitación en Tecnología Poscosecha**” el cual tiene como objetivo fortalecer la formación de agentes de cambio y la capacidad de gestión empresarial de los productores de frutas y hortalizas mediante la capacitación en el uso de las normas de calidad, tecnologías poscosecha y el desarrollo de empresas hortifrutícolas.

Durante este período se finalizó la caracterización física y química de este producto, la elaboración del soporte que es la base de propuesta de Norma de calidad, la cual fue presentada al Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, para iniciar el proceso de ratificación como Norma Técnica Colombiana.

Paralelo a este proceso se están adelantando las gestiones pertinentes para la homologación ante el **CODEX ALIMETARIUS** de la Norma Técnica Colombiana para la Uchuva (*Physalis peruviana* L.), lo que se traduce en una mejor imagen del país y en la posibilidad de ofrecer nuestros productos en diferentes mercados.

CAUCHO

Los resultados obtenidos en los 2 experimentos de evaluación, muestran la buena adaptación de los clones tanto brasileros como orientales, a las condiciones de altitud, clima y suelo de la zona cafetera y el potencial productivo de varios materiales especialmente de origen asiático.

Un aspecto importante es haber podido, mediante la publicación de un avance técnico, dar a conocer a la comunidad, los resultados obtenidos después de un largo período de investigación.

Con el conocimiento generado en la Subestación Paraguacito, en los diferentes aspectos y labores del cultivo fué posible transferir tecnología a técnicos y productores de la zona cafetera y capacitar a grupos de profesionales, productores e instituciones de diferentes regiones del país, que han visto en el cultivo del caucho, una alternativa viable de desarrollo para muchas zonas rurales que padecen de graves problemas sociales.

Las evaluaciones fitosanitarias para este año registran un aumento en la presencia de insectos principalmente perforadores del género *Xyleborus* sp. (Coleóptero: scolytidae); y del género *Trachyderes* sp. y *Chlorida festiva* (Coleóptero: cerambycidae), asociados al disturbio fisiológico de secamiento del panel o brown bast. Se registran igualmente otros insectos como : *Quesada* sp., Termitas o comejenes, y gusano peludo (*Premolis semirufa*), sin ocasionar daño.

La incidencia por raya negra ocasionada por *Phytophthora* sp., fué mayor que en el año anterior tanto en los clones Brasileños como en los Asiáticos, en las evaluaciones correspondientes al período lluvioso, sin embargo el manejo que se le viene dando como es aplicaciones del fungicida Rhidomil, han permitido tener unas producciones estables.

Para este año se registra un menor número de árboles muertos por la llaga estrellada ocasionada por *Rosellinia pepo*, debido al manejo que se viene dando como es poda de raíces y la erradicación de árboles que presentan signos del hongo en el cuello.

El disturbio fisiológico que se presenta como secamiento del panel o Brown bast, registra la mayor incidencia en el clon Asiático RRIM- 703 con un 30%.

CITRICOS

Dentro del banco de germoplasma introducido de Córcega, se detectan materiales muy precoces, productivos y con tolerancia a enfermedades limitantes como la *Alternaria*.

Las evaluaciones sobre parámetros de calidad (en curso) complementarán la información para deter-

minar las especies, variedades y combinaciones copa/patrón, mas adecuadas para entregar a los productores de la región.

FORESTALES

En el "Ensayo de procedencias y progenies para dos especies forestales tropicales de alto valor comercial - ETI-2101", se establecieron 27,2 hectáreas de plantación con aproximadamente 30,200 árboles de 76 progenies y 2 procedencias (tratamientos), en nueve diferentes condiciones bioclimáticas de la geografía colombiana: Pueblo Bello, Salazar de las Palmas, Floridablanca, Fredonia, Chinchiná, Belén de Umbría, Líbano, Gigante y El Tambo.

En "Conservación de recursos genéticos forestales en la región andina colombiana - ETI-2102", se seleccionaron y caracterizaron florística y estructuralmente 4 relictos de bosques, lo que permitió la identificación de 368 especies distribuidas en 100 familias y la obtención de los parámetros estructurales requeridos para el estudio y análisis de dichos ecosistemas (p.e. la identificación de especies importantes, la modelación matemática para la distribución de los individuos dentro de las especies, el comportamiento fenológico de las principales especies, la recolección de semillas, los estimativos de diversidad, riqueza, uniformidad, etc). Se destaca la identificación de individuos de *A. acuminata*, *A. colombiana*, *C. mariae*, *C. montana*, *G. cf. Humboldtii*, *J. neotropica*, *Lecythis* sp., *O. novogranatensis*, *P. lucuma*, *P. oleifolius*, *R. rospigliosii* y *Q. humboldtii*; especies importantes por la calidad de su madera.

Para las principales especies se logró la producción de 11,337 plántulas y el establecimiento de cuatro bancos de germoplasma "Ex-situ", totalizando 5.4 hectáreas con estas especies, ubicados en los municipios de Belén de Umbría, Chinchiná, Pereira y Líbano.

En el Proyecto de "Silvicultura de Especies Forestales Tropicales de Alto Valor Comercial Para Reforestación Industrial - ETI-2103", se han seleccionado 66 de las 108 hectáreas requeridas para el establecimiento de la investigación, ubicadas en 5 departamentos. Se han producido 86,000 plántulas

de las especies *C. gerascantus*, *S. parahybum*, *T. cf. impetiginosa* y *R. rospigliosii*; las cuales están siendo utilizadas para el establecimiento de 51 hectáreas ubicadas en los municipios: El Difícil de Ariguani, Fredonia, Planeta Rica, Puerto Boyacá y El Tambo.

MACADAMIA

El mejor comportamiento agronómico de 15 materiales de macadamia, sembrado en las tres localidades: La Romelia, La Catalina y Paraguaicito, se ha observado en las variedades de la especie *Tetraphylla* (Yonik y Beaumont). La mayor altura alcanzada por los árboles después de cinco años de sembrados se ha registrado en La Romelia, hecho que ha sido desfavorable en esta localidad ya que en esta zona se presentan huracanes.

Es de anotar que todas las variedades que se están evaluando se encuentran en producción, a excepción de la HAES 1016 en la localidad de La Catalina. Se destaca la variedad Beaumont por su precocidad con relación a las otras variedades.

En general el comportamiento fitosanitario de los lotes en las tres localidades ha sido bueno (tanto la macadamia como el café).

Al evaluar el sistema de producción macadamia-café, se observa que se presenta un buen comportamiento agronómico, fitosanitario y económico, teniendo en cuenta que no se ha registrado un problema fitosanitario que cause daño económico a ninguno de los dos cultivos y se han obtenido excelentes producciones de café como son: La Catalina con promedios por hectárea de 601 arrobas de pergamino seco, La Romelia con 490 @ por hectárea y Paraguaicito con 434 @ por hectárea.

Es importante resaltar que cultivos de diez años de sembrados, con una distancia de 5 X 5 metros, y cuatro años en producción, se registra una disminución en su producción y aumento en caída de frutos biches, ocasionado por la alta penumbra que se presenta en el lote como consecuencia de esta distancia de siembra. Por lo que se concluye que no se deben establecer cultivos con estas distancias de siembra o menores, si tenemos en cuenta que el cultivo lleva muy poco tiempo en producción.

A nivel general en todos los lotes de macadamia se ha presentado un buen comportamiento sanitario. Cabe resaltar las disminuciones que se registraron para este año en los daños por el perforador de los frutos (*Ecdytolopha* sp.), con niveles de infestación por debajo del 5%, debido al manejo estrictamente cultural que se le viene dando a esta plaga y la disminución de árboles muertos por la llaga estrellada ocasionada por *Rosellinia pepo*, debido al manejo de poda de raíces y erradicación oportuna a los árboles que presentan los signos del hongo en el cuello de los árboles.

Como trabajos complementarios, con el fin de tener otras alternativas en el manejo de llagas, se viene realizando un colección de cepas de *Trichoderma* sp. de cada localidad, el fin de lograr su clasificación y evaluarlas dentro del experimento que se planea iniciar el año entrante de manejo de llagas en estos dos cultivos; Igualmente se iniciaron trabajos exploratorios sobre micorrizas en los dos cultivos encontrándose que en macadamia en los suelos muestreados las especies nativas de endomicorrizas fueron muy bajas, y en raíces no mostraron colonización; para local se hace necesario estudiar el grado de micotrofia de la macadamia a las micorrizas, sólo se encontró una espora correspondiente al género *Acaulospora mellea*. En caucho se encontró una mayor presencia de esporas de la endomicorriza. Se observaron dos especies pertenecientes al género *Glomus*, una especie muy predominante del género *Acauloespora* y unas escasas esporas pertenecientes al género *Scutellospora*. Además se observó una alta población de micelio extraradical.

PASSIFLORACEAS

La técnica de propagación vegetativa a través de los injertos, es una buena alternativa para multiplicar los materiales que poseen las mejores características de producción, calidad, sanidad y longevidad, aspectos fundamentales para lograr cultivos homogéneos que garanticen alta productividad.

El inicio del trabajo colaborativo con PASSICOL, es una buena alternativa para validar a nivel comercial, el comportamiento de las variedades que han

mostrado el mejor comportamiento, durante la primera fase de evaluación.

Es importante destacar la obtención de apoyo financiero a través de Colciencias, para desarrollar el proyecto sobre "Evaluación de bancos de germoplasma de interés comercial" trabajo que permitirá no solo ampliar el banco de germoplasma, sino también caracterizar y seleccionar un amplio grupo de materiales con características deseables tanto para el mercado en fresco como materia prima para la agroindustria.

PLÁTANO

1. Evaluación agronómica de germoplasma de banano/plátano.

Después de cuatro ciclos de evaluación de variedades de plátano Africano (Paraguaicito) en desempeño agronómico, reacción a problemas sanitarios, caracterización postcosecha de la fruta y aceptación al consumo, hasta este período hay dos variedades sobresalientes: Mbourucu (tipo hartón) y French sombre (tipo Dominicó): Mbourucu se destaca por su alta eficiencia productiva, adaptación, tamaño promedio de los dedos (390 g) y rendimiento en pulpa de la fruta (pulpa = 70% peso total/dedo); French sombre tiene buena producción (racimos de 22 kg), dedos semirectos de 290-300g de peso, pulpa rosada y alto rendimiento en fruta (pulpa 65% peso total/dedo).

También se destaca, como aporte metodológico a la evaluación de germoplasma de plátano, la introducción de medidas sobre asuntos de interés práctico como: vida verde (tiempo de cosecha hasta la aparición visual de madurez), rendimiento (relación pulpa/piel), etc, adaptadas de la red internacional de banano/plátano (INIBAP) - Guía Técnica N° 2.

2. Nutrición del plátano en andosoles

Después de dos cosechas en tres unidades de suelo: Montenegro, Chinchiná y Líbano con la aplicación de N, P, K, Ca, Mg, se encuentran dos hechos importantes, en ningún suelo hubo respuesta a Nitrógeno y fósforo lo que indica que no se

requiere aplicarlos como fertilizante; por el contrario la respuesta a Potasio es clara cuando hay menos de 0,35 meq/100g suelo y también la relación K suelo - K tejido foliar; esto indica la necesidad de fertilizar con potasio por debajo de este límite y la alta probabilidad de respuesta a la aplicación. Estos resultados confirman las recomendaciones del Avance Técnico 208 y la inconveniencia de fertilizar plátano con formulas compuestas.

3. Sigatoka negra en la zona cafetera central

En el mes de junio se detectaron focos de esta enfermedad en el municipio de Palestina (vertiente del río Campoalegre); como apoyo a los productores de la zona, se realizaron los siguientes eventos: Taller sobre manejo (Julio 27) para asistentes técnicos (38 asistentes) y un día de campo (Julio 29) para productores, (60 asistentes), los cuales fueron muy exitosos. Adicionalmente se participó en la preparación de material de divulgación (Programa de T.V.) y programa radial.

Como parte de la estrategia de manejo de esta enfermedad a mediano plazo, se sembraron las primeras parcelas del plátano híbrido FHIA 21, resistente a esta enfermedad y también de alta producción (Subestaciones la Catalina, Paraguaicito y Estación Naranjal).

El comportamiento en fase vegetativa es muy bueno (vigor), aunque se ha encontrado muy susceptible a virosis (CMV-BSV).

PRODUCCIÓN ANIMAL

Como puntos a destacar durante el período en La Hda. La Romelia son:

Ganado de leche

a) Producción de leche: Se incremento pasando de una producción total de 296.862 litros para el período inmediatamente anterior a un total de 368.116 litros para el presente período, trabajando con el

mismo número de animales (entre 77 y 81 hembras en producción) y con el mismo manejo en cuanto a suplementos se refiere.

Es decir se obtuvieron 71.254 litros más, equivalente a un incremento del 24%; (un litro más por vaca al día). Este incremento se debe a un mejor manejo dado a las pasturas, (tiempos de recuperación y fertilizaciones adecuadas y oportunas) y a un manejo sanitario del hato cada vez más estricto.

Los ingresos por venta de leche ascendieron a \$ 141.079.747,10 que superan en \$ 50.718.254,10 los ingresos por dicho concepto obtenidos en el período anterior, a pesar de haberse incrementado el valor de producir un litro de leche en un 22 % (incremento del valor del litro de leche ocasionado por un incremento del 36% en el valor del concentrado en el año).

b) Porcentaje de natalidad: aunque se presenta un número total de nacimientos inferior al año anterior, el porcentaje de natalidad es superior (paso de 70 a 76%), pero el número de hembras aptas para la reproducción era inferior.

Este número inferior de hembras se debe a un mayor despaje realizado, (es decir una mayor selección).

c) En lo referente al parto de novillas se conservo los parámetros obtenidos anteriormente, es decir 25 novillas paridas que es muy buen número, pero en estos animales se incremento en 2 litros de leche en promedio la producción diaria.

d) En lo relacionado con el peso de los animales el primer año de vida se incrementandose el peso entre el 5 y el 14%, es decir ganancia de 591 gr/día como resultado de una mejor nutrición (suministro de leche por un período mas largo y por el manejo de forraje deshidratado a partir del día veinte de nacidos).

Los parámetros reproductivos y productivos son cada vez mejores y superan a los promedios nacionales y de la zona de influencia.

e) En la parte Sanitaria, el plan sanitario establecido rigurosamente permitió disminuir los índices de mortalidad para todos los animales de la granja.

Ganado de carne

Durante el presente período se realizó un trabajo de adaptación y producción con ganado Aberdeen angus puro, sexo macho; del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Animales que se adaptaron muy bien al clima, suelo, topografía de la subestación y además a la alimentación y manejo proporcionado. Presentando como única patología la *Coccidiosis*.

b) Las ganancias obtenidas con esta raza, durante un período de 10 meses, en las diferentes pasturas fueron las siguientes:

a) <i>Cynodon nlemfluences</i> :	725 g/día
b) <i>Brachiaria</i> más <i>leucaena leucocephala</i> :	917 g/día
c) <i>Brachiaria decumbens</i> sola:	838 g/día

Como resultado de este trabajo se destaca la intalación de un nucleo para producir BRANGUS, program que se inició el 22 de septiembre con 45 novillas Brahman .

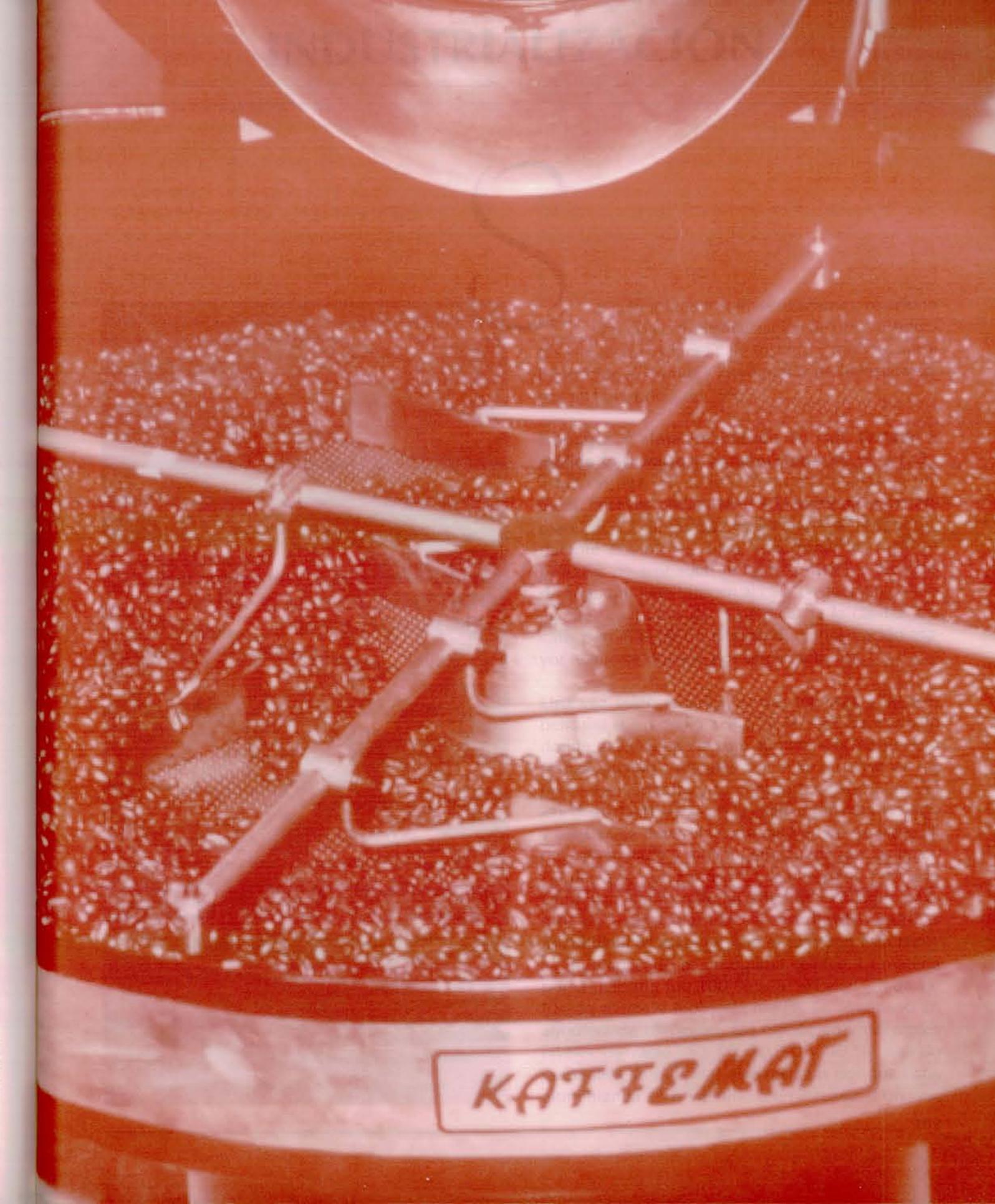
Otros Logros

a) Se ha logrado implementar la cerca eléctrica en un 50% de los lotes de la Subestación, lo que nos permite un ahorro en lo relacionado con mano de obra para mantenimiento de cercas (en un 55%) y una disminución en los daños ocasionados por púas en la piel de los animales.

b) Teniendo como fin utilizar otros recursos naturales: Se dio inicio a dos trabajos así:

- Un trabajo que tiene como objetivo el uso de le *Euphorbia lancifolia* (Ixbbitts) en la alimentación de vacas en producción de leche, como otra alternativa forrajera.

- La cría en cautiverio de la guagua (*Agouti paca*) en zona cafetera, cuyo objetivo primordial es conservar una especie que se encuentra en vía de extinción y estudiar la etología y las características productivas y reproductivas.



KATTEMAT



INDUSTRIALIZACIÓN

S

Se culminaron tres investigaciones, relacionadas con la industrialización de otros productos y la tecnología del café tostado y molido, aprobados por el Comité Coordinador de Investigaciones en la vigencia de 1997.

Empaque y almacenamiento de café tostado y molido bajo vacío y en atmósferas de N_2 y CO_2 . Esta investigación se realizó en dos etapas: la primera: ensayos preliminares y la segunda la experimentación. Los ensayos preliminares se realizaron, durante dos meses, para seleccionar las mejores películas de empaque y las tres mejores técnicas de empaque que ofrecen al café protección contra agentes causantes de la pérdida de la calidad del café, permitiendo un tiempo de conservación mayor al que se obtiene por otros métodos.

Una vez seleccionadas las tres técnicas y las tres películas se procedió a realizar la segunda etapa en donde se almacenó el café durante seis meses para realizar análisis cada mes con el fin de observar las diferentes variables y su comportamiento para ver la influencia de éstas en la calidad del café tostado y molido. La determinación del tiempo de vida útil del café tostado y molido, empacado por las técnicas de vacío y en atmósferas de nitrógeno y dióxido carbónico, tiene como fin extender el tiempo máximo de conservación, y mediante análisis fisicoquímicos asegurar que el café con esta técnica de empaque es de óptima calidad. La materia prima utilizada fue 100 % café excelso, grado de tostión medio y molienda media. Se almacenó en atmósfera de nitrógeno, gas carbónico y diferentes niveles de vacío (40, 50, 70, 80 y 90 %) usando empaques de películas aluminizadas por una cara, aluminizada con válvula, aluminizada, Polyvac,



EVOH y Poliéster/polietileno. Como variables se analizaron el Índice de peróxidos, prueba de taza con énfasis en rancidez, porcentaje de gases (O_2 , N_2 y CO_2) y análisis microbiológico. Como conclusiones de esta investigación puede establecerse que el empaque en atmósferas modificadas mantiene la calidad del café tostado y molido durante el almacenamiento. De los niveles de vacíos más apropiados para el empaque de cafés tostado y molido el de 80 % de vacío (251 Mb) y el de 50 % de vacío (432 Mb) son los más adecuados para este producto. Las películas que mantienen la calidad del café tostado y molido para un tiempo de almacenamiento de 2 meses son PET/Al/PE y PET/PE. El tratamiento que conserva mejor las características sensoriales y físico-químicas del café tostado y molido fue el de PET/Al/PE con 80 % de vacío (251 Mb) para un tiempo de 6 meses de almacenamiento. La atmósfera de gas carbónico utilizada en el empaque de PET/Al/PE retarda el proceso de oxidación durante los 6 meses de almacenamiento; este tratamiento al igual que el de PET/Al/PE con 80 % de vacío (251 Mb) obtiene valores menores para índice de peróxido y buena calificación en la característica de impresión global.

Los tratamientos empacados en PET/Al/PE y PET/PE con 80 % de vacío, 50 % de vacío y atmósfera de gas carbónico conservan su estado durante el almacenamiento hasta el momento en que se abra la bolsa; por lo tanto estas películas son buena barrera para los diferentes gases. La película de BOPP Mét/PP presenta los mayores valores de índice de peróxido para el tiempo de 180 días (1,95 meq O_2 /kg), también obtiene baja calificación en impresión global y presenta valores altos para rancidez; por tanto, los tratamientos que se empacaron en esta película no son los mejores para la conservación del café tostado y molido. La película BOPP Mét/PP pierde el vacío durante el almacenamiento tampoco mantiene la atmósfera de gas carbónico, es una estructura permeable a los diferentes gases. El color durante el almacenamiento presenta un comportamiento en donde va oscureciéndose a través del tiempo esto se debe a las reacciones de oxidación, a la luz y a las reacciones de Maillard. Los patrones utilizados para el almacenamiento de dos meses presentan valores altos para el índice de peróxido; el panel califica estos tratamientos con

valores entre 5,0-5,8 y se observa que el valor de la rancidez aumenta con el almacenamiento. Se presentan diferencias entre los patrones a través del tiempo de almacenamiento en donde la bolsa chuzada presenta valores más altos de oxígeno que la bolsa comercial y para el gas carbónico la bolsa comercial presenta mayores valores siendo esta película poco permeable al gas carbónico mientras que en la bolsa chuzada casi no hay presencia de este gas.

Elaboración de mermelada a partir de extracto de café. En la mermelada de café se utiliza el extracto de la semilla, lo cual se traduce en diferencias fisicoquímicas que repercuten directamente en la rigidez del gel. Los extractos de frutas aportan sustancias gelificantes y carbohidratos de alto peso molecular y son ácidos, mientras que el extracto no posee estas sustancias y tiene baja acidez. Por otro lado, el extracto se deteriora frente a tratamientos térmicos prolongados

El objetivo de este experimento fue obtener mermelada utilizando extracto de café. Inicialmente, se determinaron las proporciones de los factores de variación y se verificó el proceso de fabricación de mermeladas convencionales. Para la obtención del gel, se ensayaron proporciones de pectina (2, 3, 4%), de extracto estándar (6, 12, 18%) y valores de pH (2,8-3,6), seleccionando aquellos que presentaban una consistencia de gel igual a la de las mermeladas convencionales y buenas características sensoriales. De esta forma se obtuvo mermelada con: 12 y 18% de extracto, 4% de pectina y un pH que varía entre 2,8-3,3. Así fue posible obtener mermelada de café de buenas características sensoriales. Esta requiere más adición de pectina que las mermeladas convencionales debido a las propiedades fisicoquímicas del extracto. Por otro lado, sus características organolépticas limitan su proporción en la formulación, haciendo que su aporte de sólidos solubles a la mermelada sea más bajo que los aportados por las frutas convencionales. En forma alternativa podría evaluarse la utilización de pulpa de café como materia prima y no el extracto en la fabricación de éste producto; así como la fabricación de gelatina, bebidas frías, etc.

Obtención y estandarización de mieles y jugos

saborizados a partir de caña panelera. El cultivo de caña para panela es uno de los más importantes en el país, ocupando el sexto lugar en área cosechada después del café, el maíz, el arroz, el plátano y el sorgo, la cual se estimó en 272.871 ha. en el año de 1992.

La producción de panela en Colombia es una de las principales actividades agrícolas de la economía nacional. En 1990, la panela producida se valoró en cerca de 200 mil millones de pesos y aportó el 1,3% en la formación del PIB total y el 7,7% al PIB agrícola. Esta es una agroindustria típica rural, la cual se encuentra en manos de una gran cantidad de pequeños, medianos y algunos grandes cultivadores distribuidos en la mayor parte del territorio colombiano y presentan un desarrollo tecnológico y económico desigual, que se acrecienta por la dispersión geográfica. A pesar de la importancia de la producción panelera en el país, esta industria presenta una problemática muy compleja que ha limitado su desarrollo; entre las principales causas se encuentran: la falta de tecnificación en los cultivos, métodos rudimentarios de procesamiento que conducen a bajos rendimientos físicos y económicos, y cambio de hábitos de consumo sobre todo en los centros urbanos.

Por esta razón en los últimos años el CIMPA, con el fin de contribuir a la industria panelera, ha venido trabajando en el área de mejoramiento de los equipos para aumentar la eficiencia y disminuir el esfuerzo físico de los trabajadores en los trapiches, en el área de empaques que sean agradables al consumidor y faciliten el transporte del producto, y en el planteamiento de nuevas formas de presentación de la panela.

De igual manera, esta investigación ofrece una alternativa para la obtención de subproductos derivados de caña, como son las mieles y los jugos, los cuales fueron estudiados con el fin de determinar las condiciones más favorables para su procesamiento de acuerdo a sus características físico-químicas y organolépticas.

En la obtención de jugos se evaluó el efecto de la presencia y ausencia de corteza de la caña sobre la turbidez y el rendimiento y el efecto del tratamien-

to térmico con acidificación del jugo sobre las características microbiológicas, y la variación de pH, acidez y grados brix de éstos, almacenados a 5°C durante 30 días. Se concluyó que se pueden obtener jugos de buenas características fisicoquímicas y calidad microbiológica a partir de caña con corteza, clarificando y envasando inmediatamente, jugos que no presentaron cambios relevantes durante el almacenamiento. En la obtención de mieles de caña se aplicó hidrólisis ácida, hidrólisis enzimática y adición de glucosa; se evaluó la influencia de cada una de estas técnicas sobre las variables azúcares reductores, hidroximetil-furfural (HMF) y características organolépticas, y se encontró que el mejor tratamiento fué con aplicación de hidrólisis enzimática a 200 ppm. Partiendo de éste tratamiento se realizó la saborización con esencias sintéticas de durazno y miel de abejas y aceite esencial de limoncillo (*Cymbopogon citratus*) a dos concentraciones cada uno, siendo aceptados por más del 70% de los encuestados a excepción del limoncillo al 0,1%.

Otras investigaciones. Las siguientes investigaciones, cuya preparación fue desarrollada en el curso del año pasado, fueron presentadas a la consideración del Comité Coordinador de Investigaciones donde fueron analizadas y aprobadas para su ejecución. A continuación se resumen los avances y resultados más importantes obtenidos hasta el momento:

Capacidad discriminante de algunos metabolitos secundarios en la Variedad Colombia y otros genotipos de café. Los avances en esta investigación se refieren a los ácidos hidrocínamicos y alcaloides del café verde como posibles indicadores en procesos de hibridación. El café es una de las plantas más ricas en ácidos hidrocínamicos. Estos compuestos y los alcaloides se han asociado con algunas características organolépticas de la bebida y debido a las diferencias en el contenido entre las principales especies de café cultivadas *Coffea arabica* y *Coffea canephora*, existen estudios aplicados en la diferenciación y clasificación de genotipos.

En Colombia se ha obtenido variedades mejoradas provenientes de cruces, con resistencia a enfermedades como la roya. Aquí se presenta la compara-

ción del contenido de ácidos hidrocínámicos y de alcaloides de la variedad Colombia (cruce de Caturra x Híbrido de Timor) resistente a la roya y otros genotipos de café emparentados, de las especies *C. arabica* (Caturra y Típica) *C. canephora* e Híbrido de Timor, empleando técnicas de HPLC, HPLC - MS y HPLC semipreparativa. Se realizó la comparación de todos los perfiles cromatográficos y se encontraron diferencias significativas. Los resultados permiten agrupar las muestras, de acuerdo al contenido y número de compuestos, y establecer correlaciones entre la composición química y su parentesco.

Interacción aleloquímica de frutos de caféto (*Coffea spp*) y la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari) 1867.

En esta investigación se trata de estandarizar el sistema para el muestreo y análisis de compuestos volátiles de frutos de caféto, caracterizar la composición química de las sustancias volátiles emitidas por frutos del caféto en diferentes estados de desarrollo fisiológico, y analizar el poder interactivo de los compuestos volátiles obtenidos de los frutos del caféto en el comportamiento de la broca. El conocimiento de los compuestos volátiles emitidos por los frutos del caféto, el aislamiento y su identificación, aportará una información valiosa para los estudios del papel que ejercen estos componentes o sus mezclas sobre el comportamiento de la broca, en la determinación de los mecanismos de resistencia de las plantas, en la obtención de compuestos inhibidores o repelentes, en el manejo de aditivos en las dietas artificiales, y en el diseño de trampas con atrayentes, de importancia vital para el monitoreo de la broca en cuanto a su detección, estimación de poblaciones y captura masiva.

Para el examen de los compuestos volátiles de los frutos de caféto, en la primera etapa, se emplea el método de muestreo de espacio de cabeza y análisis por Cromatografía de Gases - Espectrometría de Masas (CG-EM) utilizando el sistema VG Trio-2000 que dispone el Laboratorio de Espectrometría de Cenicafé.

La continuación de la puesta en funcionamiento en su punto de operación del sistema VG Trio-2000 (Cromatógrafo de Masas - Espectrómetro de Masas (CG-EM)) se realizó durante el curso del presen-

te año. Con la instalación del detector de ionización de llama (FID) al cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890, al final del año pasado, se pudo obtener los primeros cromatogramas de muestras de lípidos superficiales de frutos de caféto en diferentes estados de maduración. Así se pudo corroborar el funcionamiento correcto de este cromatógrafo, aunque se haya utilizado una columna bastante usada por anteriores operadores. Por esta razón, y en relación con las técnicas de extracción empleadas en esa ocasión, se deja en reserva los resultados concretos de los primeros análisis cromatográficos presentados en el Informe oral pasado. Sin embargo, se logró apreciar la estructura de los perfiles cromatográficos obtenidos, pudiéndose establecer algunas diferencias entre estados de madurez de los frutos y las variedades de café analizadas.

Puesto en operación el sistema, se obtuvo la reacción positiva de mejoramiento de la sensibilidad de detección por un buen período de tiempo (un día), sin embargo, volvió a reducirse. Se inició el trabajo con el análisis de los lípidos superficiales de los frutos en diferentes estados de maduración, tomando muestras de frutos de arbustos de un lote de café variedad Caturra autofecundado, en la Subestación de Naranjal, y manejado por la Disciplina de Mejoramiento. El análisis de los lípidos superficiales o epicuticulares se considera de importancia por sus probables interacciones antixenósicas y antibióticas (toxinas) en relación a la broca del caféto. Se conoce que la producción de estos lípidos es dependiente de la condiciones de crecimiento ambiental, que aumenta con el flujo de energía radiante o disminuye con la humedad relativa y el contenido de humedad de los suelos la estimula. Su composición química es menos influenciada por las condiciones ambientales, pero si cambia durante el desarrollo de los tejidos. Así, para reproducir la cantidad de lípidos y su composición es necesario un estricto control de las condiciones de crecimiento y la edad de los tejidos a analizar. Además, estos lípidos superficiales contribuyen a los volátiles (aroma) de los tejidos vegetales, debido a la condición de ciertos compuestos volátiles que se encuentran atrapados en estos lípidos superficiales. Las técnicas de extracción y análisis de estos volátiles de los lípidos superficiales se emplearán posteriormente en el curso de esta investigación.

Se ha realizado las extracciones de los lípidos con cloroformo, variando el tiempo de exposición del fruto en el solvente (5, 10, 15 y 30 segundos) para determinar el tiempo más adecuado de extracción sin interferencias de otros compuestos, como por ejemplo, lípidos internos. Los cromatogramas de estas extracciones no han sido muy característicos, en cuanto a la información deseada, porque para todos los tiempos de extracción empleados, siempre se ha obtenido un extracto de color verde – amarillo, dando la oportunidad a sospechar de interferencias, como se corroboró con el análisis espectrofotométrico en visible y el análisis de emisión de fluorescencia con excitación de 420 nanómetros, de la presencia de clorofila y carotenos. Esto permite concluir que el solvente cloroformo es demasiado agresivo para la extracción de los lípidos superficiales de los frutos de café y considerar que el contenido de lípidos superficiales es demasiado pequeño. La magnitud de lípidos está por determinarse próximamente, cuando se evite las interferencias, empleando otros solventes más suaves. En pruebas de extracciones con hexano se observa bastante reducido el efecto de interferencias por parte de la clorofila. Sin embargo, el contenido de lípidos es muy reducido, requiriéndose mayor cantidad de frutos (>200) y para el análisis cromatográfico es necesario tenerlos en una concentración muy alta en el solvente de análisis.

Los lípidos epicuticulares de los vegetales contienen una gran variedad de clases de compuestos y muchos de ellos se encuentran como componentes principales de ciertos grupos de especies vegetales. Entre estas clases de compuestos comúnmente se encuentran los hidrocarburos, monoésteres alifáticos, cetonas, aldehídos, alcoholes primarios y ácidos grasos.

Sistema de torrefacción y enfriamiento no convencionales. Parte 2 : Materia prima no convencional. Se determinaron las diferencias en los atributos físico-químicos y sensoriales que presentan los cafés tostados por torrefacción tradicional y por tostación rápida en laboratorio, obtenidos a partir de café exelso, de una mezcla industrial de café verde y de cafés brocados estados tres y cuatro. También se usaron cafés verdes de las denominaciones anteriores pretratados con agua y con solventes orgáni-

cos, preparados en CENICAFÉ.

Como variables de respuesta se cuantificaron los atributos físico-químicos y se les realizó un análisis de varianza y análisis de componentes principales, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre los cafés tostados por uno y otro método y entre los cafés tostados obtenidos de café verde con los diferentes pretratamientos. Los resultados obtenidos hasta la presente han permitido identificar la influencia que sobre la calidad del producto tostado tienen estos atributos de la materia prima y el proceso utilizado; se hace posible la discriminación entre los diferentes cafés identificándose el color, la acidez, la densidad, los sólidos solubles como las características responsables de esta discriminación.

Se decidió tomar tres calidades de materia prima, 100% café verde brocado grado 1, una mezcla (50% café verde normal, 20% brocado grado 2, y 30% brocado grado 1) y café verde normal, y mediante un diseño experimental de superficies de respuesta tratar de optimizar el valor de la prueba de taza encontrando valores óptimas para temperatura de torrefacción y agua de apagado.

Adicionalmente a la prueba de taza se midieron otras variables fisicoquímicas, granulométricas y de preparación del producto, con objeto de observar su comportamiento en estas circunstancias. Con base en todo lo expuesto anteriormente se pueden sacar las siguientes conclusiones:

En 11 experimentos efectuados en los cuales se intentó encontrar expresiones analíticas para todas las variables estudiadas, en función de la temperatura de torrefacción, y cantidad de agua de apagado, se observa que en algunos casos este objetivo se logró, y en otros no, a pesar de que aparentemente se estaba en rangos de variación de las variables independientes que sugerirían la obtención de una expresión analítica.

Uno de los objetivos de este experimento era comprobar si los productos brocados presentaban diferentes parámetros óptimos de torrefacción, comparados con café normal, en lo que a análisis sensorial se refiere. En primer lugar se tiene que, no se en-

contraron diferencias significativas en el valor de impresión global entre la mezcla empleada, el producto 100% brocado grado 1, y el normal, en condiciones óptimas de torrefacción. Las mejores superficies de respuesta dieron para cada caso los siguientes valores óptimos: Normal (260°C, 265ml), Mezcla (271°C, 177ml), Grado 1 (244°C, 86ml). En lo que a la Temperatura se refiere los tres valores son parecidos, dentro de la exactitud experimental mencionada. En lo que se refiere al agua de apagado se encuentran mayores diferencias. Observando las tres superficies de respuesta óptimas y sus parámetros en cuanto a la probabilidad de influencia de cada uno de los factores (Normal $Pr>f$, $T=0,0324$ $Q=0,753$. Grado 1 $pr>f$, $T=0,0584$ $Q=0,4272$. Mezcla $pr>f$, $T=0,0261$ $Q=0,0039$), se tiene que en general la temperatura siempre tiene probabilidades altas de influencia en el valor de la impresión global, mientras que el agua de apagado tiene poca influencia para el producto normal, mayor influencia para el Brocado Grado 1, y grandísima influencia, mayor que la de la temperatura, para la mezcla.

Lo anterior quiere decir que la Impresión Global es relativamente insensible al agua de apagado para el producto normal, más sensible para el brocado grado 1, y definitivamente crítica para la mezcla, o sea en la tostión de productos brocados, con adecuadas pruebas de taza es crítico elegir la cantidad de agua de apagado adecuada, no siendo ésto tan crítico para productos normales. En lo que se refiere al resto de propiedades organolépticas, la más consistente a lo largo de los tres experimentos fue la Acidez Organoléptica, La Intensidad del Aroma nunca dio un resultado significativo, el Aroma de la Bebida sólo una vez, el Amargo resultó dos veces significativo con máximo, y el cuerpo sólo una vez significativo con máximo.

En general, la acidez organoléptica siguió el mismo comportamiento de la impresión global, presentando siempre un máximo, con los siguientes parámetros óptimos: Normal (254°C, 192ml), Mezcla (264°C, 161ml), Grado 1 (243°C, 92ml), se observa que los valores óptimos siguen, en general los de la impresión global, excepto en lo que a la cantidad de agua de apagado se refiere para el caso normal. En lo que se refiere a la influencia relativa

de los parámetros Temperatura y Agua de Apagado, se puede aseverar algo análogo al caso de la impresión global (Normal $Pr>f$, $T=0,0119$ $Q=0,3610$. Mezcla $Pr>f$ $T=0,0489$ $Q=0,0078$. Grado 1 $Pr>f$ $T=0,04$ $Q=0,1112$). Según los parámetros anteriores se observa que la Acidez Organoléptica del producto normal es relativamente insensible a la cantidad de agua de apagado, muestra más sensibilidad el brocado grado 1, y aún más sensible la mezcla.

Al contrario de la acidez organoléptica, la acidez titulable no mostró significancia para ninguna materia prima. El pH mostró significancia con la mezcla (mínimo) y el grado 1 (silla). En ningún caso las superficies de respuesta, para densidad grano entero, densidad tostado y molido e hinchamiento fueron significativas en las tres mezclas como para sacar conclusiones sobre estas variables complementarias. Al contrario de la acidez organoléptica, la acidez titulable no mostró significancia para ninguna materia prima.

El pH mostró significancia con la mezcla (mínimo) y el grado 1 (Silla). Las variables °Brix, sólidos solubles, y rendimiento de extracción en forma sistemática y con las tres materias primas mostraron mínimos. Los valores críticos para el caso de rendimiento fueron: Normal (234°C, 96ml), Mezcla (226°C, 93ml), Grado 1 (221°C, 80ml), resaltando la notable constancia que mostraron estos valores en las tres materias primas. Resalta el hecho de que mientras la Impresión Global exhibió siempre máximos, por el contrario y sistemáticamente el rendimiento mostró mínimos, y que en general este mínimo siempre estaba colocado a Temperaturas y Agua de Apagado menores que el máximo de Impresión Global, mostrando que el óptimo de impresión global en general siempre exhibe valores de rendimiento mayores.

En cuanto a la Influencia de la Cantidad de Agua de Apagado sobre el valor de Rendimiento se tiene un fenómeno análogo al ya comentado anteriormente de menor influencia ($Pr>f=0,5969$) para el caso del producto normal, y mayor influencia del parámetro ($Pr>f=0,0172$) para el caso del producto 100% brocado Grado 1. Las Variables relacionadas °Brix, y Sólidos Solubles presentan comportamientos análogos, presentando mínimos desplazados con rela-

ción al valor óptimo de Impresión Global.

En general se demostró que la humedad del producto tostado y molido aumenta, al emplear valores altos de Agua de Apagado, esto hace que ciertos parámetros de proceso que resultan en una prueba de taza adecuada, sean inútiles debido a la alta humedad del producto resultante.

Tratamientos bioquímicos en el procesamiento del café. Este trabajo desarrolla una investigación secuencial para determinar la influencia de los tratamientos enzimáticos en la producción de café soluble. Las operaciones utilizadas para la elaboración del café soluble son: primero el tratamiento enzimático (mezcla de dos enzimas), posteriormente se emplearon dos técnicas de concentración del extracto: la Concentración por Evaporación al vacío y Crioconcentración y, finalmente, los dos métodos de producción de solubles: el Secado por Liofilización y Atomización. Hasta el momento se ha comprobado la influencia del tratamiento enzimático en la producción de café soluble; se han encontrado diferencias en las características fisicoquímicas y en las condiciones de operación en las diferentes etapas de concentración y secado, obteniendo mayores rendimientos y menores tiempos de residencia.

También se encuentran diferencias entre los métodos de secado, observando en general mejores características para el café soluble obtenido por el método de liofilización; sin embargo, con el método de atomización los rendimientos son mayores.

Producción de panela en polvo por diversos métodos. La investigación que se está realizando surgió de una necesidad planteada por la Cooperativa de Paneleros de Supía (COIMPAS); ellos actualmente producen panela en polvo con una humedad residual entre el 4-10%. El método que utilizan consiste en dejar secar las mieles hasta más allá del punto de formación de panela y fracturar el producto resultante en las pailas; este proceso representa gran esfuerzo físico y cantidades insuficientes del producto para que pueda ser comercializado. El propósito fundamental de esta investigación es estudiar otros procesos de secado y obtener un soluble

con menor humedad que el producido por la cooperativa.

Los métodos planteados y objeto de estudio son : Secado esponjado, Secado espumado y Secado por atomización. El primer método es una deshidratación al vacío, en donde se evapora el agua a presiones en las cuales se produzca una expansión en el producto y se forme una estructura esponjosa. El secado se lleva a cabo mientras se mantiene dicha estructura. El segundo método consiste en el secado de capas delgadas de espuma en ambiente caliente y a presión atmosférica o de vacío. La estructura espumosa persiste durante el secado, lo que hace que éste sea más rápido. La espuma se forma con jugo concentrado y una combinación de un agente espumante y estabilizante. En ensayos preliminares de éste método se están probando agentes espumantes como albúmina de huevo y proteína de soya y estabilizantes como pectina cítrica y carboximetilcelulosa en diferentes proporciones, para seleccionar la combinación que de buena estabilidad de la espuma y buenas características del producto final.

El último método se basa como su nombre lo dice en la atomización de un líquido dentro de una corriente de aire caliente, para crear de esta forma una gran superficie de contacto entre las partículas y el medio secante. Este método proporciona un secado casi instantáneo. Los ensayos preliminares y la parte experimental para el secado por atomización ya se llevaron a cabo; se encontraron resultados positivos en cuanto a la humedad residual del producto final que es menor del 1 %, pero las características del producto final como color, aroma y sabor son diferentes a las de la panela comercial.

Comparación entre dos metodologías de determinación de la densidad aparente del café tostado y molido. El propósito de esta investigación es evaluar el efecto que se tiene sobre la densidad aparente del café tostado y molido, medida por los métodos de Caída libre y Compactación, con la utilización de varias mezclas de café verde consumo y pasilla como materia prima y diferentes grados de tostión y molienda de acuerdo a la Norma Técnica vigente. Además, se pretende determinar la influen-

cia de estos tres factores (mezcla, tostión y molienda) sobre el rendimiento de extracción y algunas propiedades del extracto como el pH, la acidez y los grados Brix mediante la utilización de un sistema de extracción propio para cada grado de molienda.

Se presentan también los resultados obtenidos para el café Excelso, el café Consumo y una mezcla de café Consumo y Pasilla (80 - 20 respectivamente), en los cuales se observa que la densidad disminuye con el aumento del porcentaje de café Pasilla en la mez-

cla y con el aumento del grado de tostión y el tamaño de partícula obtenido en las diferentes moliendas. En cuanto a las propiedades del extracto se observa que a medida que aumenta el pH, disminuye la acidez y que el porcentaje de sólidos solubles aumenta proporcionalmente con la concentración (grados Brix). Además, se observa que a medida que aumenta el grado de tostión, la densidad y la acidez disminuyen, el pH aumenta y los sólidos solubles y los grados Brix tienden a permanecer constantes para las moliendas media y gruesa y aumentan para la molienda fina.

APOYOS BÁSICOS

BIOMETRIA

DESCRIPCION DE ARVENSES EN PLANTACIONES DE CAFE
1995

ANUARIO METEOROLOGICO CAFETERO 1997
Cencafe
COLOMBIA

ANUARIO METEOROLOGICO CAFETERO 1996
Cencafe
COLOMBIA

ANUARIO METEOROLOGICO CAFETERO 1993
Cencafe
COLOMBIA

ANUARIO METEOROLOGICO 1992
Cencafe
COLOMBIA

ANUARIO METEOROLOGICO 1991
Cencafe
COLOMBIA

TOMO II

TOMO I

NUMERO 3 TECNICO DE CENCAFE

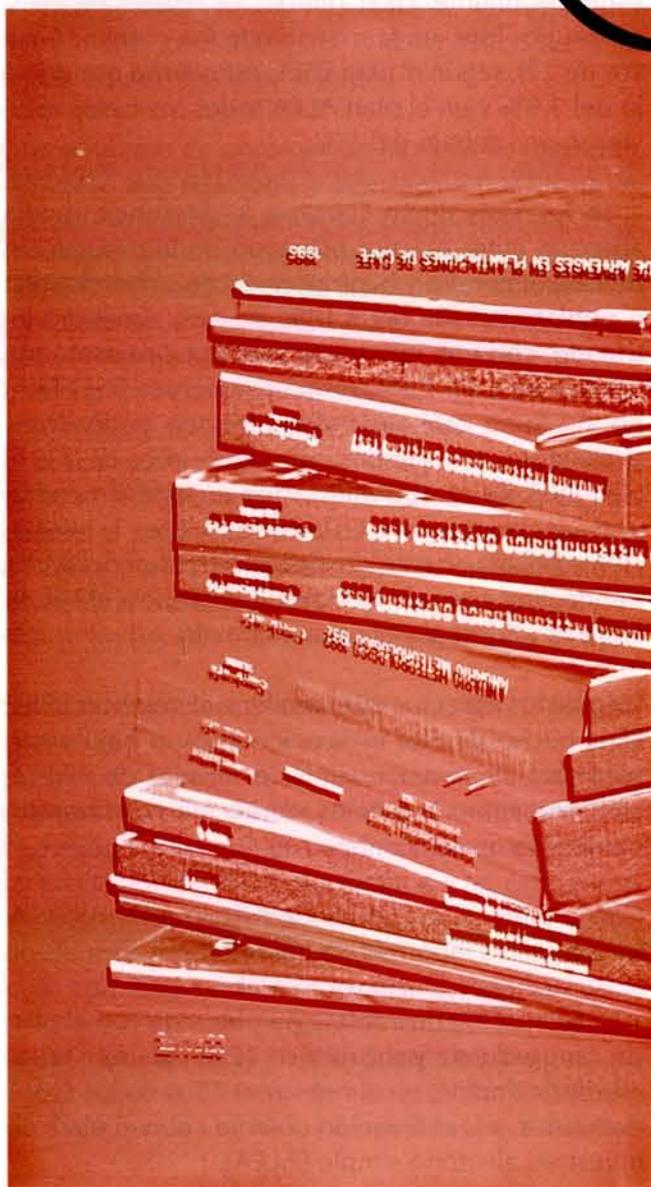
NUMERO 2 DE 1991

675
111910411



APOYOS BÁSICOS

BIOMETRIA



Considerando que en Cenicafé se dispone de funciones de producción de café para la variedad Caturra para siete subestaciones experimentales y a solicitud de los Comités de Cafeteros del país, reunidos en Cenicafé, surgió la necesidad de plantear una ecuación general que les permitiera en sus diferentes regiones y áreas, determinar su producción potencial de acuerdo a las encuestas realizadas por la Federación de Cafeteros, donde se plasmó su situación de producción, según los tipos de café, edades, densidades de siembra, área cultivada y sistemas de cultivo.

Como objetivo específico se planteó: Determinar una función general de producción de café variedad Caturra, para la zona cafetera, en función de la densidad de siembra, edad de la plantación y la variación de cosechas año tras año.

Para este fin se integró toda la información experimental de producción de café disponible de todos los proyectos de investigación sobre densidades de siembra en siete subestaciones experimentales de Cenicafé y se planteó una ecuación de regresión múltiple, por mínimos cuadrados incluyendo: Densidad de siembra desde 2500 - 12500 plantas por hectárea, edades entre 2-8 años y la variación de cosechas de año tras año.

Se planteó además la necesidad de establecer una función de producción para la variedad Typica al sol y a la sombra con la información de Cenicafé. Se hizo la recopilación de toda la información de experimentos desarrollados en Cenicafé a través del

tiempo. Se formuló una ecuación para producción de café típica al sol, caso en el cual se contó con mayor información. A la sombra la información fue más limitada. Para producción de típica al sol se planteó un modelo de regresión considerando densidad, edad y el efecto de la relación entre cosechas sucesivas.

En la evaluación estadística del plan de muestreo EBEL, del proyecto de investigación "Evaluación en campo de un plan de muestreo para el diagnóstico de la infestación por broca", **BIO 0305**, con respecto a los parámetros tiempo medio de evaluación, proporción de árboles infestados, infestación del lote e infestación en café almendra, los resultados mostraron lo siguiente:

- El plan de muestreo actualmente recomendado (plan TREINTA) y el plan EBEL son iguales estadísticamente, en el tiempo de evaluación por lote y ellos a su vez difieren del plan de muestreo completamente aleatorizado (plan ALEA), en el cual se invierte nueve veces más del tiempo empleado en los planes TREINTA y EBEL, de tal manera que: el promedio de evaluación por lote, del plan TREINTA es de 32 minutos; en el plan EBEL el tiempo medio de evaluación es de una hora; y en el plan ALEA, el tiempo medio de evaluación es de 9 horas y media.

- El error relativo medio de estimación, para la proporción de árboles infestados por lote, del plan EBEL, fue de 13,97%, con un mínimo observado de cero y un máximo de 54,1%. El 29,2% de los casos evaluados, coincidió con la proporción de árboles infestados del plan ALEA (error = 0); en el 50% de los casos el error relativo fue menor o igual al 5%; en el 70,8% de los casos, el error relativo fue menor o igual del 20% y el 87,5% de los casos, el error relativo fue menor o igual al 33,8%.

Estos resultados fueron obtenidos con la información de La Catalina. En El Tambo, según el plan EBEL, de 22 casos evaluados, en el 77% de ellos la proporción de árboles infestados fue menor o igual al 5%, lo cual representa, según plan EBEL, una infestación por lote, en promedio, menor del 0,77%. En el 91% de los casos, el plan EBEL mostró una proporción de árboles infestados menor o igual del

10%, para una infestación por lote menor del 1,6%. El plan ALEA, mostró en un 95% de los casos, una proporción de árboles con broca menor o igual al 10% y una infestación por lote menor del 1,3%. Los niveles de infestación en El Tambo, fueron contrastantes con los niveles de infestación de La Catalina, mientras que en El Tambo la proporción de árboles fue menor del 10% a nivel del lote, en La Catalina fue superior del 69%.

- En el 91,7% de las evaluaciones hechas en La Catalina, los intervalos de confianza para la infestación del lote, de los planes EBEL y ALEA, se cruzaron, lo cual implica que las dos estimaciones, de acuerdo con dichos planes, son iguales estadísticamente. En El Tambo, los niveles de infestación por lote, en la mayoría de los casos (19 casos de 22), según el plan EBEL, estuvieron por debajo del 1,6% y en el plan ALEA todos los casos estuvieron por debajo del 1%.

- En los lotes de La Catalina, la diferencia media absoluta entre el valor estimado de la proporción de café almendra y la proporción de almendra real o poblacional fue del 4,14% de café almendra infestado, con una diferencia mínima y máxima observada de 2,1 y 7,3%, respectivamente. En El Tambo, no hubo café almendra infestado en los lotes evaluados y en la estimación, en 5 lotes de 11, el plan EBEL no mostró infestación en café almendra, es decir coincidieron. En los otros 6 lotes, la infestación estimada en café almendra fue menor del 0,9%, siendo esta a su vez, la máxima diferencia absoluta entre el valor real y el valor estimado.

Uno de los aspectos que fortalece el método EBEL, es el hecho de una estimación con un bajo error, para café almendra, cuando los niveles de infestación en campo son bajos, como fue corroborado con los datos del Tambo.

Con la evaluación estadística, fueron comprobadas las siguientes hipótesis de trabajo:

- La estimación de infestación obtenida con el plan de muestreo propuesto (EBEL), es igual estadísticamente, en al menos el 75% de los casos evaluados, a la estimación obtenida con el plan de muestreo aleatorio simple (ALEA).

- Los costos aplicando el plan de muestreo propuesto (EBEL), se reducen en un 90% o más, con respecto al plan de muestreo aleatorio simple (ALEA).

Por lo anteriormente descrito, se concluye que el método EBEL es un plan de muestreo eficaz, por lo que se obtiene una estimación precisa de la proporción de almendra infestada y es eficiente, por que requiere de poco tiempo para su aplicación, lo cual implica menor costo, cumpliéndose así su evaluación estadística. Con estos resultados, se procederá a aplicar el método EBEL, en algunas de las subestaciones experimentales de Cenicafé, para ser evaluado por el personal de campo y luego llevarlo a algunos agricultores y finalmente entregar una herramienta confiable para el diagnóstico de la infestación por broca en campo.

Con el objeto de construir un modelo de regresión dinámica que relacione la infestación por broca en campo, con la infestación en café pergamino seco se analizó información proveniente del experimento ENT0241, sembrado en la estación experimental La Catalina 4° 45' latitud norte, 75° 44' longitud oeste y una altitud de 1310 msnm. El café esta sembrado a una distancia de siembra de 1,20 m. por 1.50 m. para un total de 2214 árboles. El manejo de la broca se ha hecho cosechando oportunamente tanto el RE RE, como la fertilización teniendo en cuenta el análisis de suelo. La infestación del café en tolva y en CPS se hizo para la totalidad de lo cosechado hasta julio de 1996, a partir de esta fecha se ha hecho tomando una muestra de 15 kg.

Se analizó primero la relación infestación de café cosechado o en tolva con la infestación en café pergamino seco; se ajustó la siguiente ecuación de regresión: $cps = 0,525422tolva$. El coeficiente de regresión indica que por un incremento del 1% en la infestación en tolva, la infestación en café pergamino seco se incrementa en 0,5254%. El R cuadrado de este modelo fue igual a 0,9563, esto indica que con este modelo se explica la variación de la infestación del café pergamino en 95,63%. Se ajustaron modelos de regresión lineal simple y uno no lineal; como conclusión de estos resultados, se puede decir que los modelos propuestos no satisfacen

las expectativas y algunos supuestos que exige el análisis de regresión. Es razonable pensar que la variable independiente infestación en campo no afecte instantáneamente la infestación de CPS, pues la medición en campo se realiza sobre todo el café que se encuentra en el árbol, es decir en frutos verdes pintones y maduros; por tanto, la variable infestación en campo debe entrar retrasada en el modelo. La infestación en campo presentó autocorrelación de primer orden (retraso uno), el modelo ajustado para esta serie fue autorregresivo, los residuos de este modelo son ruido blanco, lo cual significa que la serie de residuos es aleatoria, las pruebas de ji-cuadrado y la autocorrelación de los residuos lo confirmaron. La serie de infestación de café pergamino seco se diferenciò para volver la serie estacionaria, se filtró con el modelo de la serie infestación en campo y se correlacionó con la infestación en campo. La correlación cruzada presenta una correlación significativa entre la infestación de CPS con la infestación en campo cuatro períodos atrás, es decir la correlación entre la infestación de CPS y campo presenta un retraso de cuatro meses. El modelo de transferencia ajustado fue el siguiente: $(1 - B)Y_t = \{ (0,73188 - 0,54421B) \} X_{t-4} + \{ 1/(1 + 0,33114B) \} a_t$ donde Y_t es la infestación del café pergamino seco en el mes t y X_t es la infestación en campo del mes t y a_t es el error aleatorio en el mes t . Se estudiaron los residuales del modelo, se verificó que era una serie de ruido blanco lo cual garantiza que el modelo esta bien especificado y se evaluaron pruebas de Ji - cuadrado con lo cual se concluyó que las correlaciones cruzadas entre los residuos del modelo y la infestación en campo eran estadísticamente iguales a cero.

La media de los residuos fué estadísticamente igual a cero y la distribución sesgada a la derecha. La prueba de normalidad fue significativa al 9,22% con lo cual se puede decir que la distribución se aproxima a la normal. El rango de los residuales estuvo entre -7,2681 y 12,4423 valores que son mucho menores que los encontrados con los modelos de regresión. La Figura 6, ilustra el comportamiento de la infestación de café pergamino seco a través del tiempo y los valores pronosticados por el modelo, se observa que el modelo sigue la tendencia de los valores observados.



Figura 6. Valores observados y predichos del porcentaje de infestación CPS.

Los resultados de la primera fase del experimento "Estudio de Tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual de café", **BIO-0801**, correspondiente al Estudio de Métodos y Macromovimientos, mostraron:

Cuatro actividades de tipo Espera Inevitable: Asignación del tajo, Vaciado del "coco", Necesidades personales y Almuerzo; una actividad de tipo Inspección: Pesaje y una actividad de carácter operativo propiamente dicho: la recolección, la cual se podrá mejorar u optimizar aplicando las técnicas de micromovimientos. El 60% de los operarios, bajo condiciones de pendientes mayores al 30%, siguieron trayectorias clase A, el 24% las de clase C y el 16% se desplazaron de acuerdo a las trayectorias clase B. En condiciones de topografía plana se pudo observar que el 55% de ellos describieron trayectorias clase E, mientras que el 45% restante describieron la D. Las trayectorias de los recolectores en el surco y en el árbol se pudieron clasificar y describir de tres maneras: en "Rolos", en "Serpentín" y por "Caras". Los resultados muestran que en el 56,7% de los casos para condiciones de altas pendientes, los recolectores se desplazaron con trayectorias en rolos, mientras que para pendientes menores de 10%, el desplazamiento por caras presenta un 48% de ocurrencia. El análisis multivariado mostró el siguiente orden de importancia de las variables en el proceso de recolección: Proporción de frutos ma-

duros en la masa cosechada, Proporción de frutos verdes en la masa cosecha, Proporción de frutos maduros más pintones en la masa cosechada, Proporción de frutos pintones retirados del árbol, Recorrido por recolector, Rendimiento Operativo, Tiempo de recorrido, Porcentaje de frutos maduros retirados del árbol y Porcentaje de frutos verdes retirados del árbol. De estas variables fueron seleccionadas la Proporción de frutos maduros en la masa cosechada, Rendimiento Operativo y Proporción de frutos maduros retirados del árbol como las tres variables que describen los aspectos de calidad, operación y eficacia, respectivamente. El análisis de regresión mostró asociación significativa entre el Rendimiento y el Porcentaje de frutos maduros en la masa cosechada, con los frutos maduros por cosechar y como mínimo los recolectores cosecharon el 62% de los frutos maduros. Una vez verificada la homogeneidad de los operarios, el análisis de covarianza no mostró efecto de la interacción en las variables rendimiento y proporción de frutos maduros en la masa cosechada y para el rendimiento, mostró efecto de la pendiente, a favor de aquellas mayores al 23%. Para la proporción de frutos maduros retirados del árbol, el análisis de varianza no mostró efecto de la interacción, pero si mostró efecto de la pendiente a favor de aquellas menores al 10%. Estos resultados muestran que no necesariamente el mejor rendimiento implica la mejor operación de retirada de los frutos.

ECONOMÍA AGRÍCOLA

Adopción de tecnología en la economía campesina: resultados, causas e implicaciones para el desarrollo rural. Este reporte tuvo el propósito de analizar razones de carácter económico, más que otras (antropológicas, culturales, etc.), que pueden explicar la brecha existente entre las innovaciones agrícolas generadas y su adopción por los campesinos de países en vías de desarrollo y las implicaciones para el desarrollo rural. El acercamiento utilizado fue de tipo teórico, el cual se basó en: primero, revisión de la actual literatura en este tópico; segundo, mencionando algunos resultados relacionados con una investigación realizada en adopción de tecnología en cultivos de café en Colombia; tercero, citando ejemplos provenientes de la literatura y finalmente, la opinión del autor. Los resultados obtenidos en adopción de tecnologías demuestran la existencia de dicha brecha, pues las tasas logradas han estado por debajo de las expectativas. Esto conduce a pensar que el mejoramiento de los estándares de vida en agricultores campesinos a través de la adopción de innovaciones tecnológicas, como estrategia de desarrollo rural, ha sido logrado parcialmente. Dos factores juegan un papel clave en este fenómeno: la búsqueda de eficiencia en la asignación de recursos y la aversión al riesgo para adoptar innovaciones.

Con relación a la eficiencia en la asignación de recursos, durante las últimas dos décadas ha habido una importante discusión relacionada con la hipótesis de Schultz, quien en 1964 planteó que los campesinos eran "pobres pero eficientes", lo cual significa que los pequeños agricultores son razonablemente eficientes asignando sus recursos y al mismo tiempo responden positivamente a incentivos en precio (Ali *et al.*, 1991). Siguiendo la misma idea, Ellis (1993), indica que si los campesinos son eficientes es adecuado pensar que ellos están buscando maximizar sus ganancias, porque eficiencia y maximización de la ganancia son caras de la misma moneda. Sin embargo, es conocido que los sistemas de hogares campesinos son complejos, porque involucran producción y consumo y bajo este es-

quema la asignación de recursos productivos es el resultado de decisiones tomadas por todos los miembros de la familia (Upton, 1996). Por esta razón las decisiones están limitadas por los recursos accesibles y la tecnología de producción. En otras palabras los campesinos estarán operando en la función de producción que sus recursos les permitan acceder.

El otro factor es la aversión al riesgo. Respecto al segundo factor, la aversión al riesgo, ha sido reconocido el alto nivel de riesgo e incertidumbre que rodea la gente que vive en familias campesinas, especialmente en países en desarrollo. Aunque hay diferentes grados de aversión al riesgo (Moscardiet *al.*, 1977), es aceptado que en general la mayoría de los agricultores son aversos al riesgo (Feder, 1979; Reichelderfer, 1980; Dent, 1991). Las percepciones acerca del riesgo y la incertidumbre afectan el desempeño general de la economía campesina. Por ejemplo, Ellis (1993), considera que estas percepciones pueden verse reflejadas en sub-óptimas decisiones a nivel microeconómico, falta de voluntad o lentitud en adoptar innovaciones e implementación de prácticas tales como diversificación, sistemas de cultivos intercalados, cultivos en compañía, etc. Adicionalmente, el riesgo tiene mayor impacto en los pobres y refuerza la diferenciación social y la integración a los mercados puede ser reducida. Resultados empíricos muestran esta tendencia general explicada por Ellis: Torkamani *et al.* (1996), estudiando agricultores iraníes; Belete *et al.* (1993), en trabajos llevados a cabo en Etiopía, etc. Para explicar este comportamiento hay dos conceptos: el primero llamado "varianza del ingreso", plantea que los agricultores prefieren tecnologías con menor varianza en el ingreso aunque ello pueda implicar un menor ingreso logable. El segundo es el "rechazo al desastre", que bajo el punto de vista de Lipton (1968), es llamado el "algoritmo de supervivencia" de los campesinos, porque según él los pequeños agricultores, especialmente pobres, necesitan ser aversos al riesgo. Ellos no pueden correr el riesgo de no cubrir las necesidades de su familia entre períodos, porque si ellos fallan estarán frente a serias dificultades tales como hambrunas, etc. Para ellos sortear esta situación los campesinos estarán operando bajo funciones de producción que minimicen el riesgo, entonces menos

adopción o ausencia de adopción de tecnologías será el resultado final.

Los resultados demuestran que las diferencias entre tecnología generada y adoptada es importante. Esta circunstancia conduce a pensar el alivio a la pobreza y el mejoramiento de los niveles de vida de los campesinos a través de la adopción de innovaciones tecnológicas, como estrategia de desarrollo rural, ha sido logrado parcialmente. Por esto hay mucho por hacer a través de intervenciones de desarrollo rural si el propósito es cambiar positivamente la supervivencia de las comunidades rurales. Desde el ángulo de la investigación debe ser importante el acercamiento al sistema de producción como un todo. Por ejemplo, variaciones en la disponibilidad de insumos, mano de obra, crédito y otros recursos pueden elevar la exposición al riesgo y reducir la adopción Ellis (1992) y Hussain (1994) están de acuerdo con Eklund (1983), observando que bajo el sistema de investigación en fincas, opiniones de los agricultores como clientes de la investigación agrícola son tomadas en cuenta para la generación de tecnología relevante a sus restricciones socio-económicas, circunstancias agroecológicas, necesidades y prioridades. De acuerdo con Kydd (1998), el punto importante aquí es que cuando las restricciones son identificadas y priorizadas es fácil definir mejoramientos potenciales los cuales deben permitir remover las limitaciones existentes.

La perspectiva de la extensión es también importante. Shapiro (1985), señala que si la economía campesina muestra ineficiencias, ganancias importantes pueden ser logradas a través de nuevas tecnologías. Pero esfuerzos en extensión y educación deben incrementarse con el propósito de mejorar la asignación y uso de recursos disponibles por ellos. Esta idea es compartida por Ali et al. (1991), al observar que más esfuerzo se debe poner en entrega de insumos, infraestructura, sistemas de extensión, servicios en manejo de fincas y desarrollo de habilidades del agricultor para promover eficiencia en el uso de recursos. La relevancia de la educación promoviendo la eficiencia y adopción fue encontrada en el 84 % de los datos de 13 países de África, Asia, Europa y Latinoamérica (Lockheed et al, 1980)

Finalmente, en el propósito de alcanzar mejor su-

pervivencia de los agricultores campesinos, es necesario entender por que han adoptado tecnologías a tasas menores de las esperadas. Después de ello, las acciones deben ser llevadas a cabo para aliviar la pobreza y obtener el desarrollo que ellos merecen.

AGROCLIMATOLOGÍA

Red climática de Federacafé. Estuvieron en funcionamiento 187 estaciones pertenecientes al Servicio Meteorológico de FEDERACAFÉ, las cuales se agruparon así: 57 estaciones climatológicas principales, 10 estaciones heliopluiográficas, 41 estaciones pluviográficas y 116 estaciones pluviométricas. El mantenimiento de la red se adelantó mediante 182 visitas de inspección y calibración del instrumental meteorológico con lo cual se logró cubrir toda la zona cafetera y tener en buenas condiciones de operación la totalidad de los aparatos.

La información proveniente de la red meteorológica correspondiente a las variables de lluvia, temperatura, humedad relativa y brillo solar se verificó y procesó hasta el mes de julio/98. Esto permitió la edición del Anuario Meteorológico Cafetero de 1997 en el primer semestre de 1998.

Se continuó con el mejoramiento del cubrimiento de la actual red meteorológica en la zona cafetera y para tal efecto se instalaron 4 nuevas estaciones climatológicas principales: Virgen de Oro (Támesis, Antioquia), La Rocallosa (Armenia, Quindío), El Píllamo (Pereira, Risaralda) e Irco Dosaguas (Chaparral, Tolima).

En conjunto con la División Técnica del Comité Departamental de Cafeteros de Caldas se definieron los sitios para instalar 22 nuevas estaciones pluviométricas y 2 estaciones climatológicas principales.

Ciclo hidrológico y de nutrimentos en un bosque y en cafetales a libre exposición y bajo sombrío.

Los avances de este experimento se refieren a las relaciones entre la lluvia medida en la parte externa

y los valores de lluvia efectiva, interceptación y escorrentía.

En la lluvia efectiva (proporción de lluvia que llega al suelo) las relaciones son de tipo logístico con valores máximos (asíntota) y tasas variables de interceptación según la cobertura y la intensidad de la lluvia. A menor cantidad de follaje son mayores los valores de la lluvia efectiva lo cual explicaría un mayor valor de la asíntota para cafetales a libre exposición (69,1mm), siguen en su orden el bosque (61,0mm) y el cafetal bajo sombrío (45,1mm). Hasta 50mm de lluvia el comportamiento de las diferentes coberturas no influye, a partir de este valor se define la influencia de la cobertura vegetal sobre la lluvia efectiva. En la interceptación (proporción de lluvia retenida por la parte aérea de la planta) los valores máximos de lluvia (asíntota) se presentan en el bosque (53,7mm) y en cafetales bajo sombrío de guamo (60,3mm), explicables por presentar mayores áreas foliares; el cafetal a libre exposición tiene un valor máximo de 45,1mm. Para la escorrentía (proporción de lluvia que fluye sobre el suelo) las diferencias no son apreciables para las tres coberturas con valores de 4,5mm en el bosque, 4,8mm en el cafetal bajo sombrío y 5,2mm en el cafetal a libre exposición solar. En cuanto a la humedad del suelo, se observó claramente que el del cafetal bajo sombrío con un mayor horizonte orgánico no presentó deficiencia de agua durante los períodos críticos de julio-agosto-septiembre de 1997 y diciembre-abril de 1998. En el cafetal a libre exposición solar (20 y 40 cm) con un horizonte orgánico muy deteriorado se presentaron deficiencias hídricas severas.

De otra parte, para los nutrimentos se aprecia que el potasio es el elemento que presenta la mayor movilidad dentro del ecosistema, observándose concentraciones altas en el agua de lavado foliar del bosque y del cafetal bajo sombrío y muy poca concentración en el cafetal a libre exposición. Para el calcio y el magnesio se observa un comportamiento semejante para las diferentes coberturas pero las concentraciones están en menor proporción. El orden de cantidad de nutrimentos que ingresan al ecosistema en el agua de lavado foliar es potasio>>calcio>magnesio. El calcio y el magnesio tienen una alta movilidad a través del perfil del suelo, como se observa en el agua de la quebrada que

sale del bosque; este transporte en el agua de drenaje del suelo no se observa para el potasio. En general las concentraciones de potasio, calcio y magnesio en el agua de escorrentía son menores. Respecto a los nitratos y sulfatos medidos en el agua de lavado foliar no se observan diferencias importantes para las condiciones de bosque, de cafetal bajo sombrío, cafetal a libre exposición solar y la lluvia que ingresa al sistema. Las concentraciones de nitratos en el agua de escorrentía son mayores que en el agua de lavado foliar. Para los fosfatos se observan mayores concentraciones en el bosque y en el cafetal bajo sombra en relación con el cafetal al sol y a la estación climática, tanto para el agua de lavado foliar como para el agua de escorrentía.

La zona cafetera y el evento frío del pacífico. De este trabajo se pueden señalar como conclusiones principales las siguientes:

- Los Eventos Fríos del Pacífico (EFP) también llamados "Niñas", han ocasionado en la zona cafetera colombiana aumentos en la lluvia anual entre 5 y 29%.
- De los 2 años abarcados por un EFP, el segundo tiende a ser más lluvioso.
- La mayor alteración que produce la ocurrencia de un EFP radica en el acortamiento o ausencia del período seco de inicios o mediados de año principalmente en la zona central y sur cafeteras.
- Un EFP tiene un promedio de ocurrencia de 6 años y su duración varía entre 12 y 22 meses.
- Se observa que la producción nacional obtenida en años de Eventos Fríos del Pacífico es menor a aquella de años normales.

Ecotopos cafeteros de la cuenca del río cauca. Para los ecotopos 104B, 105B, 106B y 107B localizados en la vertiente oriental de la cordillera occidental de los departamentos de Antioquia, Caldas y Risaralda se analizó el comportamiento espacial y temporal de la precipitación, días con lluvia, lluvia máxima en 24 horas y lluvia diurna y nocturna. Con respecto a la temperatura, humedad relativa y brillo solar, se finalizó el análisis estadístico correspondiente a los ecotopos 206A a 214A. Así mismo, se inició la recopilación y verificación de estas mismas variables para las estaciones meteorológicas de los ecotopos 201A a 205A y 101B a 110B.

DOCUMENTACIÓN

La información cafetera y su tratamiento es su primordial objetivo; con base en este fin, se registraron en computador, mediante el programa ISIS de la Unesco, 1.200 referencias de documentos sobre el tema Café o asuntos relacionados. De esta forma, la base de datos CENIC, que incluye estos registros con sus respectivos resúmenes, llegó a las 21.364 referencias de documentos.

La base de datos AGROS, registrada también en computador, es otro objetivo importante ya que incluye el registro de los libros, folletos, series, monografías, artículos seleccionados de revistas, entre otros materiales, que posee la Biblioteca (excepto Café). Entre Octubre de 1997 a Septiembre de 1998 se adicionaron 3.792 referencias, totalizando 43.840 registros. En este período se adquirieron y procesaron 2.420 documentos, de los cuales 560 correspondieron a libros y 1.860 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 «Ultimas Adquisiciones»

La base de datos FLORA fue objeto de complementación con la inclusión de 200 nuevos registros sobre la flora arvense, arbustiva y arbórea de la zona cafetera y la actualización y edición de 257 registros ya existentes en la base de datos

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 2.541 revistas, las que incluyeron aproximadamente unos 76.230 artículos.

Se continuó con la política de canje de publicaciones entre Instituciones, como un medio de enriquecer bibliográficamente la Biblioteca. CENICAFE tiene compromisos de intercambio con 315 Instituciones de varias localidades del mundo. Así, entre 1997 y 1998 se recibieron, por canje, 521 revistas y 83 materiales entre series, folletos e informes institucionales.

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 realizaron 423 solicitudes de libros especializados y se hizo la renovación de suscripción de 281 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 88 documentos sobre café, 560 libros técnicos, 1.860 artículos y folletos y 2.700 revistas.

La afluencia de lectores a la Biblioteca es un indicador del uso y consulta de sus materiales. En esta temporada hubo 5.232 usuarios, se consultaron 34.025 documentos, se realizaron 9.592 préstamos. Así mismo, hubo un alto índice de consulta de las bases de datos en computador, lo mismo que en CD-ROM.

Los resúmenes de los documentos en el tema café, en la mayoría de los casos, vienen en idiomas distintos al Español (Inglés, Francés y Portugués), en estos casos, corresponde traducirlos. En este período se tradujeron 315 resúmenes, los cuales posteriormente fueron objeto de revisión y edición.

SISTEMAS

Durante la presente vigencia, la Disciplina de Sistemas se ha enfrentado, con el decidido apoyo de la Dirección del Centro, al reto de cara al nuevo milenio: "Brindar el soporte tecnológico suficiente para enfrentar la nueva plataforma tecnológica adoptada por la Federación en el seno del proyecto FedERA2000". Este reto ha exigido que nuestros esfuerzos se enfoquen a brindar soluciones y apoyo a todas aquellas actividades representadas por la modernización del soporte computacional, de comunicaciones y de software de Cenicafé.

Es así como Sistemas ha llevado a cabo los siguientes proyectos, marcando la pauta tecnológica en nuestra región:

- Implantación del Sistema de Cableado Estructurado con el fin de obtener una red de alta velocidad con capacidad para transmitir voz, datos y video.

- Equipamiento y modernización del soporte de comunicaciones de las subestaciones y dotación de la línea 76 para el Centro.

- Adquisición y modernización del soporte computacional, mainboard's, tarjetas de red, monitores, etc.

- Mejoramiento continuo de versiones de Software.

- Así mismo, continuamos estandarizando procesos, adoptando estrategias, implantando procedimientos y apoyando actividades e iniciativas que nos han permitido algunos logros:

- Brindar un Soporte y Asistencia a usuarios más ordenado y eficiente.

- Definir el Plan Quinquenal 1997-2002.

- Responder a la Convocatoria de Colciencias.

- Definir el Presupuesto de investigaciones y operaciones de El Centro para 1999.

Igualmente debemos mencionar que se dio continuidad a las actividades de mantenimiento y robustecimiento del Sistema de Información de Cenicafé con el propósito de mantenerlo vigente y de que sea la base para migrar a R/3, la nueva solución de gestión empresarial ideada por SAP.

Cabe también destacar que ante las expectativas de ofrecimiento de la solución R/3 de SAP, esta disciplina decidió abandonar los nuevos desarrollos alrededor de los diferentes módulos componentes del Sistema de Información de Cenicafé.

En términos generales, esta disciplina aún esfuerzos para continuar con el mismo nivel de desempeño que otrora se registraba cuando apenas sí se contaba con una pequeña infraestructura de cómputo.

DIVULGACIÓN

REVISTA CENICAFÉ

Se publicaron 18 artículos en la Revista Cenicafé así:

Volumen 48, número 3 :

4 artículos, 2 notas técnicas

Volumen 48, número 4 :

5 artículos, 1 nota técnica

Volumen 49, número 1 :

5 artículos, 1 nota técnica

REVISTA CENICAFÉ (VERSIÓN ELECTRÓNICA)

A partir de Diciembre de 1997 se encuentra la versión en INTERNET, en el servidor del ICFES y en la siguiente dirección :

<http://www.icfes.gov.co/revistas/cenicafe/index.html>

AVANCES TÉCNICOS

Se editaron los siguientes:

- 240 Jun. 1997 "El zoqueo de los cafetales y su relación con la infección por Llega macana"
- 241 Jul. 1997 "Lavado y clasificación del café en el Hidrociclón"
- 242 Ago 1997 "Daños causados por arañas en los cafetales"
- 243 Sep. 1997 "Deterioro del leño del café"
- 244 Oct. 1997 "Potencial de Producción de carne y leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a la zona cafetera"

- 245 Nov. 1997 "Desarrollo floral del cafeto en condiciones de la zona cafetera colombiana (Chinchiná-Caldas)"
- 246 Dic. 1997 "La Mancha de hierro del cafeto"
- 247 Ene 1998 "Comportamiento de clones de caucho (*Hevea brasiliensis*) en la zona cafetera".

ANUARIO METEOROLÓGICO

Se publicó el Anuario Meteorológico Cafetero correspondiente al año 1997.

BROCARTA

Boletín Informativo sobre la broca del café : Se publicaron los números 33 y 34.

AUDIOVISUALES

Video Manejo Integrado de Arvenses. Duración 10 minutos. Se distribuyó entre los Comités de Cafeteros de Caldas, Risaralda y Quindío como apoyo a la labor de extensión. CENINOTAS (BOLETÍN INTERNO). Se editaron los Volúmenes 43 y 44

COORDINACIÓN CON TODOS LOS ESTAMENTOS DEL CENTRO

Se editaron, diagramaron e imprimieron 35 resúmenes de los seminarios internos que se realizaron en CENICAFÉ entre el 1o. de octubre de 1997 y el 30 de septiembre de 1998.

ATENCIÓN DE VISITANTES.

Se recibieron 108 visitas, atendiendo durante ellas un total de 2231 personas. De éstas, 2.015 fueron nacionales y 216 extranjeros. Los grupos más numerosos son esdudiantes universitario y cafeteros.

De esta manera, CENICAFE extiende sus actividades hacia la transferencia de tecnología y no sólo produciendo materiales y cursos de capacitación para los Extensionistas y Asistentes Técnicos.

ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS (Exposiciones, Congresos, Etc.)

1997

Expociencia/97
Santafé de Bogotá
Del 1/ al 8 de octubre de 1997

1998

Expoambiental/98
Santafé de Bogotá
Julio 31 a agosto 7 de 1998

Expoagro Quindío/98
Armenia
Del 13 al 18 de agosto de 1998

Café de Colombia/98
Medellín
Del 17 al 20 de septiembre de 1998

FOTOGRAFÍA

Se atendieron 479 órdenes de trabajo.

- Revelado rollos de diapositivas (35 mm y formato 120) 594
- Revelado y contactos (papel) 512
- Copias en papel (6 x 9 cm hasta 15 x 21 cm) 13.299
- Ampliaciones (20 x 25 cm hasta 100 x 70 cm) 218
- Fotografías digitales (equivalen aproximadamente a 21) 750
- Rollos de 36 exposiciones (\$63.000) y sus correspondientes revelados más contactos (\$84.000).
- Diapositivas enviadas al archivo fotográfico de Cenicafé en la sección de Documentación 210

DISTRIBUCIÓN DE PUBLICACIONES

Durante este período se distribuyeron 4 números de la Revista Cenicafé, 8 números de la publicación Avances Técnicos, 2 números de la Brocarta, y el

Anuario Meteorológico Cafetero correspondiente al año de 1997.

Revista CENICAFÉ:

Volumen 48 Número 3

Volumen 48 Número 4

Volumen 49 Número 1

Anuario Meteorológico: 1997

Avances Técnicos: 240 al 247

Brocarta: 33 y 34

El número de suscriptores por publicación a septiembre de 1998, según base de datos, es el siguiente:

Revista CENICAFÉ 2.708

Anuario Meteorológico 644

Avances Técnicos 7.518

Brocarta 8965

Boletín Técnico 2.145

CURSOS Y EVENTOS DE CAPACITACIÓN. Se apoyó y colaboró con el personal del Servicio de Extensión de la Federación, en la realización de un curso desde el 23 hasta el 27 de febrero de 1998.

INTERNET. Se participó en el comité que diseñó y mantiene actualizado el Home Page : www.cafedecolombia.com.co en la cual se

encuentra la página de Cenicafé; sobre ésta, la sección de Divulgación tiene la responsabilidad de administrarla, mantenerla actualizada y responder el correo electrónico cenicafé@cafedecolombia.com.co. En el período se atendieron 150 consultas y 30 solicitudes de suscripción por esta vía. Esta actividad se ha convertido en un nuevo proyecto del plan quinquenal 1998- 2003.

PUBLINDEX. Es un instrumento de análisis para la constitución del INDEX de publicaciones seriadas científicas y tecnológicas colombianas el cual fue presentado a manera de convocatoria por COLCIENCIAS, la cual se cerró el 1o de agosto de 1998. En esta convocatoria se inscribieron las publicaciones Revista CENICAFÉ, Boletines Técnicos y la publicación Avances Técnicos.

Se envió la información solicitada relacionada con : Organización académica, infraestructura física, infraestructura técnica y tecnológica, infraestructura administrativa, normas, contenidos, cobertura, financiación y las características de archivo de la ciencia.

El PUBLINDEX es un programa de cómputo que está disponible en la sección de Divulgación para consulta y uso de las personas interesadas. Es la base para establecer un gran índice de publicaciones para América Latina.

PROGRAMA AGRONOMÍA

Alejo Morán M., Coordinador

Conservación de Suelos

Héctor Rivera P., Ing. Agrónomo M.Sc.

Fisiología

Alejo Morán M., Ing. Agrónomo

Samir Salazar P., Ing. Agrónomo M.Sc.

Argemir Miguel Moreno B., Ing. Agrónomo M.Sc.

José María A. S., Ing. Agrónomo

Química Agrícola

Samir Salazar P., Ing. Agrónomo M.Sc.

Samir Salazar P., Ing. Agrónomo M.Sc.

Samir Salazar P., Ing. Agrónomo M.Sc.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

GERENCIA TECNICA

PROGRAMA DE INVESTIGACION CIENTIFICA

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

Bernardo Chaves C., Estadístico M. Sc.

Esther Cecilia Montoya R., Estadístico M. Sc.

Lucelly Orozco G., Ing. Agrónomo

Divulgación

Héctor Fabio Ospina O., Ing. Agrónomo M. Sc.

Documentación

Luis Alejandro Maya M., Documentalista Ph. D.

Nancy Cecilia Delgado R., Bibliotecóloga

Economía Agrícola

Hernando Duque O., Ing. Agrónomo

Sistemas

Luis Ignacio Estrada H., Ing. Químico

Control Interno

Gloria Inés Uribe S., Administradora de Empresas

PROGRAMA AGRONOMIA

Alfonso Mestre M., Coordinador

Conservación de Suelos

Horacio Rivera P., Ing. Agrónomo M. Sc.

Fitotecnia

Alfonso Mestre M., Ing. Agrónomo

Néstor Salazar A., Ing. Agrónomo M. Sc.

Argemiro Miguel Moreno B., Ing. Agrónomo M.Sc.

John Jaime Arias Hernández, Ing. Agrónomo

Química Agrícola

Senén Suárez V., Ing. Agrónomo Ph. D.

Ignacio Federico Carrillo P., Químico

Martha Cecilia Henao T., Geólogo M.Sc*

Eduardo Hernández G., Ing. Agrónomo

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

Jairo Leguizamón C., Coordinador

Entomología

Álex Enrique Bustillo P., Ing. Agrónomo Ph. D.

Pablo Benavides M., Ing. Agrónomo*

Martha Gladys Bernal U., Bacterióloga

Reinaldo Cárdenas M., Ing. Agrónomo M. Sc.

María Teresa González G., Bacterióloga

Juan Carlos López N., Microbiólogo

Jaime Orozco H., Ing. Agrónomo M. Sc.

Maribel del S. Portilla R., Ing. Agrónomo*

Francisco Javier Posada F., Ing. Agrónomo*

Armando Rivera M., Microbiólogo*

Elena Trinidad Velásquez S., Bioquímica M. Sc.

Patricia Eugenia Vélez A., Bacterióloga M. Sc.

Diógenes Alberto Villalba G., Ing. Agrónomo M. Sc.

Fisiología Vegetal

Jaime Arcila P., Ing. Agrónomo Ph. D.

Néstor Miguel Riaño H., Ing. Agrónomo

Beatriz Eugenia Vélez A., Bióloga

Jerson Ramón Domínguez T., Biólogo. M.Sc.*

Fitopatología

Jairo Leguizamón C., Ing. Agrónomo Ph. D.

Bertha Lucía Castro C., Ing. Agrónomo M. Sc.

Luis Fernando Gil V., Ing. Agrónomo M. Sc.

Carlos Alberto Rivillas O., Ing. Agrónomo M. Sc.

Mejoramiento Genético y Biotecnología

Luis Germán Moreno R., Ing. Agrónomo Ph. D.

Gabriel Alvarado A., Ing. Agrónomo M. Sc.

Marco Aurelio Crisanchó A., Microbiólogo Ph. D.

Hernando Alfonso Cortina G., Ing. Agrónomo M. Sc.

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo Ph. D.

Carmenza Esther Góngora B., Microbióloga*

María del Pilar Moncada B., Ing. Agrónomo M. Sc.*

Juan Carlos Herrera P., Biólogo M. Sc.

Esperanza Barco C., Bióloga

Miryam Pacheco de P., Bióloga Ph. D.

Ricardo Acuña Z., Biólogo Ph. D.

PROGRAMA DE POSTCOSECHA

Carlos Eugenio Oliveros T., Coordinador

Ingeniería Agrícola

Gonzalo Roa M., Ing. Electromecánico Ph. D.*

Jairo Rafael Álvarez H., Ing. Agrícola M. Sc.

José Álvarez G., Ing. Agrónomo

Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph. D.

César Augusto Ramírez G., Arquitecto

Juan Rodrigo Sanz U., Ing. Mecánico*

Química Industrial

Gloria Inés Puerta Q., Ing. Química, Ing. Alimentos M. Sc.

María Teresa Dávila A., Ing. Química

Nelson Rodríguez V., Ing. Químico

Diego Antonio Zambrano F., Ing. Químico

PROGRAMA ETIA

José Arthemo López R., Coordinador

Gloria Esperanza Aristizábal B., Bióloga M. Sc.

María Cristina Chaparro C., Téc. Alimentos, Químico

Claudia Rocío Gómez P., Téc. Química Ind.

Francisco Luis Grisales L., Ing. Agrónomo

Carlos Mario Ospina P., Ing. Forestal

Aída Esther Peñuela M., Ing. Alimentos

Huver Elías Posada S., Ing. Agrónomo M. Sc.*

Juan Mauricio Rojas A., Ing. Alimentos

Clemencia Villegas G., Ing. Agrónomo M. Sc.

Raúl Jaime Hernández R., Ing. Forestal

Medicina Veterinaria y Zootecnia

María Cristina Cardona B., Médica Veterinaria

PROGRAMA DE INDUSTRIALIZACIÓN

Américo Ortiz P., Físico M. Sc., Coordinador

Jaime Castaño C., Físico M. Sc.

Campo Elías Riaño L., Ing. Químico M. Sc.

PROGRAMA DE EXPERIMENTACION

Manuel José Echeverry L., Ing. Agrónomo M. Sc., Coordinador

Estación Central Naranja

Celso Arboleda V., Ing. Agrónomo M. Sc.

Subestación Experimental Consacá

Carlos Alberto Zambrano R., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Convención

José Martín Barajas F., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Rosario

Helí Marín N., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Tambo

Carlos Rodrigo Solarte P., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Gigante

Miguel Bonilla G., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental La Catalina

Javier García Alzate, Ing. Agrónomo. M. Sc.

Subestación Experimental La Sirena

Luis Fernando Machado M., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Libano

Jorge Camilo Torres Navarro, Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Maracay

Luis Fernando Machado M., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Paraguacito

Carlos Julio Ramírez H., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Pueblo Bello

Juan Carlos García L., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Santa Bárbara

Piedad Dulfari Henao P., Admon. de Empresas Agropecuarias

Subestación Experimental Santander

Pedro María Sánchez A., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Supía

José Darío Arias C., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Valle

Carlos Julio Ramírez H., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Marquetalia

Jorge Camilo Torres N., Ing. Agrónomo

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Luis Carlos Carmona L., Ing. Químico, especializado en Finanzas y Economía cafetera

Sección Archivo y Comunicaciones

Esperanza Montes de P. (E)

Sección Contabilidad

Jorge Eliécer Latorre G., Contador Público

Sección Mantenimiento y Servicios

Jairo Zapata Z., Ing. Electricista

Tesorería

Jesús A. López G., Contador Público

Sección de Personal

Rafael Guzmán S., Economista

Sección de Presupuesto

César Alberto Serna G., Contador

Sección Suministros y Bienes

Luis Fernando Botero A., Economista. M.Sc.

INVESTIGADORES EN PROYECTOS ESPECIALES

Yamel López F., Ph. D. Convenio COLCIENCIAS-FEDERACAFÉ
Arnubio Valencia J., Ing. Agr. Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales. U. de Caldas

Mauricio Cárdenas Ramírez, Diseñador Industrial
Shirley Toro Sánchez, Ing. Agrónomo
Óscar Darío Quintero G., Ing. Agrónomo
Diana María Cano Londoño, Ing. Agrónomo
Carlos Ariel Ángel Calle, Ing. Agrónomo
Adriana Garavito Rozo, Zootecnista

JÓVENES INVESTIGADORES CONVENIO FEDERACAFÉ-COLCIENCIAS

Claudia Yanieris Muñoz A., Ing. Agrónomo
Pablo Ignacio Campillo Orozco, Ing. Agrícola
María Isabel Ramírez Amaya, Ing. Agrícola

* Comisión de estudios
(E) Jefe encargado