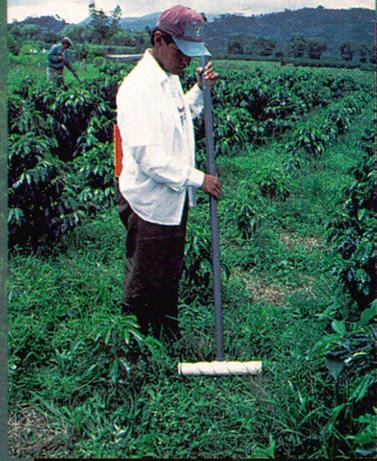


Cenicafé

RESUMEN DEL INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES 1996 - 1997



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

Juan Carlos Henand
MEG



Centocafé
CENTRO DE DOCUMENTACION

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITE NACIONAL DE CAFETEROS

Ministro de Relaciones Exteriores
Ministro de Hacienda y Crédito Público
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministro de Comercio Exterior
Director del Departamento de Planeación Nacional
Gerente de la Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero

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 Gatner
Ernesto Sayer Martínez
Luis Ardila Casamitjana

SUPLENTE

Octavio Arizmendi Posada
Luis Gonzalo Giraldo Marín
Yesid Castaño González
Alonso Durán Rivera (+)
Rodrigo Velásquez Betancourth
Ramón Campo González
Floresmiro Azuero Ramírez
Edgar Davila Muñoz

Gerente General
JORGE CARDENAS GUTIERREZ

Subgerente General
HERNAN URIBE ARANGO

Gerente Técnico
ANTONIO HERRON ORTIZ

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

Cenicafé

RESUMEN DEL INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES 1996 - 1997

Cenicafé
CENTRO DE DOCUMENTACIÓN



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
RESULTADOS SOBRESALIENTES	2
AGRONOMÍA	5
CONSERVACION DE SUELOS	6
QUIMICA AGRICOLA	6
FITOTECNIA	11
EXPERIMENTACIÓN	21
POST-COSECHA	23
INGENIERÍA AGRÍCOLA	24
QUÍMICA INDUSTRIAL	29
BIOLOGÍA	41
PROBLEMAS SANITARIOS	42
BROCA DEL CAFÉ	42

ENFERMEDADES DEL CAFETO	62
MANCHA DE HIERRO (<i>Cercospora coffeicola</i>)	62
NEMÁTODOS (<i>Meloidogyne incognita</i> y <i>M. javanica</i>)	62
ROYA DEL CAFETO (<i>Hemileia vastatrix</i>)	64
LLAGA MACANA (<i>Ceratocystis fimbriata</i>)	64
LLAGAS RADICALES (<i>Rosellinia bunodes</i>)	66
MICORRIZAS	68
MANCHA MANTECOSA (<i>Colletotrichum Sp.</i>)	69
ENFERMEDADES DE LOS CÍTRICOS	70
ENFERMEDADES DE LAS ORQUIDEAS	70
DIAGNOSTICOS FITOSANITARIOS	71
MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA.....	71
ESTUDIOS FISIOLÓGICOS	78
ETÍA	89
NORMALIZACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS.....	90
OTROS CULTIVOS.....	91
PRODUCCIÓN ANIMAL	95
INDUSTRIALIZACIÓN	96
INVESTIGACIONES	97
APOYOS BÁSICOS.....	107
AGROCLIMATOLOGÍA	108
BIOMETRÍA	109
DIVULGACIÓN	111
DOCUMENTACIÓN	114
SISTEMAS	115

PROGRAMA PRESENTACION ORAL

INFORME ANUAL DE LABORES 1996 - 1997

OBJETIVOS

PARTICULARES

- Conocer qué actividades de investigación se realizaron por parte de cada uno de los participantes durante el tiempo comprendido entre Octubre de 1995 y Septiembre de 1996.
- 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 la Federación y en particular para CENICAFÉ poder hacer la evaluación y seguimiento de las actividades de investigación y experimentación.
- Evaluar la productividad de CENICAFÉ durante el período del informe.
- Analizar el estado de los proyectos de investigación y que sirva de base para la toma de decisiones sobre continuación, suspensión y priorización de actividades.
- 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

MODERADOR: MARIA TERESA DAVILA

INSTALACION

NOV 17 8:00 AM

ESTUDIOS DE BIODIVERSIDAD

Ensayo de procedencias y progenies para dos especies forestales tropicales.	Raul J. Hernández Prog. ETIA	NOV 17	8:30 AM
Conservación de recursos genéticos forestales en la región andina.	Carlos Mario Ospina P. Prog. ETIA	NOV 17	8:45 AM
Reconocimiento de la mirmecofauna en áreas de CENICAFE.	Alexandra Franco R. Entomol. U. Nal. Bogotá	NOV 17	9:00 AM
Biodiversidad representada en la colección de artrópodos de CENICAFE.	César Augusto Cruz B. Entomol. U. Pedag. Bogotá	NOV 17	9:15 AM
Reconocimiento e identificación de enfermedades y plagas en orquídeas colombianas.	Carlos Ariel Angel C. Fitopat. U. Caldas	NOV 17	9:30 AM

II. CONSERVACION DE SUELOS

Avances en prevención y control de erosión.	Horacio Rivera P. Conservación de Suelos	NOV 17	9:45 AM
Receso			10:00 AM

III. EXPERIMENTACION

El programa de experimentación	Manuel J. Echeverry L. Experimentación	NOV 17	10:30 AM
Costeo ABC en la renovación de cafetales por nueva siembra.	Luis F. Machado M. Experimentación	NOV 17	10:45 AM

IV. SISTEMAS DE PRODUCCION DE CAFE

Proyectos sobre manejo de cafetales	J. Néstor Salazar A. Fitotecnia	NOV 17	11:00 AM
Distancia de siembra y distribución espacial de las plantas. Efecto del sombrero en la producción.	Alfonso Mestre M. Fitotecnia	NOV 17	11:15 AM
Cultivos intercalados con café.	Argemiro Moreno B. Fitotecnia	NOV 17	11:30 AM
Especies forestales como sombrero de café.	Jhon Bayron Urrego Smurfit Cartón de Colombia	NOV 17	11:45 AM
Efecto del abono orgánico y edad del corte en la producción de biomasa y aceite de limoncillo.	Alexander Serrato C. Fitotecnia	NOV 17	12:00 M
Evaluación agronómica e industrial de la manzanilla y el toronjil.	Javier Andrés Cifuentes Fitotecnia	NOV 17	12:15 PM

MODERADOR: JUAN RODRIGO SANZ

V. BROCA DEL CAFE

Biología

Modelo conceptual y matemático de la dinámica de las poblaciones de broca en cafetales.	Alex Bustillo P. Entomología	NOV 17	1:30 PM
Simulación de la dinámica de las poblaciones de broca en cafetales. Sistema integrado de administración de fincas (SIAF).	Luis Michel Prieto Trujillo Entomología	NOV 17	1:45 PM
Estudios de poblaciones de la broca del café.	Reinaldo Cárdenas M. Entomología	NOV 17	2:00 PM
Estandarización de una técnica de extracción de enzimas digestivas de la broca del café.	Arnubio Valencia Jiménez Entomol. U. Caldas	NOV 17	2:15PM

Evaluación enzimática de <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> . Efecto sobre la broca de un aislamiento de <i>B. bassiana</i> resistente a la luz ultravioleta.	Patricia E. Vélez A. Entomología	NOV 18	9:00 AM
Evaluación en campo de aislamientos de <i>B. bassiana</i> resistentes a la luz ultravioleta.	Sandra Patricia Tobar H. Entomol. U. Católica	NOV 18	9:15 AM
Evaluación enzimática cualitativa de aislamientos de los hongos <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> .	Beatriz Valdés D. Entomología	NOV 18	9:30 AM
Patogenicidad de cultivos monoespóricos de <i>B. bassiana</i> sin reactivar y reactivados en la broca.	Ma. Nancy Estrada V. Entomología	NOV 18	9:45 AM
Receso			10:00 AM
Variabilidad en las evaluaciones de control de calidad de las formulaciones de entomopatógenos.	Patricia Marín Entomología	NOV 18	10:30 AM
Formulación y aplicación de <i>B. bassiana</i> .	Francisco Posada F. Entomología	NOV 18	10:45 AM
Control químico			
Eficacia de insecticidas para el control de la broca en relación con el desarrollo de los frutos.	Diógenes Villalba G. Entomología	NOV 18	11:00 AM
Costos del manejo integrado			
Estudios de caso en costos de manejo integrado de broca.	Albeiro Márquez Q. Entomol. U. Manizales	NOV 18	11:15 AM

VI. BENEFICIO ECOLOGICO, CALIDAD DEL CAFE Y UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS

Calidad del café

Defectos en la calidad del café.	Gloria I. Puerta Q. Química Industrial	NOV 18	11:30 AM
Cuantificación de <i>Ochratoxina A</i> en café	Mónica Acevedo Naranjo Quím. Ind.U.Cat. Manizales	NOV 18	11:45 AM
Producción de café con leche soluble	Javier Romero Rico Quim. Ind. U. América	NOV 18	12:00 M

MODERADOR: LUZ STELLA VALLEJO T.

Beneficio ecológico del café

Tecnología BECOLSUB en Subestaciones. Secado de café.	Jairo Alvarez H. Ingeniería Agrícola	NOV 18	1:30 PM
Tecnología BECOLSUB móvil.	César A. Ramírez G. Ingeniería Agrícola	NOV 18	1:45 PM

Evaluación de inhibidores de amilasa y proteasa sobre la sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de la broca del café.

Ma.Teresa González G. NOV 17 2:30 PM
Entomología

Infestación en campo para estimar las poblaciones de broca y su relación con el daño de café pergamino.

Jorge Hugo Peralta C. NOV 17 2:45 PM
Entomol- Joven Investigador

Receso

3:00 PM

Estimación del escape y la mortalidad de la broca durante el proceso de recolección y beneficio.

Diana Patricia Moreno V. NOV 17 3:30 PM
Entomol. U. Caldas

Interacción aleloquímica de frutos de café (*Coffea* Spp.) y la broca *H. hampei* (Ferrari).

Américo Ortiz P. NOV 17 3:45 PM
Prog. Industrialización

Control con parasitoides

Avances en las investigaciones con parasitoides para el manejo de la broca del café en Colombia.

Jaime Orozco H. NOV 17 4:00 PM
Entomología

Efecto de las liberaciones inundativas de *C. stephanoderis*, en fincas comerciales.

Hugo Mauricio Salazar E. NOV 17 4:15 PM
Entomol. U. Caldas

Epocas de liberación y efecto depredador de *C. stephanoderis* sobre *H. hampei*.

Luis F. Aristizábal A. NOV 17 4:30 PM
Entomol. Joven Investigador

Cría masiva de *C. stephanoderis* sobre estados inmaduros de broca desarrollados en dieta.

Maribel Portilla R. NOV 17 4:45 PM
Entomología

Establecimiento y dispersión de *C. stephanoderis* y *P. nasuta* en Nariño.

Claudia E. Quintero H. NOV 17 5:00 PM
Entomol. Joven Investigador

Parasitismo de *P. nasuta* usando diferentes relaciones sobre una población de *H. hampei*.

Rolando Tito Bacca I. NOV 17 5:15 PM
Entomol. U. Nal. Bogotá

MODERADOR: CAMPO ELIAS RIAÑO

Control biológico de la broca con hongos y otros organismos

Efecto de nemátodos entomopatógenos sobre la broca del café.

José Daniel Vergara O. NOV 18 8:00AM
Entomol. U. Nal. Medellín

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

Gloria Nancy Padilla NOV 18 8:15 AM
Entomol. U. Católica

Eficacia de aspersiones al suelo de los hongos *M. anisopliae* y *B. bassiana* en el control de la broca.

Martha G. Bernal U. NOV 18 8:30 AM
Entomología

Eficacia en campo de *B. bassiana* en mezcla con insecticidas. Búsqueda de genes tóxicos contra la broca del café.

Armando Rivera M. NOV 18 8:45 AM
Entomología

Separación de piedras del café cereza en BECOLSUB. Planta piloto de biodigestión. Juan R. Sanz U. NOV 18 2:00 PM Ingeniería Agrícola

Propiedades viscoelásticas del café, cosecha y desmucilaginado mecánico. Carlos E. Oliveros T. NOV 18 2:15 PM Ingeniería Agrícola

Cosecha mecánica

Estudio del efecto de la vibración del árbol de café en la selectividad de la cosecha. Iván D. Aristizábal T. NOV 18 2:30 PM Ing. Agríc. Joven Invest.

Pruebas preliminares en la aplicación de momentos en la cosecha de café. José Alvarez G. NOV 18 2:45 PM Ingeniería Agrícola

Receso 3:00 PM

Tratamiento de aguas residuales

Prototipos para el manejo y tratamiento de aguas residuales en fincas cafeteras. Diego Zambrano F. NOV 18 3:30 PM Química Industrial

Avances en tratamientos secundarios y terciarios de aguas residuales y manejo de subproductos del café. Nelson Rodríguez V. NOV 18 3:45 PM Química Industrial

Modelamiento cinético del proceso de digestión anaerobia para el tratamiento de las aguas residuales del beneficio del café. Angela Ma. Arango G. NOV 18 4:00 PM Quím. Ind.U.Cat. Manizales

Tratamiento hidropónico de aguas negras para pequeñas comunidades rurales. Fundación Manuel Mejía. José Ramón Grueso V. NOV 18 4:15 PM Quím. Ind. U. Nal. Manizales

Utilización de Subproductos del Café

Resultados finales de investigaciones en lombricultura. Ma. Teresa Dávila A. NOV 18 4:30 PM Química Industrial

Cultivo de hongos *P. ostreatus* y *P. sajorcaju* en pulpa de café. Fernando A. Gómez C. NOV 18 4:45 PM Quím. Ind. U. Cat. Manizales

MODERADOR: MARCO AURELIO CRISTANCHO A.

VII. DIVERSIFICACION

Avances en las investigaciones de caucho y cítricos Arthemo López R. NOV 19 8:00 AM Prog. ETIA

Efecto de la nutrición del tangelo minneola sobre *Alternaria*. Dagoberto Capera B. NOV 19 8:15 AM Fitopat. Joven Investigador

Estudio de la variabilidad de aislamientos de *Alternaria* provenientes de tangelo minneola. Mónica M. Márquez S. NOV 19 8:30 AM Fitopat. U. Nal. Medellín

Avances en las investigaciones de caucho y macadamia

Resultados de la primera fase del proyecto de normalización de frutas y hortalizas.

Avances en el proceso de caracterización de cuatro productos hortifrutícolas.

Avances en la evaluación de germoplasma, agronomía y ecofisiología del plátano.

Análisis económico de producción de leche en la hacienda La Romelia.

Clemencia Villegas G. NOV 19 8: 45 AM
Prog. ETIA

J. Mauricio Rojas A. NOV 19 9:00 AM
Prog. ETIA

Gloria E. Aristizábal V. NOV 19 9:15 AM
Prog. ETIA

Francisco Grisales L. NOV 19 9:30 AM
Prog. ETIA

María C. Cardona NOV 19 9:45 AM
Prog. ETIA

Receso

10:00 AM

VIII. INDUSTRIALIZACION

Industrialización de cafés de bajo precio: Extracción, torrefacción y concentración de café brocado.

Influencia de los sistemas de torrefacción y enfriamiento no convencionales sobre la calidad del producto final.

Empaques de café tostado: Secuestrantes de oxígeno, gas carbónico y agua.

Empaque y almacenamiento de cafés tostados y molidos bajo vacío y en atmósferas de N₂ y CO₂.

Empaques para café tostado: Válvulas desgasificadoras.

Utilización de enzimas hidrolíticas en la extracción de café.

Extracción de aceite esencial de café, a partir de cafés de bajo precio. Parte 1. Café brocado.

Jaime Castaño C. NOV 19 10:30 AM
Prog. Industrialización

Campo E. Riaño L. NOV 19 10:45 AM
Prog. Industrialización

Lucero E. Yela L. NOV 19 11:00 AM
Prog. Ind.U.Nal.

Martha Mercedes Ramos NOV 19 11:15 AM
Prog. Ind. U. J.Tadeo L.

Beatriz Jaramillo C. NOV 19 11:30 AM
Prog. Ind. Casa Luker

Faustino Botero A. NOV 19 11:45 AM
Prog. Ind. U. América

Elkin Mauricio López F. NOV 19 12:00 M
Prog. Ind. U. Nal.

MODERADOR: MARIA CRISTINA CARDONA B.

Aislado e hidrolizado de proteínas del café almendra defectuoso.

Empaque y almacenamiento de uchuva bajo la técnica de atmósferas modificadas

Propiedades fisiológicas y fisicoquímicas de frutas en almacenamiento controlado.

Diana Lucía Castrillón NOV 19 1:30 PM
Prog. Ind. U. Nal.

Beatriz Mejía M. NOV 19 1:45 PM
Prog. Industrialización

Sandra P. Gallego NOV 19 2:00 PM,
Prog. Ind. U. Nal.

Obtención y estandarización de mieles y jugos saborizados a partir de caña panelera.

Martha Judith Galindo NOV 19 2:15 PM
Prog. Ind. U. J. Tadeo L.

Obtención y análisis fisicoquímicos del aceite del gusano de seda.

María Cristina Torres NOV 19 2:30 PM
Prog. Ind. U. Nal.

IX. MEJORAMIENTO GENETICO

El banco de germoplasma de café:
"Documentación, evaluación y utilización".

Hernando Cortina G. NOV 19 2:45 PM
Mejoram. Genético

Receso

3:00 PM

Selección de materiales resistentes a la roya y al CBD.

L. Germán Moreno R. NOV 19 3:30 PM
Mejoram. Genético

Capacidad discriminante de algunos metabolitos secundarios en la var. Colombia y otros genotipos.

Gloria Guerrero A. NOV 19 3:45 PM
Prog. Ind. U. Nal.

Selección por resistencia incompleta a la roya:
Evaluación regional de materiales promisorios.
Exploración preliminar del pool genético de *C. arabica*.

Gabriel Alvarado A. NOV 19 4:00 PM
Mejoram. Genético

X. BIOTECNOLOGIA

Embriogénesis somática directa e indirecta en genotipos de *C. arabica* var. Caturra x Híbrido de Timor.

Diana Molina V. NOV 19 4:15 PM
Mej. Gen. Biotecnología

Avances sobre el cultivo de anteras y caracterización fenotípica de las plantas regeneradas *in vitro*.

Juan C. Herrera P. NOV 19 4:30 PM
Mej. Gen. Biotecnología

Estudio bioquímico y molecular de la proteína predominante en el endosperma de *C. arabica* y su relación con la calidad de la bebida.

Ricardo Acuña Z. NOV 19 4:45 PM
Mej. Gen. Biotecnología

Propagación *in vitro* de la especie forestal *S. macrophylla* (caoba).

Esperanza Barco Cárdenas NOV 19 5:00 PM
Mej. Gen. Biotecnología

MODERADOR: VICENTE BALDION

XI. ENFERMEDADES DEL CAFETO

Nemátodos del café. Su importancia económica y control biológico

Jairo E. Leguizamón C. NOV 20 8:00 AM
Fitopatología

Evaluación de metodologías para el aislamiento de antagonistas de *Meloidogyne spp*

Mario A. Giraldo T. NOV 20 8:15 AM
Fitopatol. Joven Investig.

Efecto de <i>V. chlamyosporium</i> en el control de <i>Meloidogyne</i> spp.	Doris Hincapie R. Fitop. Esp. U. Católica	NOV 20	8:30 AM
Endomicorizas asociadas al café.	Carlos Rivillas O. Fitopatología	NOV 20	8:45 AM
Identificación de razas de roya del café. Fitopatología	L. Fernando Gil V.	NOV 20	9:00 AM
Importancia económica y control de llaga macana.	Bertha L. Castro C. Fitopatología	NOV 20	9:15 AM
Estudio del proceso infeccioso de <i>R. bunodes</i> en café.	Nancy Liliana Ibarra Fitopat. U. Cauca	NOV 20	9:30 AM
Control biológico de <i>R. bunodes</i> .	Angela Beatriz López Fitopat. U. Católica	NOV 20	9:45 AM
Receso			10:00 AM
Comportamiento proteico y enzimático de callos de <i>C. arabica</i> con toxinas de <i>C. fimbriata</i> .	María Elena Ocampo A. Fitopat. U. Católica	NOV 20	10:30 AM

XII. CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCTIVIDAD DEL CAFETO

Crecimiento vegetativo y reproductivo del café en diferentes altitudes y latitudes.	Jaime Arcila P. Fisiología Vegetal	NOV 20	10:45 AM
Efecto de la altitud sobre la fisiología reproductiva del café <i>C. arabica</i> L.	Beatriz E. Vélez A. Fisiología Vegetal	NOV 20	11:00 AM
Evaluación y caracterización de genes durante el período de dormancia y antes de la floración.	Gloria C. Camayo V. Fis. Veg. Joven Investig.	NOV 20	11:15 AM
Fotosíntesis y otros parámetros relacionados con este proceso.	Adriana M. Cadavid G. Fisiología Vegetal	NOV 20	11:30 AM
Comportamiento fotosintético y otras variables fisiológicas del café en condiciones de campo.	Juan C. López R. Fisiología Vegetal	NOV 20	11:45 AM
Actividad de Rubisco y PEPC en tejido foliar y cubierta de frutos.	Yamel López F. Fis. Veg. U. Nal. Palmira	NOV 20	12:00 M
Caracterización de los genes de la glicina decarboxilasa de diferentes genotipos de <i>Coffea</i> sp.	Ana M. García C. Fis. Veg. U. Nal. Bogotá	NOV 20	12:15 PM

MODERADOR: RAUL JAIME HERNANDEZ

XIII. CARACTERIZACION FISICA Y QUIMICA DE LOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA Y RESPUESTA A LA FERTILIZACION

Informe del laboratorio de química agrícola	Luz Stella Vallejo T. Química Agrícola	NOV 20	1:30 PM
---	---	--------	---------

Comportamiento del suelo Líbano después de lavado, (QAG-0109). Información de la base de datos RIAFS.	Federico Carrillo P. Química Agrícola	NOV 20	1:45 PM
Nitrógeno tomado por el café en producción en un andisol de la zona cafetera Colombiana.	Senén Suárez V. Química Agrícola	NOV 20	2:00 PM
Clasificación de las localidades experimentales por respuesta a la fertilización.	Lucelly Orozco G. Biometría	NOV 20	2:15 PM

XIV. INVESTIGACIONES SOBRE CLIMA Y PRODUCCION DE CAFE

Red climática Federacafé. Estudios climáticos.	Orlando Guzmán M. Agroclimatología	NOV 20	2:30 PM
Ecotopos cafeteros de la cuenca del río Cauca.	Vicente Baldión R. Agroclimatología	NOV 20	2:45 PM
Receso			3:00 PM
Ciclo hidrológico y movilización de nutrimentos en un bosque y en cafetales.	Alvaro Jaramillo R. Agroclimatología	NOV 20	3:30 PM
Relación clima desarrollo floral del café. Regionalización por temperatura.	Bernardo Chaves C. Biometría	NOV 20	3:45 PM
Modelación matemática del cultivo del café nivel I.	Esther C. Montoya R. Biometría	NOV 20	4:00 PM

XV. INFORMATICA

Sistemas

Informe anual de actividades.	L. Ignacio Estrada H. Sistemas	NOV 20	4:15 PM
-------------------------------	-----------------------------------	--------	---------

Documentación

Actividades de documentación.	Luis A. Maya M. Documentación	NOV 20	4:30 PM
-------------------------------	----------------------------------	--------	---------

Divulgación

Actividades de divulgación y transferencia.	Héctor F. Ospina O. Divulgación	NOV 20	4:45 PM
---	------------------------------------	--------	---------

XVI. SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Informe anual Departamento de Servicios Administrativos.	Luis C. Carmona L. Depto. Administrativo	NOV 20	5:00 PM
--	---	--------	---------

XVII. INFORME DE LA DIRECCION Y CONCLUSIONES

	Gabriel Cadena G. Dirección	NOV 20	5:15 PM
--	--------------------------------	--------	---------



9 INTRODUCCIÓN

Cumplimos con el deber de presentar al Gremio Cafetero, a sus directivos nacionales, departamentales y municipales los resultados más destacados obtenidos por CENICAFE durante el año cafetero 1996-1997.

El Plan Quinquenal de Investigación 1992-1996, concluyó y sirvió para hacer una evaluación de los logros obtenidos en favor de la competitividad y la sostenibilidad de la caficultura colombiana. Dicha evaluación será presentada por medio de una publicación especial en la cual se destacarán los resultados más sobresalientes.

Durante el año de 1997, se inició el proceso de formulación del Nuevo Plan Quinquenal de Investigación 1997-2002. Para su formulación se ha tenido en cuenta la evaluación del anterior Plan, la selección de los temas de mayor importancia para los caficultores colombianos conocidos por medio de consulta a través de los comités departamentales de cafeteros, así como la información suministrada por los directivos de la Federación acerca del entorno del café tanto a nivel nacional como internacional. Igualmente, se han

tenido muy en cuenta los documentos generados en el Proceso de la Gestión Integral Hacia la Calidad y particularmente las Políticas Corporativas, los Objetivos, Estrategias y Metas para los próximos cinco años.

RESULTADOS SOBRESALIENTES

Durante el año cafetero 1996-1997, se desarrollaron numerosos proyectos de investigación, todos orientados a generar conocimientos que permitan la reducción en los costos de producción del café, mantener su calidad, proteger los recursos naturales y colaborar en el desarrollo de actividades complementarias, propias de la zona cafetera, incluida la industrialización del café y de otros productos.

En el campo de la broca del café, se destacan las investigaciones sobre la dinámica poblacional de la plaga, el seguimiento a las poblaciones de la broca mediante trampas de alcohol con el fin de establecer los períodos de vuelo de la broca y orientar su control bajo condiciones de campo. También se continuaron las investigaciones relacionadas con el empleo y formulación de hongos entomopatógenos, la cría masiva y la liberación de parasitoides, al igual que sobre el RE-RE como métodos complementarios en el manejo integrado de la broca. Se concluyó la etapa de introducción del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*, totalizando 1200 millones de avispitas liberadas. Se inició la cría masiva de *Prorops nasuta* y se crió con éxito el tercer parasitoide, *Phymastichus coffea*.

Los estudios sobre modelación matemática de la broca permitirán agilizar y reorientar el programa de investigación sobre la broca. Las investigaciones sobre el empleo de insecticidas químicos permitieron reconfirmar que existen insecticidas de baja toxicidad para los humanos, que son eficientes para el manejo integrado de la broca; estudios realizados mostraron una adopción del 65% del MIB, por parte de los caficultores encuestados.

El proyecto cofinanciado por el Gobierno Británico (DFID (ODA)-IIBC-Cenicafé), que concluye en el mes de marzo de 1998, mostró ser una alianza de cooperación muy importante. En cumplimiento de los términos de este Proyecto, se desarrollaron 12 tesis de grado, 3 de posgrado y 5 pasantías en el Reino Unido. Los principales logros se relacionan con la capacitación de profesionales, la introducción exitosa de *Phymastichus coffea*, la iniciación de las

investigaciones sobre simulación de la dinámica de las poblaciones de la broca y el impulso a las investigaciones socioeconómicas y antropológicas.

En relación con el mejoramiento genético del café, se seleccionaron nuevos componentes de la variedad Colombia con resistencia completa a la roya del café, alta producción (637 arrobas de cps/ha año), excelentes características de grano y porte igual al de la variedad Caturra. Con estas selecciones se amplía además la base genética. Las progenies de porte alto con resistencia a la roya, alta producción y grano con 70% de café supremo, se ensayaron en los departamentos en los cuales predomina la caficultura tradicional. De otra parte, la mitad de las progenies de Caturra x Híbrido de Timor probadas en condiciones de laboratorio en el CIFC, Oeiras, Portugal, mostraron resistencia a uno o más de los aislamientos del agente causante del CBD. Con el acuerdo firmado con la Asociación de Cultivadores de Café de Zimbabwe, se iniciarán las pruebas de resistencia bajo condiciones de campo.

Se continuaron los esfuerzos con la Universidad de Cornell, para la formación de profesionales y así lograr avances en el conocimiento como refuerzo de las investigaciones sobre resistencia a la broca del café. También se logró la identificación de la proteína de almacenamiento en el grano de café (arabicina), la cual parece estar controlada por un solo gen.

Los estudios con micorrizas y su relación con el café merecieron especial atención durante este periodo y nos permitirá definir su posible utilidad para disminuir costos de producción. También se realizaron investigaciones sobre enfermedades comunes que afectan al café en forma esporádica, como la Llagu Macana, la cual produce pérdidas económicas importantes, cuando se presenta en forma generalizada en lotes intervenidos a cuyos cafetos no se les aplican los controles preventivos conocidos.

Se encontró que esta enfermedad puede ser favorecida durante la práctica de corte de ramas inferiores utilizada por algunos caficultores para facilitar el control de la broca. La incidencia puede ser del 23% cuando el corte se realiza con machete. Se comprobó que la infección temprana de nematodos del género *Meloidogyne* produce reducciones considerables en la producción de café.

Los estudios fisiológicos estuvieron orientados a conocer el comportamiento del crecimiento del

café a diferentes altitudes, la floración del café, su fotosíntesis y la nutrición. La absorción y translocación del magnesio en presencia de potasio y de calcio en las plantas de café se ve reducida en cuatro formas: 1) por una alta concentración de potasio; 2) por una baja concentración de Magnesio; 3) por una alta concentración de potasio y de calcio y 4) por un efecto combinado de bajo Mg, alto K y alto Ca.

En cuanto al manejo de cafetales los resultados analizados permiten diseñar programas de implantación de sistemas de manejo en un corto tiempo y con poca reducción de la producción de café. En cultivos intercalados se demostró que se pueden intercalar hasta tres ciclos de frijol en zocas. También que dos ciclos de 45000 plantas/ha de maíz no afectan la producción de zocas. En las localidades de Gigante (Huila) , Líbano (Tolima) y Albán (Valle), se definió la relación entre la densidad de siembra y la producción de la variedad Colombia. También se confirmó que la distribución espacial de los cafetos no influye sobre la producción. Se le introdujeron modificaciones al diseño del Selector de Arvenses Nobles, para lograr un flujo de descarga constante, que repercute en una reducción adicional de la mano de obra y de los costos de control de arvenses.

La tecnología de Beneficio Ecológico del café - **Módulo BECOLSUB**, se empezó a adoptar por parte de los caficultores y recibió el reconocimiento de parte del Ministerio del Medio Ambiente, así como de la comunidad ecológica nacional. CENICAFE recibió el **Primer Puesto del Premio Nacional de Ecología "Planeta Azul" 1996-1997** otorgado por el Banco de Occidente en la categoría empresarial, en cabeza del Grupo de Postcosecha, por el desarrollo del Módulo BECOLSUB. Durante este período, se desarrolló un modelo BECOLSUB-300 para caficultores con producción entre 800 a 1200 arrobas de cps/año. En cuanto a las investigaciones sobre cosecha mecánica del café, se iniciaron siete experimentos que tienen como objetivo incrementar el rendimiento durante la cosecha y disminuir sus costos.

Sobre el tratamiento de las aguas residuales del beneficio del café, se logró un incremento superior al 300% de las cargas orgánicas aplicadas al reactor, al aplicarle úrea, sulfato de amonio y DAP a las aguas.

Los sistemas de postratamiento aeróbico y con plantas acuáticas para los efluentes del beneficio del

café con 775 ppm. de DBO, tratados anaerobiamente, permiten reducir la DBO de los efluentes hasta 47 ppm. Los sistemas GBH con plantas acuáticas, experimentados en la Fundación Manuel Mejía (aguas domésticas), permite reducir el 90% de la carga orgánica y reducir significativamente la presencia de coliformes totales.

Se diseñó y se puso en operación un sistema modular de tratamiento anaeróbico para aguas residuales del beneficio del café con capacidad para 400 arrobas de cps/año. Se realizaron estudios económicos sobre la relación entre el tamaño de la producción y el costo de los reactores para el tratamiento de los efluentes.

Se concluyeron los estudios sobre lombricultura para la transformación de la pulpa y el mucílago del café. La producción de lombricompost fue en promedio de 305 kg/m², durante un período de 30 meses, con una velocidad de producción de 1 kg/m³/día.

Se concluyeron 9 investigaciones relacionadas con la industrialización de otros productos y la tecnología del café tostado y molido. Los resultados incluyen la conservación por mayor tiempo de frutas como feijoa y uchuva, mediante técnicas de almacenamiento en atmósferas modificadas. El uso de secuestrantes para oxígeno, gas carbónico y agua en empaques para café tostado con el fin de aumentar el tiempo útil de consumo, sin alterar la calidad del producto.

El conocimiento y aplicación de procesos no convencionales en el tostado y enfriamiento del café tostado, así como también la utilización de enzimas hidrolíticas para la obtención de extractos de café. El procesamiento de café brocado como la torrefacción, la extracción de aceite y la obtención de hidrolizados de proteína. El aprovechamiento de los subproductos provenientes de la industria del café como la producción de colorantes y pulpas de alto contenido celulósico a partir de la borra del café y la extracción y análisis del aceite de la crisálida del gusano de seda para su utilización por parte de la industria de cosméticos.

Se progresó en el estudio de la calidad del café, especialmente en la relación de la calidad de la cosecha (presencia de café verde), fermentación, secado, daño por broca, almacenamiento del pergamino y almendra y presencia de hongos (factores

ambientales). También sobre las causas del defecto fenólico.

La preparación del café con leche (presentación soluble de la mezcla) es aceptada por los consumidores con un 60% de leche (volumen) y 40% de café hasta con 40% de defectos (excluidos vinagre, negro y mayores de grado 3 de daño por broca).

En relación con los productos distintos al café se destacan los siguientes resultados: La entrega oficial al Ministerio de Agricultura de 13 Normas Técnicas, avaladas por el ICONTEC, como resultado del trabajo de caracterización de frutas y hortalizas; el inicio de las actividades de transferencia de tecnología a representantes de los productores, comercializadores, agroindustriales y servicios de asistencia técnica de estas nuevas Normas. También se concluyó el trabajo de campo y de laboratorio para la caracterización de otros cinco productos. En los proyectos forestales se destaca la selección de 112 fuentes de semilla, la recolección de semilla de 92 progenies y la producción de 53000 plántulas, con las cuales se inició la instalación de 14 parcelas (58 ha), en 10 departamentos. También se seleccionaron 4 bosques (169 ha) para el proyecto de conservación.

En producción animal se incrementaron los índices de producción de carne y de leche, así como se disminuyeron los costos de producción bajo el sistema de pastoreo en rotación en praderas asociadas. Se recibieron giras de 2378 agricultores a los cuales se les informó en la Subestación La Romelia, acerca de estos adelantos tecnológicos. También en La Romelia se capacitaron 16 estudiantes universitarios.

En experimentación regional, después de analizadas tres cosechas de café en sitios tan contrastantes como las Subestaciones Experimentales de El Tambo, El Rosario y El Líbano, se concluye que la fertilización granular del cafeto con base en el análisis químico del suelo, es igualmente efectiva en cuanto a la producción que las fertilizaciones líquidas o fluidas, pero es de dos a dos y media veces más económica.

Durante este periodo se entregaron 25078 kg de semilla de la variedad Colombia a los comités departamentales de cafeteros y 457 kg de semilla de variedades de porte alto con resistencia a la roya.

En las subestaciones experimentales se iniciaron 81 nuevos experimentos, se finalizaron 75 y se tiene un total de 359 experimentos sembrados.

En el año cafetero se atendieron en las subestaciones un total de 13949 caficultores, destacándose la asistencia a las subestaciones de El Rosario (2583); La Catalina (2058) y Santa Bárbara (1869). En la sede principal de CENICAFE se atendieron 2379 visitantes, destacándose la asistencia de líderes cafeteros de los distintos departamentos en actividades de tres días de duración, durante los cuales los investigadores compartieron con los caficultores y recibieron de ellos información valiosa sobre los temas de su interés para incluirlos en la agenda de investigación.

Se progresó considerablemente en el desarrollo del Sistema Integrado de Administración de Fincas SIAF, en colaboración con el Comité de Cafeteros de Caldas. Se tiene la versión 1.1, que servirá para que sea probada por parte de expertos conocedores de sistemas, durante el primer trimestre del año entrante.

Se editaron y distribuyeron 4 números de la Revista Cenicafé con 20 artículos científicos, 8 Avances Técnicos, 1 Boletín Técnico, el Anuario Meteorológico Cafetero 1996 y 1 Brocarta. También se participó con éxito en Agroexpo, Expociencia y varias exposiciones regionales, en las cuales se presentaron temas como la disminución de los costos de producción del café, el medio ambiente y el beneficio ecológico.

Gabriel Cadena Gómez
Director

Chinchiná, Noviembre de 1997.



AGRONOMÍA

e comprende las investigaciones orientadas a la caracterización física, química, y la fertilidad y productividad de los suelos de la zona cafetera. Se estudia la conservación de los suelos y las practicas de cultivo más eficientes para cada una de las etapas de desarrollo del cultivo, desde el germinador hasta la renovación. También se realizan estudios sobre los métodos más efectivos para controlar las arvenses agresivas (malezas) y el efecto de los fertilizantes en la producción de café. Además, el comportamiento del café intercalado con otras especies vegetales y estudios agronómicos en otras especies de importancia económica para la zona cafetera. Se buscan mayores rendimientos por unidad de superficie y la reducción de costos por unidad de producto sin detrimento de los suelos y del ambiente de la zona cafetera.

CONSERVACIÓN DE SUELOS

Hay que anotar que desde Agosto de 1993, El Dr. Horacio Rivera se encuentra realizando estudios de doctorado en el Posgrado de Recursos Hidráulicos de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Medellín. El tiempo de dedicación a la Universidad es del 75% y 25% a las labores de Cenicafé.

De las actividades desarrolladas en CENICAFE se destacan las siguientes:

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, 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, 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 carreteras 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 propios de las fincas. Con la experiencia y buenos resultados logrados con estas soluciones sencillas, la Disciplina, ha ampliado sus fronteras dando asesorías a otras entidades, en diferentes regiones del país y profesiones distintas a la agronómica.

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 1996 - 1997 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 Anobles®, eliminando el problema de presión variable y eliminando otros elementos, con el fin de convertirlo en un instrumento más barato y eficiente.

En Cenicafé (Plan Alto), 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 disipadoras de energía.

Con el proyecto CS-0106 se pretende, además, que cada subestación experimental y las fincas de agricultores orientadas con 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 está desarrollando el experimento Cs 01 08, con muestreo de tres Unidades de Suelos (Guamal y Parnaso Typic dystropept y Fresno Typic melanudans), a los cuales se les hace diferentes determinaciones físicas.

QUÍMICA AGRÍCOLA

Las actividades realizadas en la disciplina de Química Agrícola en el período del presente informe se pueden resumir en la siguiente forma:

ANÁLISIS DE SUELOS, FOLIARES Y RESIDUOS DE PLAGUICIDAS Y OTROS:

Usuarios: El servicio cubre los siguientes usuarios: 1) investigadores de CENICAFE, FEDERACAFE, CORPOICA, UNIVERSIDADES, COMITES DE CAFETEROS y 2) otros: agricultores, cooperativas, Fábrica de Café Liofilizado, industria (Passicol, Frutasa).

Análisis solicitados: Componentes de la planta de café, y otros cultivos, tipos de lombricompuesto,

suelos, agroquímicos (abonos, fertilizantes, oxiclóruos) y en el fruto, residuos de plaguicidas, minerales pesados (plomo, cadmio y mercurio). Se han contabilizado para el presente año 6.433 muestras para un total de 47.719 determinaciones.

En el trabajo participativo se sigue mejorando por parte del personal de la Disciplina en beneficio del usuario y del Centro mediante una mayor eficiencia en el recibo de muestras, entrega de los resultados de los análisis, absorber las inquietudes del cliente y en la utilización de los recursos humanos, reactivos y equipos de CENI-CAFE.

SERVICIO DE ANÁLISIS EN LOS LABORATORIOS REGIONALES

Se prestó la asesoría requerida a través de visitas, se hizo control de calidad de los resultados y se dio entrenamiento de personal aprovechando el interés demostrado por la FEDERACAFE, a través de los COMITES DEPARTAMENTALES. Se absorbieron inquietudes de agricultores, técnicos, estudiantes, entre otros. Se hizo el control rutinario de contra muestras de los análisis realizados en la red, lo que garantizó la calidad del servicio al usuario.

ESTUDIOS DETALLADOS DE SUELOS DE LAS SUBESTACIONES

Con la participación directa del personal técnico de suelos de la División de Producción y Desarrollo Social, se han ido haciendo los informes correspondientes a las Subestaciones: La Catalina (Risaralda), Líbano y Marquetalia (Tolima), Gigante (Huila), El Tambo (Cauca) y Santander, Bucaramanga. Quedan pendientes los estudios detallados en las Subestaciones de: Pueblo Bello (Cesar); Ocaña (N-Santander); Sasaima (Cundinamarca) y Sandoná (Nariño). El personal de la Disciplina participa con los análisis físico-químicos, en la interpretación y en la corrección de la información encontrada en los informes.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA

Se está avanzando de acuerdo con el desarrollo de los estudios sobre los ecotopos cafeteros.

NITRÓGENO TOMADO POR EL CAFÉ EN PRODUCCIÓN EN UN ANDISOL DE LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA.

Para hacer uso eficiente del nitrógeno en la producción de café se requiere conocer los procesos relacionados con la toma, movimiento y transformación en la planta y en el suelo. Estos factores en café parecen influir sobre la producción y sobre la eficiencia de uso de nitrógeno del fertilizante en la etapa de crecimiento reproductivo. En el presente trabajo se estudió la respuesta del café a la fertilización nitrogenada, la influencia de algunos factores de la planta y de suelo sobre los rendimientos, la eficiencia de uso de nitrógeno del fertilizante utilizando la técnica de ^{15}N y la composición de nutrientes del árbol y el fruto. Se utilizó café variedad Colombia, 10.000 plantas por hectárea y un suelo Acrudoxy Melanudands Medial Isotrómico, unidad Chinchiná, de 13% de materia orgánica, en la Subestación Central de Naranjal, representativo de buena parte de los suelos altamente productivos de la zona cafetera colombiana.

No hubo respuesta significativa en los rendimientos de café con los tratamientos de nitrógeno. El café utilizó el nitrógeno del fertilizante ineficientemente. Menos del 10% del nitrógeno en la planta procedía del fertilizante. Entre el 12,3 y 24,4% del nitrógeno del fertilizante aplicado fue tomado por la planta, mayor cantidad absorbida al aumentar la fertilización. Para 1993, inicio de los tratamientos de fertilización, la planta contenía 260 kg N/ha (un 46,2%), al finalizar el año tenía 208 kg de N/ha más, para un 83,2% y para los años de 1994-1995, aumentó en 95 kg N (16,9%), para un total al final de los tres años de producción de 562,8 kg N/ha promedio de tratamientos. Los tres primeros años, dos de crecimiento vegetativo y uno de crecimiento reproductivo son críticos en la acumulación de nitrógeno por la planta.

En ninguno de los casos se sacrifica producción de café y no se sacrifica crecimiento y producción de materia seca. La planta en los tratamientos de 0, 60, 120, 180 y 240 Kg N/ha, tomó en los tres años de producción: 261, 209, 266, 421 y 357 kg N/ha (un 53,8% del total de N-tomado) y extrajo en el fruto: 284, 321, 318, 358 y 360 Kg N/ha (un 61,5%). Lo que refuerza la hipótesis de que los tres primeros años son críticos en las necesidades de nitrógeno en la planta, que las necesidades de nitrógeno se reducen en los años posteriores, que hay una transferencia de nitrógeno de la planta al fruto, que el suelo suministra el nitrógeno adicional necesario para la planta, por lo tanto se abre un campo amplio para la validación de estos resultados y así racionalizar más la fertilización nitrogenada al café sin reducir producción. Se ha obtenido mayor claridad sobre el porque de la no respuesta del café a la fertilización nitrogenada en estos suelos y del porque la baja eficiencia del café en el uso de nitrógeno del fertilizante, mencionado también por varios autores en el ámbito mundial.

En la planta: el 27,5% de N, P, K, Ca y Mg, se encontró en el fruto, el 27,5% en las hojas, el 22% en las ramas, el 17% en los tallos y el 5,5% en las raíces. De los cuales: 38,3 N, 38 K, 16,3 Ca, 4,3 P y 3,4 Mg en %. En las hojas se encontró un: 11 y 9,7, y en el fruto: 11 y 12,2% de N y K, respectivamente.

Para la producción media de tratamientos obtenida en los tres años, de 20510 kg de cps/ha, el fruto extrajo: 328,2; 45; 406,1; 67,7 y 28,7 Kg/ha de N-P-K-Ca y Mg, respectivamente. El nitrógeno restante aplicado en los tres años se cuenta como pérdida por lixiviación y denitrificación, lo mismo con el potasio por lixiviación. Al fertilizar de nuevo seis meses después, se encontraron en el suelo entre 10 y 24 kg N/semestre (a 20 cm de profundidad) de la fertilización anterior. Se detectó nitrógeno a mayor profundidad y lateralmente fuera del sitio de fertilización. No hay indicios de que el N-del fertilizante se acumule por largo tiempo en el suelo.

Se abre un campo amplio para validar la presente investigación sobre la cual se puede actuar para racionalizar aun más la fertilización nitrogenada para café, sin reducir producción.

DINÁMICA DE LA BIOMASA MICROBIANA EN UN SUELO CON DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

En un suelo Acrudoxic Melanudands, Medial isotérmico, Unidad Chinchiná de 13% de materia orgánica, se evaluó la dinámica de la biomasa microbiana frente a la fertilización y la inmovilización del nitrógeno.

Se utilizó un lote con café variedad Colombia, fertilizado con 5 dosis de nitrógeno: 0, 60, 120, 180 y 240 Kg /ha/año como urea, haciendo un muestreo inmediatamente antes de la fertilización, el segundo a los 10 días de ésta y los restantes cada mes, durante 6 meses; se realizaron los siguientes análisis: Nitrógeno total, Materia Orgánica, pH, Nitrógeno disponible (amonio+nitrato), humedad, Nitrógeno potencialmente disponible, Nitrógeno en biomasa microbiana, Actividad Microbiana del Suelo (AMS), recuentos de bacterias, hongos y actinomicetos; obteniéndose los siguientes resultados: Para el testigo se encontró un Nitrógeno total de 0,53% en el primer muestreo. Un 4,1% de este valor pertenece al nitrógeno de la biomasa y permaneció constante en todos los muestreos; se presentaron también constantes en el testigo los valores de MO, pH, N-disponible y N-potencialmente disponible.

Para las variables N- total, N-disponible, N-potencialmente disponible, N-biomasa, AMS, número de hongos y actinomicetos, se observó un aumento a los 10 días de la fertilización, en los tratamientos 60,120,180, y 240 Kg N/ha/año; al mismo tiempo se presentó una disminución en el valor del pH y el número de bacterias con tendencia de todas las variables a volver a su punto inicial a través del tiempo del estudio.

El pH tiene una tendencia lineal significativa a disminuir, cuando se elevan las dosis del fertilizante nitrogenado; la tendencia en el tiempo a regresar a su valor inicial, se presenta a la vez que los valores del nitrato tienden a aumentar y los de amonio a disminuir.

El N- potencialmente disponible presentó tendencia a aumentar hasta los 40 días, donde presenta-

ba valores entre 7,57 y 21,21 ppm N/día; a partir de este tiempo el N-potencial, así como el número de hongos y actinomicetos presentaron tendencia a disminuir y el de bacterias a aumentar.

Las variables N-total, N-biomasa, N-potencialmente disponible y N-disponible, tienden a aumentar en la medida que aumentan las dosis del fertilizante nitrogenado.

La alta correlación entre el N-total, N-biomasa y N-disponible y los valores constantes de nitrógeno encontrados en el testigo sin fertilización nitrogenada, sirven como base para investigaciones donde su objetivo sea calibrar la fertilización nitrogenada con la producción de café en cualquier tipo de suelo, a partir de una o varias de las formas de nitrógeno.

IDENTIFICACIÓN DE CEPAS DE RHIZOBIUM ASOCIADAS CON LEGUMINOSAS DE LA ZONA CAFETERA

En el presente año se ha realizado la primera etapa, la de campo y comprendió, la búsqueda e identificación de 6 leguminosas nativas existentes en el área a estudiar; la recolección de muestras y pruebas de laboratorio correspondientes a la segunda etapa del proyecto, en la cual se pretende alcanzar los dos primeros objetivos específicos y se están evaluando las dos primeras hipótesis, para lo cual se cumplieron y se están llevando a cabo las siguientes actividades:

Después de realizar todo el procedimiento de la primera etapa, se encontró al menos una leguminosa efectiva y al menos 2 cepas efectivas, en al menos una de las subestaciones y áreas de influencia, y esta etapa se considera cumplida, por lo tanto se procedió a desarrollar la segunda etapa.

Una vez seleccionados los nódulos, provenientes de al menos una de las leguminosas nativas encontradas y aisladas las cepas de ellos, se evaluó parcialmente la primera hipótesis de trabajo. Su confirmación se hará en la tercera etapa de esta investigación.

Pruebas Macroscópicas

Como prueba macroscópica se observó el crecimiento de las cepas en medio YMA con indicadores azul de bromotimol y púrpura de bromocresol, los cuales en presencia de una bacteria del género *Bradyrhizobium* variaban el color blanco del medio YMA (anexo 1) a azul y morado, respectivamente y en la presencia de una bacteria del género *Rhizobium* hacían variar el color del medio a amarillo con ambos indicadores, debido al cambio de pH. Además se tuvo en cuenta el tiempo de crecimiento de la bacteria en este medio y la forma de la colonia.

Las bacterias del género *Rhizobium* tienen un tiempo de crecimiento más rápido (1 \ 2 días) que las células del género *Bradyrhizobium* (4 \ 5 días). Las colonias de las bacterias del género *Rhizobium* son más grandes que las bacterias del género *Bradyrhizobium*.

Pruebas microscópicas

Como pruebas microscópicas fueron utilizadas: la observación de la morfología del microsimbionte en fresco y tinción de gram; la primera para observar las bacterias Rhizobiáceas en forma tridimensional y la segunda para observar la morfología Rhizobiácea y la reacción positiva o negativa de las bacterias a la tinción. Lo anterior, con el fin de describir las bacterias fijadoras de nitrógeno. Se identificaron varias de ellas.

Pruebas para la identificación Rhizobiaceae a nivel de grupos de cepas

Estas se están realizando en CORPOICA-TIBAITATA (Bogotá), donde se está recibiendo capacitación en las técnicas de caracterización que se están utilizando en este trabajo. Las pruebas de caracterización, que se están llevando a cabo son: Resistencia Intrínseca a Antibióticos, Perfiles Isoenzimáticos y Perfiles Plasmídicos. La primera es el resultado de un cambio molecular interno en la bacteria, el cual evita que el antibiótico actúe en su sitio específico de acción, suministrando un medio para distinguir cepas por su capacidad de crecer en la presencia de un anti-

biótico; los perfiles Isoenzimáticos identifican las diferentes formas moleculares de enzimas que tienen una especificidad idéntica para un sustrato, demostrando el grado de variabilidad entre cepas y los perfiles plasmídicos, identifican material genético extracromosómico en las bacterias caracterizando las cepas de acuerdo al tamaño molecular y movilidad relativa del plásmido, si lo poseen. Se muestran los procedimientos desarrollados para cada una de las pruebas de la identificación Rhizobiácea a nivel de grupos de cepas, de aquellas que fueron seleccionadas como fijadoras de nitrógeno.

Del total de las cepas aisladas se seleccionaron al azar 20 de cada zona de muestreo y de éstas se escogieron las que cumplían con las condiciones microscópicas y macroscópicas mencionadas anteriormente, es decir, debían ser bacilos gram negativos que cuando se ponen en medio YMA con púrpura de bromocresol y azul de bromotimol hacen virar el color del medio a amarillo, si se trata de una bacteria del género *Rhizobium* o a púrpura o azul, respectivamente si es del género *Bradyrhizobium*; completando un total de 180 cepas para realizarles los análisis.

Resistencia Intrínseca a Antibióticos

El procedimiento se realizó en el 50% de las bacterias a evaluar y aún no se han analizado los resultados. Falta por valorarse el restante 50%.

Perfiles Plasmídicos

Se ha realizado la detección y la fotografía de los plásmidos de algunas de las cepas; para el caso particular de las cepas en estudio se han hecho algunas modificaciones necesarias con respecto a la técnica propuesta inicialmente.

FERTILIZACIÓN DEL CAFETO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO VEGETATIVO EN LA ZONA CAFETERA COLOMBIANA.

Se estableció el experimento en 8 Subestaciones de CENICAFE, Naranjal, La Catalina, Gigante,

Sevilla, Paraguaicito, Pueblo Bello, Santander y N/Santander. No ha sido igual la mezcla suelo y materia orgánica para el almácigo: En Pueblo Bello y en N/Santander se utilizó bovinaza debido a que no había disponibilidad de pulpa. En sitios como Maracay, Paraguaicito y La Catalina se aplicó DAP, con el cual se mejoró y se uniformizó el almácigo.

Las mezclas de suelo y pulpa utilizadas fueron de 3:1. Tres de suelo y una de pulpa. Con mezclas de 4:1, suelo:pulpa, se consiguen buenos almácigos según el personal experimentado de La Subestación Central de Naranjal. Pero no es el caso en las demás Subestaciones donde se usa pulpa. También en Naranjal, si se espera un mes antes de sembrar la chapola en la bolsa, después de haber hecho la mezcla de suelo pulpa, se reducen los síntomas de toxicidad causada por la mezcla.

En cuanto a los resultados de los análisis químicos de la pulpa utilizada en el almácigo para el experimento no hay uniformidad entre Subestaciones en los resultados de los análisis, ni tampoco una explicación satisfactoria. En cuanto a los análisis de la mezcla con relación a los análisis del suelo, se encontró un aumento generalizado de pH, MO, las bases y en ocasiones el P y elementos menores. En estos últimos el aumento fue inconsistente, a veces ocurría en unos y en otros no. Se detectó aumento también en el CIC.

De los análisis de las 180 muestras de suelos por subestación encontramos gran variación en el pH, P, K, Ca y Mg, por efectos de la fertilización. Son mas estables los datos de materia orgánica. Las labores realizadas de fertilización no han podido ser en todos los casos consistentes con la programación debido a la prolongación del verano ocurrida a mitad de año. En Gigante se esperó un tiempo cercano a dos meses antes de fertilizar hasta que no se renovaron las lluvias. El suelo arcilloso y pedregoso se mostraba demasiado seco. El cultivo sufrió stress pero no hubo demasiadas pérdidas de las siembras que para esta época tenían seis meses de edad. El estrés se manifiesta como amarillamiento y en casos con pérdida de hojas, mayor en las plantas no fertilizadas.

Con base en los análisis de suelos se ordenó la aplicación de 100 g Dolomita/planta, por una sola vez sulfato de magnesio en aspersión, debido a la defoliación observada y síntomas de deficiencia de Mg en el cultivo.

DINÁMICA DE CATIONES EN EL AGUA LIBRE DEL SUELO DE ALGUNOS ANDISOLES DE LA ZONA CAFETERA CENTRAL

Los muestreos relacionados con el experimento en las localidades de: Naranjal, Paraguaicito, Maracay, La Trinidad y Marquetalia, comenzaron en julio de 1997, de tal modo que hasta la fecha se dispone de poca información que permita hacer un resumen de las tendencias encontradas. Sin embargo desde el momento en que se empezaron a recolectar los primeros volúmenes de agua, a la siembra del plátano, se encuentran iones de: Cl , NO_3 , SO_4 , NO_2 , SiO_3 , Na , NH_4 , Mg y Ca . Sobresalen los nitratos en la superficie del suelo y los silicatos en todo el perfil. De las bases sobresale el sodio en todo el perfil.

La mayor pérdida de K , Ca y Mg , se efectúa cerca de la superficie del suelo.

COMPORTAMIENTO DE ALGUNOS SUELOS CAFETEROS, CUANDO SE ADICIONAN FERTILIZANTES Y ENMIENDAS

En un suelo Unidad Líbano se efectuaron lavados de 50 ml por columna, 99 en total, para 33 tratamientos que constaron de un testigo y seis fuentes de agroquímicos: 17-6-18-2; 25-4-24; urea, mezcla 1:1 urea/KCl, mezcla 3:1 urea/DAP y KCl. Además dos calizas y dos fuentes de magnesio.

En los lavados se analizó el K , Ca , Mg , P , NH_4 , N total y materia orgánica. Se encuentra en proceso de análisis estadístico antes de sacar algunas conclusiones que en algunos casos parecen contradictorias.

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

Con base en el experimento FIT 05 10 cuyo título es A Comparación de tres formas de implantar los sistemas de manejo de cafetales establecidos, se puede decir que a pesar de que no se ha terminado de instalar, los resultados obtenidos hasta el presente, permiten deducir que por medio de estos sistemas para renovar cada año una quinta o dos quintas partes de la finca, se pueden implantar sistemas de manejo de cafetales establecidos sin dejar de producir café en ningún momento. En la Tabla 1 y Figura 1 se presentan los resultados de la Subestación de Santa Barbara. En la cosecha de 1996 la mayor producción se obtuvo en el tratamiento que corresponde al zoqueo total. En el acumulado la mayor producción corresponde a la implantación por zoqueos cada año de una quinta parte, lo cual se explica porque es el que hasta ahora ha tenido menor intervención.

Tabla 1. FIT 05 10. STA. BARBARA . Producción promedia en @ cps/ha. Cosecha 1996 y acumulado 1994 - 1996.

Trat.	Descripción	Producc. en @ Cps/Ha	
		1996	1994 - 1996
1	Zoqueo total cada 5 cosechas	287.00	556.00
2	Zoqueo cada año 1/5 parte	152.00	680.00
3	Zoqueo cada año 2/5 partes	182.00	564.00

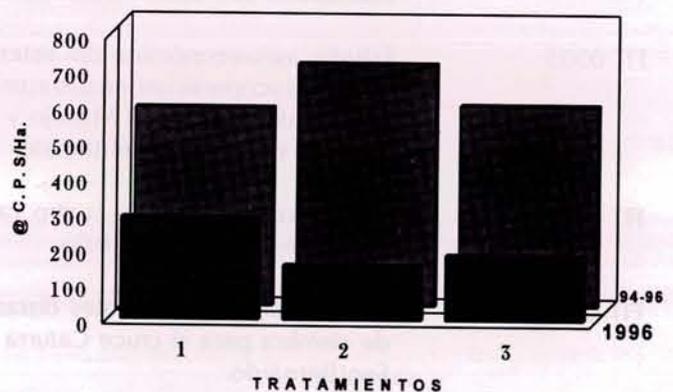


Figura 1. Fit 05 10. Sta Barbara. Producción en @ C P S/ Ha. Cosecha de 1996 y acumulado 94 - 96.

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

CÓDIGO	TITULO	UBICACIÓN
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. Paraguaicito. Pueblo Bello. Santander. Consacá. La unión. Albán. Maracay. Convención. Santabárbara.
FIT 0302	Estudio agro-económico del sistema maíz intercalado con café.	Paraguaicito. Sta. Bárbara Líbano Consacá La Sirena. 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	Consacá.
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.
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.

CÓDIGO	TÍTULO	UBICACIÓN
FIT 0409	Efecto de la densidad de siembra en producción de la variedad Colombia.	La Sirena. Cauca. Sta. Bárbara Gigante. 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.
FIT 0411	Comparación de la producción entre tres densidades de siembra del café y tres del sombrío de <i>Inga sp.</i>	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. Consacá 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.
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

CÓDIGO	TITULO	UBICACIÓN
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 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.	Naranjal. La Catalina Paraguaicito. Sta. Bárbara. El Rosario. Gigante. Líbano. El Tambo.
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.

CÓDIGO	TÍTULO	UBICACIÓN
FIT 0601	Producción de café orgánico. Tambo.	Naranjal A. Bello.
FIT 0602	Respuesta en Producción del café al sol fertilizado con lombricomposto.	La Catalina Paraguacito. El tambo. Convención.

En el tiempo que corresponde a este informe terminaron en su fase de campo los lotes del experimento FIT 04 09, A Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de la variedad Colombia@, de las localidades de Gigante Huila, Líbano Tolima y Albán Valle. Con los datos definitivos se confirma que el efecto de la densidad de siembra sobre la producción es independiente de la forma como se distribuyan las plantas en el terreno. Y que en cualquier caso, se observa un aumento de tendencia cuadrática de la producción con los incrementos en las densidades de siembra. En las Figuras 2, 3 y 4, se presentan las curvas ajustadas a las producciones promedias por año, en @ de pergamino seco por Ha. para las dos localidades. Se ve que en la localidad de Líbano, se presentó una producción máxima de 318 @/Ha./año con 11.782 plantas por hectárea. En Gigante la producción máxima fue de 333 @/Ha./año con 13.565 plantas por hectárea. Y en Albán, hubo una producción máxima de 217 @/Ha./año con 12007 plantas por Ha.

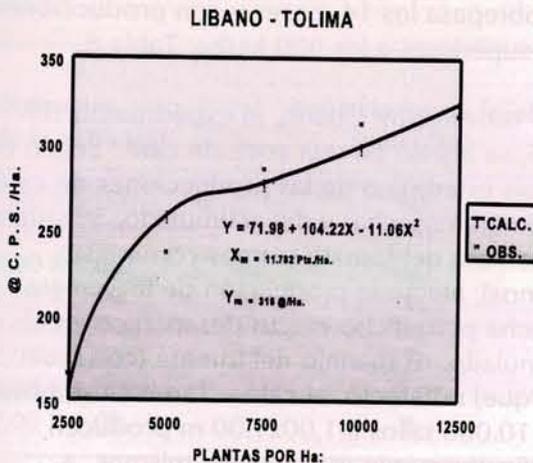


FIGURA No. 2. FIT 04 09 Líbano. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción promedio por año.

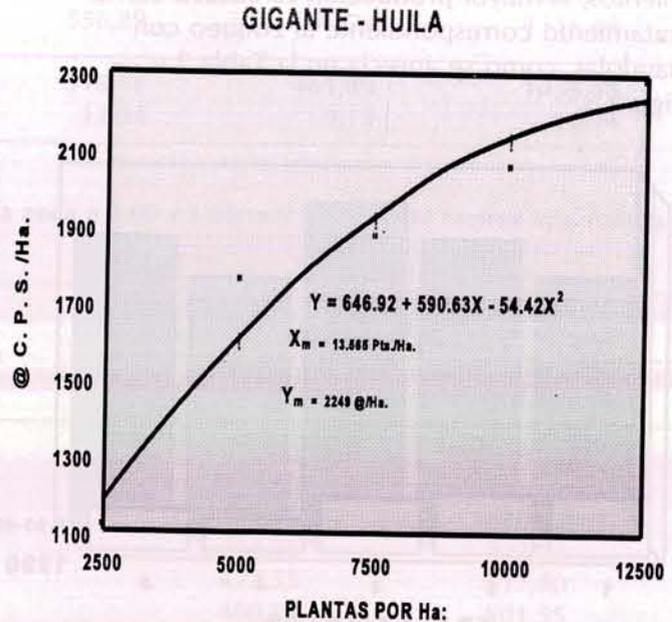


FIGURA No. 3. FIT 04 09 Gigante. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción promedio por año.

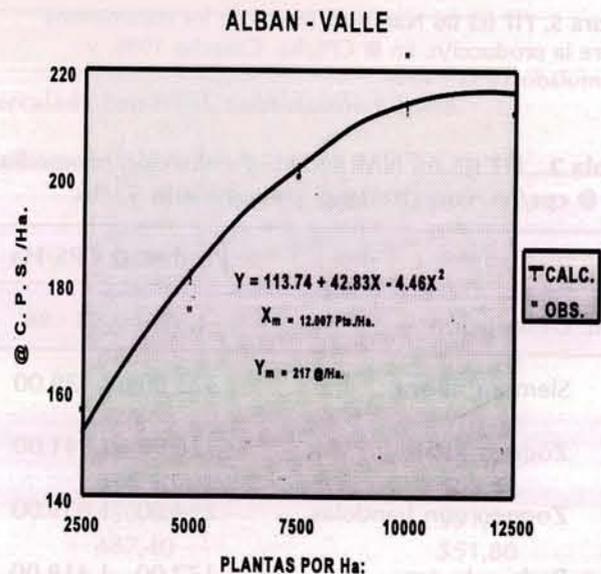


Figura 4. FIT 04 09 Albán. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción promedio por año.

El experimento FIT 05 06, AComparación de la poda calavera con otros sistemas de renovación@, se dio por terminado el 31 de diciembre de 1.996 después de recolectar la cuarta cosecha. En la Estación Central Naranjal, en la cosecha de 1.996 se observan diferencias significativas en las producciones de los diferentes tratamientos, las mayores producciones correspondieron a la siembra nueva y al zoqueo total. Analizando el acumulado de las cuatro cosechas, también se observan diferencias significativas entre los tratamientos, la mayor producción se obtuvo con el tratamiento correspondiente al zoqueo con bandolas, como se aprecia en la Tabla 2 y Figura 5.

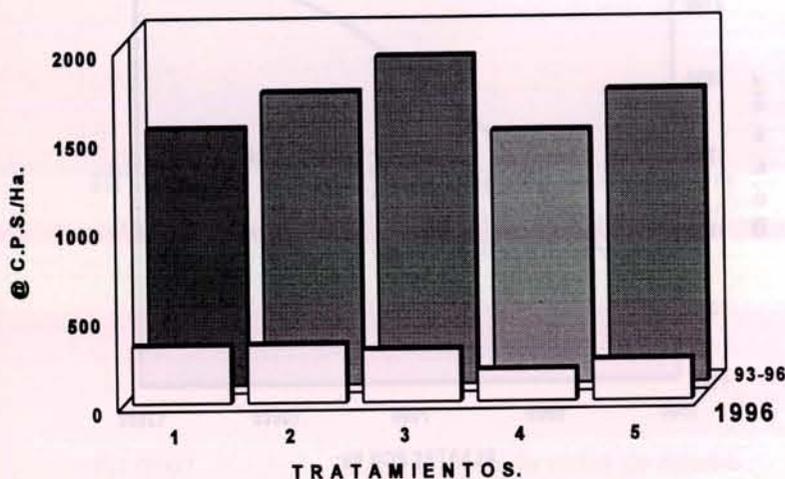


Figura 5. FIT 05 06 Naranjal. Efecto de los tratamientos sobre la producción. En @ CPS/ha. Cosecha 1996. y acumulado 1993 - 1996.

Tabla 2 . FIT 05 06 NARANJAL. Producción promedio en @ cps/ha. cosecha 1996 y acumulado 93-96.

Trat. Descripción	Produc. @ CPS/Ha	
	1.996	93 - 96
1 Siembra nueva	323.00	1.439.00
2 Zoqueo total	326.00	1.641.00
3 Zoqueo con bandolas	294.00	1.839.00
4 Poda calavera	177.00	1.418.00
5 Poda calavera y descope	228.00	1.642.00

CULTIVOS INTERCALADOS

En lo referente a los experimentos con cultivos intercalados se destacan los siguientes resultados:

Los datos del experimento FIT-0302, instalado en zoca de café en La Sirena, mostraron diferencias significativas en la producción de café de 1994 pero no de ahí en adelante.

Con dos cosechas de maíz entre 15.000 y 45.000 plantas/ha no hubo efecto en la producción de café. Esto se debe a que ambos cultivos tuvieron manejo independiente y los surcos de maíz siempre quedaron a un metro de los del café. En consecuencia, con café a 2,00x1,00 m, se pueden sembrar dos ciclos de maíz con 45.000 plantas/ha; sin que se afecte la producción de café, Tabla 6.

Los resultados de la primera cosecha en Líbano, muestran que ni los ciclos ni las poblaciones de maíz afectaron la producción de café. La producción promedio de maíz estuvo entre 4.326 y 7.054 kg/ha de grano seco al 14% de humedad. La prolificidad promedio fue de 1,40. Tanto la producción como la prolificidad, fueron afectadas significativamente por los arreglos espaciales del café (Tabla 7).

En Líbano, el experimento FI-0303 se instaló en zoca de café, el análisis estadístico de la primera cosecha de café, no mostró ningún efecto del frijol, de tal manera que en zocas de café, se pueden intercalar hasta tres ciclos de frijol con un máximo de 160.000 plantas/ha en un período que no sobrepasa los 14 meses y con producciones de frijol superiores a los 900 kg/ha; Tabla 8.

En la subestación Líbano, el experimento FIT-0305, se instaló en una zoca de café. Según el análisis estadístico de las producciones de café de la primera cosecha y del acumulado, el sistema de siembra del tomate (surcos comunes o alternos), afectó la producción de la primera cosecha pero dicho efecto desaparece en el acumulado. El manejo del tomate (con o sin aporque) no afectó al café. También se observó que 10.000 tallos a 1,00x1,00 m producen significativamente más que los mismos a 2,00x1,00m (dos tallos/sitio), Tabla 9. En cuanto a tomate, se confirma una vez más que el

Tabla 6. Experimento FIT-0302, La sirena, Producciones de café en arrobas de café pergamino seco por hectárea.

CHUPONES POR PLANTA	PLANTAS DE MAIZ/ha	PRODUCCIÓN DE 1994	PRODUCCIÓN DE 1995	PRODUCCIÓN DE 1996	PRODUCCIÓN ACUMULADA
DOS	0	80,68	524,16	528,47	1133,32
DOS	15.000	76,29	512,45	468,19	1056,94
DOS	30.000	75,83	490,74	418,56	985,14
DOS	45.000	96,66	482,91	449,76	1029,35
UNO	0	70,09	533,56	466,70	1070,36
UNO	15.000	49,35	461,15	474,58	985,09
UNO	30.000	85,83	559,44	418,73	1064,01
UNO	45.000	63,85	556,89	495,73	1116,48
MEDIA GENERAL		74,82	515,16	465,09	1055,08
C.V. (%)		22,19	12,94	9,13	12,24

Tabla 7. Arrobas de café pergamino seco por ha de una zoca a 1,00 x 1,00 m y 2,00 x 1,00 metros intercalada con uno y dos ciclos de maíz.

Distancias de la zoca (m)	Poblaciones de maíz (miles/ha)	Cosechas de maíz	
		UNA	DOS
1,00 X 1,00	0	679,30	615,05
1,00 X 1,00	15	644,30	739,80
1,00 X 1,00	30	632,55	680,30
1,00 X 1,00	45	734,05	822,04
2,00 X 1,00	0	477,55	517,80
2,00 X 1,00	15	460,55	501,55
2,00 X 1,00	30	539,05	522,54
2,00 X 1,00	45	508,80	556,80

Tabla 8. Producción en @ CPS/ha de una zoca de café intercalada con frijol. Subestación Líbano.

Distancias de la zona (m)	Poblaciones de frijol (miles/ha)	Cosechas de frijol	
		DOS	TRES
1,00 X 1,00	80	699,16	646,40
1,00 X 1,00	120	668,40	661,70
1,00 X 1,00	160	648,10	643,40
1,00 X 1,00	0	770,00	679,00
2,00 X 1,00	80	486,90	481,20
2,00 X 1,00	120	418,90	503,40
2,00 X 1,00	160	450,40	551,80
2,00 X 1,00	0	487,40	551,80
MEDIA GENERAL		578,66	589,84
C.V. (%)			13,36

aporque no es necesario para obtener buenas producciones, las cuales fueron en promedio de 26,04 y 24,70 t/ha en los dos ciclos, Tabla 10.

En el experimento FIT-0308, la siembra del café a 1,00x1,00 m, afectó la producción de arroz. No hubo diferencias entre las densidades de siembra; se deduce que con 60 kg/ha de semilla se pue-

den conseguir producciones promedio de 4.735 kg/ha de arroz paddy, según la producción del segundo ciclo en Naranjal.

El análisis estadístico de las producciones de café de Líbano, indican que hay efecto significativo de las barreras de plátano sobre los rendimientos del café. Los promedios se ajustan a una función de

Tabla 9. @ cps/ha una zoca de café intercalada con dos ciclos de tomate de mesa . Líbano

DISTANCIAS DE LA ZOCA (m)	SISTEMA SIEMBRA DEL TOMATE	MANEJO DEL TOMATE	@ Cps/ha (1996)	@CPS/ha (ACUMULADO)
1.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	CON APORQUE	307,45	1085,56
1.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	SIN APORQUE	319,11	1009,99
1.00x1.00	SURCOS COMUNES	CON APORQUE	247,33	1034,22
1.00x1.00	SURCOS COMUNES	SIN APORQUE	295,78	1070,44
2.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	CON APORQUE	243,72	827,89
2.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	SIN APORQUE	266,56	886,99
2.00x1.00	SURCOS COMUNES	CON APORQUE	170,11	884,25
2.00x1.00	SURCOS COMUNES	SIN APORQUE	162,22	772,78
MEDIA GENERAL			251,54	946,52
C.V. (%)			14,79	14,46

Tabla 10. Rendimiento de tomate de mesa (t/ha) intercalado con zoca de café. Líbano, Tolima.

DISTANCIAS DE LA ZOCA (m)	SISTEMA DE SIEMBRA DEL TOMATE	MANEJO DEL TOMATE	PRIMERA COSECHA	SEGUNDA COSECHA
1.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	CON APORQUE	30,43	35,83
1.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	SIN APORQUE	25,88	27,64
1.00x1.00	SURCOS COMUNES	CON APORQUE	33,73	40,19
1.00x1.00	SURCOS COMUNES	SIN APORQUE	29,77	38,18
2.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	CON APORQUE	21,87	12,83
2.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	SIN APORQUE	19,94	10,95
2.00x1.00	SURCOS COMUNES	CON APORQUE	25,45	17,85
2.00x1.00	SURCOS COMUNES	SIN APORQUE	21,28	14,21
MEDIA GENERAL			26,04	24,70
C.V.			11,63	12,98

segundo grado; se está en el proceso para determinar hasta donde llega el efecto de las barreras, a fin de establecer la distancia mínima entre ellas.

El experimento FIT-0701, corresponde a una tesis de pregrado para optar al título de Ingeniero agrónomo de la Universidad del Tolima, a cargo del becario Alexander Serrato Castillo. Ya se sustentó la tesis ante jurados de la Universidad del Tolima; con una calificación de 4,7 y aprobada como Meritoria. A continuación, se presentan las conclusiones de esta tesis:

1. Con fines agronómicos, la producción de biomasa fresca y seca de aceite esencial y de desecho, se favorecen con la fertilización orgánica y un corte en el año (11 meses), se lograron 39,53 Mg/ha de biomasa fresca; 9,02 Mg/ha de biomasa seca; 198,27 kg/ha de aceite esencial y 8,09 Mg/ha de desecho de extracción.
2. Se presenta menor riesgo de inversión en la producción de biomasa fresca, sin fertilizar con pulpa e iniciar los cortes en el mes 11, B/C = 466,44% para la producción de aceite esencial, el menor riesgo de inversión es al fertilizar con pulpa e iniciar los cortes en el mes 11; B/B = 716,59%.
3. En el análisis de crecimiento, la producción de biomasa fresca presentó un ajuste a una curva sigmoideal; con aceleración en el crecimiento exponencial entre el quinto y el octavo mes, al fertilizar con pulpa de café descompuesta y se aproximó a un nivel asintótico entre 33 y 38 Mg/ha a partir del noveno mes.
4. Las características físico-químicas del aceite esencial presentaron valores de densidad específica entre 0,797 y 0,888; similares al rango reportado por las normas ISO 279 (0,872 - 0,897); los valores de índice de refracción, oscilaron entre 1.473 y 1.487, próximos a los reportados en las normas ISO 280 (1.483 - 1.489).
5. La composición del aceite esencial fue similar a los resultados en otras investigaciones; lo

que representa al limoncillo establecido en la zona cafetera con buenas posibilidades frente a las exigencias del mercado mundial.

El experimento FIT-0703, correspondió a la tesis de JAVIER ANDRES CIFUENTES ARANZAZU, como requisito parcial para optar al título de Ingeniero agrónomo en la Universidad del Tolima.

De acuerdo a las condiciones agroecológicas del lugar donde se llevó a cabo el experimento y a los materiales usados se llegó a las siguientes conclusiones:

Las dos especies (Manzanilla y toronjil) se adaptaron bien. La manzanilla inició floración a los 70 días después del trasplante, lo cual concuerda con los reportes de literatura mientras que el toronjil hasta los 150 días después del trasplante no había florecido.

La planta de manzanilla tiene un crecimiento inicial lento, seguido por una fase de crecimiento vegetativo rápido, la floración y la cosecha. La máxima acumulación de materia seca se presentó a los 90 días después del trasplante. La distancia de siembra no influyó en la producción de flores por planta, pero si en la de tallos y hojas que se afectó por la distancia entre surcos, pero no por la distancia entre plantas. Se recomienda utilizar la distancia de 60 cm entre surcos

Hasta los 150 días después del trasplante, la planta de toronjil presenta dos etapas de crecimiento; uno inicial de establecimiento lento y el vegetativo rápido. La máxima acumulación de materia seca se presentó a los 150 días; a 45 cm entre plantas y 90 cm entre surcos. Las distancias entre plantas y entre surcos influyeron significativamente en la producción por planta de tallos y hojas.

La utilización del equipo Likens-Nickerson permitió obtener buen rendimiento con bajo consumo de solvente; pero se afectó la calidad de los aceites esenciales extraídos por este medio, porque quedaron trazas del solvente.

El mayor porcentaje (0,47%) de aceite esencial de manzanilla, se obtuvo de hojas y flores secas; fué de color azul intenso y se clasificó como el

químiotipo rico en bisabolol óxido b. Este porcentaje de aceite esencial, está entre los reportados en la literatura.

En toronjil, el mejor rendimiento de aceite esencial se obtuvo de material (tallos y hojas) fresco.

Este aceite fue de color amarillo con rendimiento del 0,46%.

Las relaciones Beneficio - Costo, fueron de 0,52 y 1,68 para manzanilla y toronjil respectivamente.



EXPERIMENTACIÓN

7 tiene como objetivos la coordinación de actividades entre los investigadores de los diferentes programas de investigación con la Estación Central y las Sub-estaciones, así como también con la División de Extensión y con los caficultores para planear y realizar las investigaciones necesarias regionalmente.

Para lograr estos objetivos el programa coordina las actividades técnicas y administrativas de la estación central, los campos de propagación de la semilla Variedad Colombia, las Subestaciones de Experimentación Regional y los experimentos que se realizan en granjas de la Federación, de otras instituciones y en fincas de caficultores.

El Programa de Experimentación, por vez primera, no pudo atender a tiempo y en las cantidades solicitadas, la demanda de semilla de café por parte de los Comités de Cafeteros de Caldas, Cundinamarca, Risaralda y Valle. Al final del mes de septiembre, el déficit superó los 4.000 kilos.

La producción de semilla de café variedad Colombia fue de sólo 31.835 kilos, en los cuatro campos de multiplicación.

Desde el año anterior, se venía haciendo el ajuste y el acondicionamiento del parque productivo para ofrecer 50.000 kilogramos por año, con el fin de atender la demanda real de los Comités de Cafeteros, la cual no superaba los 34.000 kilos en el período anual de enero a septiembre, más unos 10.000 kilos en el último trimestre del año precedente.

Los factores que más incidieron para tan baja producción fueron: La eliminación paulatina de cerca de 10.000 plantas a causa de la Llagamaca, *Ceratocystis fimbriata*, en la Subestación Experimental Santander, lo cual definió a la postre, la pérdida de la cuarta cosecha de café, en tres de las cuatro hectáreas dedicadas a la producción de semilla. La disminución en un 14 y un 25 % de los rendimientos, comparados con los del año anterior, en los campos del Líbano y Maracay por mal clima en el año 1996. La falta de escalonamiento en la siembra de los cuatro campos de multiplicación de la variedad Colombia, determinando un envejecimiento casi uniforme de las plantaciones y obligando a una renovación por nueva siembra de cuatro hectáreas con los nuevos componentes de fruto rojo y zoqueo de 1,5 ha. La política interna de no beneficio para semilla de los parcelones de fruto amarillo y la entrega de semilla fresca, o sea, mínimo almacenamiento.

Durante el período enero - septiembre de 1997, se le entregaron a los Comités Departamentales de Cafeteros 24.469.5 kilos de semilla de café variedad Colombia. Los más beneficiados Norte de Santander, Cesar Guajira, Cauca, Huila, Antioquia, Tolima y Valle, con la totalidad de su cupo o el 90% de la cantidad solicitada.

En cuanto al material de Porte Alto resistente a la Roya, los campos de multiplicación establecidos en las Subestaciones El Rosario y Santander, produjeron 475.1 kilos, los cuales se distribuyeron entre los Comités de Cafeteros del Magdalena, Santander, Norte de Santander y Nariño. Se instalaron 81 experimentos nuevos; el 22% de éstos en la Estación Central Naranjal, el 13 y 14% en las Subestaciones de Supía y La Catalina en su orden. Se reparten por disciplinas, así: Mejoramiento Genético 20, Fitotecnia 16, Etia 15, Química Agrícola 14, Entomología 12, Experimentación 3, Ingeniería Agrícola y Fisiología Vegetal 2 cada una y Fitopatología, Biotecnología y Conservación de Suelos, de a uno En el período, concluyeron 75 experimentos y se encuentran vigentes 359.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

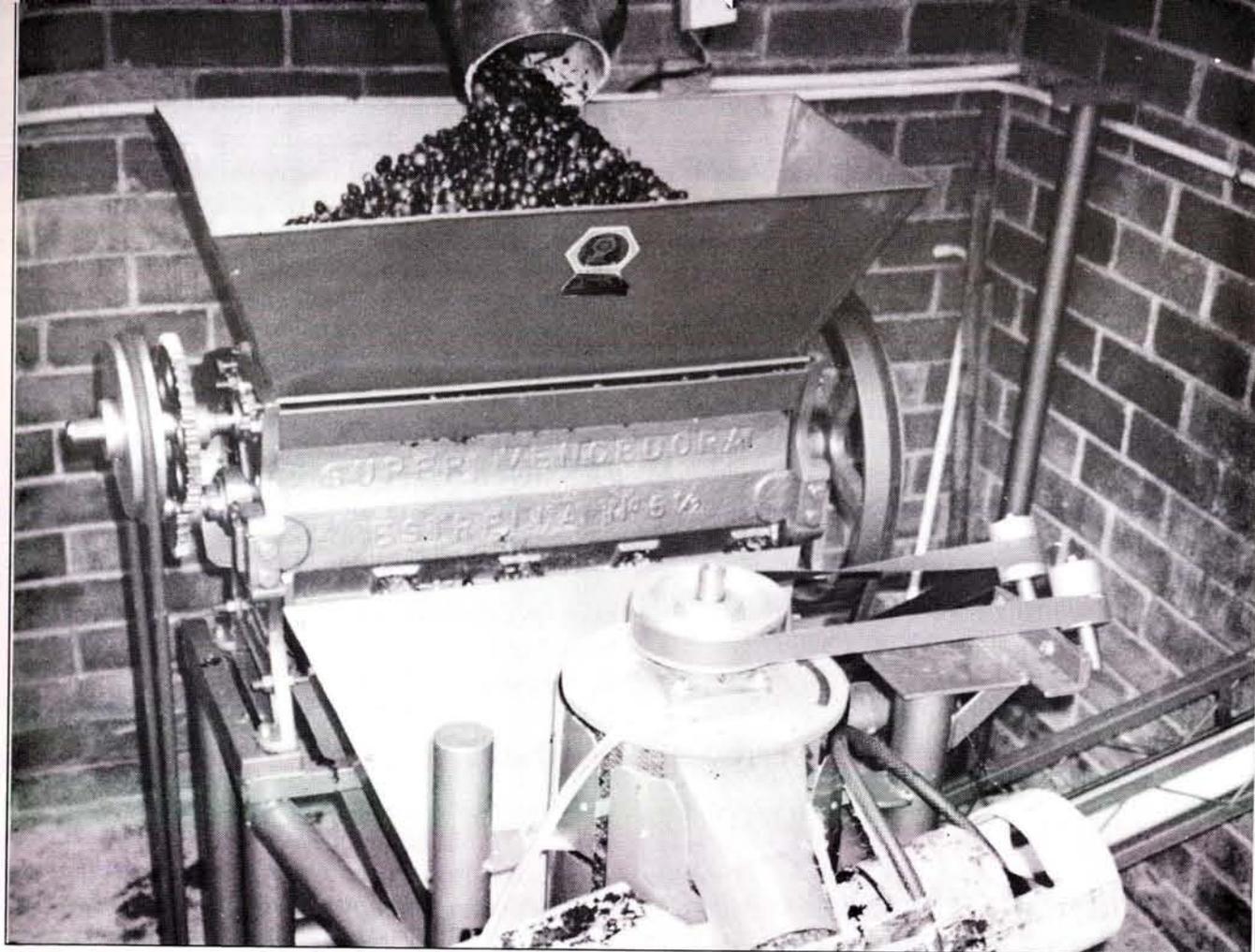
Se atendieron en total 13.949 visitantes en las diferentes Subestaciones, destacándose El Rosario con 2.583 personas, La Catalina con 2.058, Santa Bárbara con 1.869.

ADECUACIONES

En las Subestaciones Experimentales El Líbano y Maracay, se transformaron los beneficiaderos a ecológicos, gracias a la instalación de los módulos Becolsub correspondientes. Con el mismo fin, se procedió en las Subestaciones de Paraguaicito, La Sirena (Concentración Heraclio Uribe), Convención, Santa Bárbara, Supía y La Unión (Líbano).

VALIDACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

Después de tres cosechas en sitios tan contrastantes como las Subestaciones Experimentales El Tambo, El Rosario y El Líbano, se concluye que la fertilización granular del cafeto con base en el análisis de suelo, es igualmente efectiva, en cuanto a la producción, a las fertilizaciones líquidas o fluidas, y, dos a dos y media veces más económica que estas últimas. Continúa firme la tendencia a obtener las mismas producciones de café, con fertilizaciones granulares en cantidades inferiores en un 25 a 50% a las sugeridas por el análisis de suelo.



POST- COSECHA

emprende las investigaciones en el campo de la cosecha y post-cosecha del café mediante estudios orientados a la generación de la tecnología más apropiada a las condiciones de la zona cafetera, buscando reducir los costos de producción, incrementar la eficiencia de las prácticas y procesos, desarrollar máquinas y equipos, reducir el empleo de agua y conseguir descontaminar las aguas residuales producto del beneficio húmedo del café, siempre teniendo en cuenta la calidad del café suave colombiano.

INGENIERÍA AGRÍCOLA

EFFECTO DEL ATAQUE DE LA BROCA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CAFÉ.

Los principales resultados obtenidos en esta investigación son: en el plano ecuatorial la deformación del café maduro brocado es superior (3,62 mm) a la del café maduro sano (3,16 mm); la energía requerida para despulpar una cereza es inferior al 10% de la aplicada en las máquinas empleadas actualmente; para evitar daños a la estructura del grano el café lavado no debe ser deformado más de 0,89 mm. El comportamiento del grano en relajación puede ser modelado mediante tres elementos de Maxwell. Esta información y la obtenida del límite de fluencia biológica puede ser utilizada para el manejo adecuado del café en cualquiera de los estados considerados y para el diseño de equipos para separar cerezas brocadas, cerezas verdes, secas y objetos extraños duros.

EVALUACIÓN DE UN BATIDOR MECÁNICO EN LA COSECHA DEL CAFÉ.

A partir de los resultados obtenidos con el batidor MAIBO en condiciones de campo a 10 bares de presión de operación se diseñó un batidor (CENICAFE-I), construido en PVC, con el cual es posible aplicar esfuerzos combinados de flexión y de tracción a las cerezas presentes en la masa de café. Los granos de mayor tamaño, generalmente los maduros y los pintones, reciben los esfuerzos mecánicos y se desprenden. Se han realizado ensayos a 5, 7 y 10 bares de presión. Se definió el factor de selectividad $[S] = \{M+P\}_i * \{M+P\}_r$, donde $\{M$ y $P\}_i$ son el porcentaje de cerezas maduras presentes en la rama antes de la cosecha y $\{M$ y $P\}_r$, el porcentaje de cerezas en la masa cosechada, respectivamente. Con el batidor MAIBO en árboles en el campo no se logró obtener valores de $[S]$ superiores a 0,60 en ramas con 50% de cerezas maduras. Con el nuevo batidor CENICAFE-I se han obtenido valores de $[S]$ superiores al 70% con porcentajes de cerezas maduras del 51 al 60%. Se propone complementar la información

obtenida con el batidor MAIBO en condiciones de laboratorio a 5, 7 y 10 bares de presión de operación. Se compararán los resultados y el equipo con mejor desempeño (utilizando un motocompresor para 4 batidores) será evaluado en condiciones de campo durante tres cosechas consecutivas. Adicionalmente, se proyecta iniciar trabajos conjuntos con la firma italiana fabricante de la tecnología (CAMPAGNOLO).

DESARROLLO DE DESMUCILAGINADORES CON PRESENCIA DE ZONAS DE INTERMEZCLADO.

Atendiendo solicitudes de Comités departamentales de cafeteros se construyó un equipo DESLIM para procesar 300 kg de cereza/h. El rotor del prototipo utiliza agitadores de 10,0 cm de diámetro colocados en un eje de acero de sección cuadrada de 3/4". La carcasa se construyó utilizando un tubo de PVC de 6" de diámetro. Con relación a los equipos DESLIM, se utilizaron materiales más económicos y se simplificó el proceso de manufactura, por lo cual se espera que su precio (sin motor) sea notoriamente inferior al del DESLIM 600. Los ensayos realizados hasta el presente han mostrado que el desempeño de equipo es similar al obtenido con los modelos 600, 1000 y 3.000. Se adelanta la construcción del módulo BECOLSUB-300 y los planos detallados de ingeniería.

Utilizando la presencia de campos de intermezclado (colocando dos rotores en una misma cámara girando a igual velocidad pero en sentido contrario) se construyó un prototipo con rotor de similar tamaño al del DESLIM 3.000 (denominado DESLIM-T-10.000). Los resultados obtenidos hasta el momento indican que se puede obtener rendimientos superiores a los 9.000 kg de cereza/h con consumo de agua inferior a 1,0 L/kg de cps y potencia específica instalada 50% inferior a la de los equipos DESLIM. Se proyecta continuar la evaluación del DESLIM-T-10.000 en esta cosecha principal, patentar la nueva tecnología (que será escalada a equipos de menor capacidad) y elaborar los planos de ingeniería para su fabricación.

EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DEL BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ Y MANEJO DE SUBPRODUCTOS (BECOLSUB) EN 14 SUBESTACIONES

Se vienen adelantando trabajos de adecuación y/o construcción de los beneficiaderos en algunas subestaciones contempladas en el proyecto debido a la necesidad de disponer de éstos en las mismas para el procesamiento de la producción respectiva. Además de las acondicionadas durante el año anterior, en el presente se han adelantado trabajos en: La Catalina (Risaralda), Paraguaicito (Quindío), Santa Bárbara (Cundinamarca), Convención (N. Santander), Gigante (Huila), La Sirena (Valle) y a de Unión (Libano-Tolima).

DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO MECÁNICO QUE APLIQUE MOMENTOS FLECTORES A LOS GRANOS EN LA COSECHA DE CAFÉ.

Se han realizado 75 ensayos con ramas a diferentes revoluciones de operación (1500, 1200, 1000, 700, 600, 450, 400 y 250 rpm) y a diferente tiempo de aplicación (5, 3, 2, 1 segundo). Se utilizaron ramas de café de diferente rango de maduración del fruto (< 30, 31-40, 41-50, 51-60 y > 61).

La selectividad promedia obtenida con la aplicación de momentos flectores a diferentes rangos de maduración inicial de las ramas seleccionadas, muestra la factibilidad de aplicar momentos flectores en cualquier rango, sobresaliendo para los rangos (< de 30 y entre 31 - 40) donde se establece un índice de selectividad de 0,8, reportado como alto y permite estudiar su aplicación en ramas de pocos granos maduros

Los resultados del factor de selectividad obtenido, para distintos tratamientos encontrados en el rango de 40 a 50% de maduración inicial, indica la necesidad de continuar estudiando la aplicación de momentos flectores y lograr obtener mejores resultados.

Se puede concluir que existe un dispositivo para cosechar granos de café aplicando momentos flectores.

Estudiar la aplicación de momentos flectores en función de la selectividad, en ramas de café cuyo rango de maduración este por debajo de 40% de maduración.

Se observa prometedor el estudio de momentos flectores en rangos mayores de 60% de maduración y de factores de selectividad de 0,6, ya que puede contribuir por su alta recolección de grano a disminuir los costos de cosecha.

AUTOMATIZACIÓN DE LA PLANTA DE BIODIGESTIÓN ANAERÓBICA DE CENICAFÉ, CON FINES EXPERIMENTALES

Se desarrolló un software para la adquisición automática de datos en Q-Basic, se desarrolló un sistema de control de lazo abierto para el la regulación del tiempo de retención hidráulica en el reactor metanogénico y se determinó que era necesario la utilización de electrodos para medición de pH con anillo aterrizado.

DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA BECOLSUB MÓVIL

Dado el pequeño espacio y el éxito inicial del módulo BECOLSUB fijo, se proyectó un módulo autónomo de energía, que pudiera remolcarse por vehículos pequeños, como los camperos de uso popular en la zona cafetera, para dar solución amplia a las necesidades de beneficio de muchos caficultores y propiciar una nueva agroindustria, por la cual nuevos empresarios podrían ofrecer el servicio de beneficio a domicilio, se diseñó y construyó un equipo MÓVIL BECOLSUB¹ con la característica especial de fuera posible transportarlo por la zona cafetera colombiana.

Con el módulo BECOLSUB MÓVIL, se pueden obtener ingresos adicionales principalmente por

¹ Proyecto ING 1114. Evaluación Técnica y Económica de módulos BECOLSUB 600 y 1000 MÓVILES, para el beneficio ecológico del café. CENICAFE.

la reducción en el costo del transporte, pues la pulpa y el mucílago quedarían en los lotes para su posterior manejo ecológico y únicamente se transportaría el café lavado para ser llevado a los secadores, esto es, menor peso y mayor capacidad de transporte, lo cual conlleva una economía en el consumo de combustible y en la mano de obra requerida. Si se asume una finca con una producción 10.000 @ de cps (125.000 kg) al año, en el día pico del 2%, se recibirían 12.500 kg de café cereza, para lo cual se necesitarían siete viajes de una volqueta con capacidad por viaje de 3 m³. Si se beneficia con el módulo BECOLSUB MÓVIL en los lotes solamente se requerirán 3,85 viajes lo cual significa un ahorro del 45% del volumen de transporte.

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a las tres primeras pruebas proyectadas a tres años para la evaluación de la TECNOLOGÍA BECOLSUB MÓVIL en conjunto con cada uno de los Comités de Cafeteros de Caldas y Cundinamarca y Risaralda.

El primer prototipo construido, es un modelo BECOLSUB 600 construido por la firma JOTAGALLO, al cual se le acondicionó un motor de combustión interna de gasolina marca Kohler de 8 HP, para el transporte de la pulpa con el mucílago se utiliza un tornillo sinfín accionado por el mismo motor. Este conjunto de beneficio se instaló y sobre el planchón de un remolque de dos ruedas. Fue necesario introducir un sistema de transmisión de potencia (se utilizó un reductor estándar automotriz), para disminuir las revoluciones de salida del motor de 3.600 hasta 1.800 rpm. Por medio de poleas y bandas (plana y redonda) se redujo la velocidad angular hasta 970 rpm, en el eje del demucilagador. Con el equipo BECOLSUB 600 MÓVIL, se realizaron siete evaluaciones en la finca "Calamar Restrepo", ubicada en el municipio de Chinchiná, Caldas, a 1.400 m.s.n.m., una temperatura promedio de 20,8 °C y una precipitación anual de 2.656 mm. en promedio. El proceso se efectuó con café cereza tipo Variedad Colombia maduro. Las observaciones fueron las siguientes:

Se obtuvo una retención en volumen del 73,6%, y un control total de la contaminación generada por el beneficio húmedo del café del 90,53%, esto sin

tener en cuenta que parte de los drenados de la pulpa, se pueden utilizar en riego de los lombricultivos. El rendimiento promedio del equipo fue de 596 kg c.c./hora, el promedio total del café lavado pesado fue de 87,13 kg, también ajustado a los resultados de investigación en desmucilagado mecánico de 4,4 kg de café lavado por minuto, para un total café lavado calculado de 89,76 kg. El peso promedio de café pergamino seco fue de 41,88 kg lo cual nos da un rendimiento o relación de conversión de café cereza a pergamino seco de 4,84 a 1, una relación de café lavado a café pergamino seco de 2,08 y 2,33 para la relación de café cereza a café lavado. El consumo de agua por kg de café pergamino seco fue de 0,75 litros. Se obtuvo un consumo de combustible (gasolina verde corriente de 85 octanos) de 0,02 L/kg de cps (0,066 galones/@ de cps), que equivalen \$ 5,1/kg de cps (\$ 71,33/@ de cps) en promedio.

Con el equipo BECOLSUB 10000 MÓVIL, construido por la firma INGESEC de Bogotá, se realizaron tres evaluaciones en la finca "Las Mesitas", ubicada en el municipio de Cachipay, Cundinamarca, a 1.350 m.s.n.m., una temperatura promedio de 20,8 °C y una precipitación anual de 2.656 mm. en promedio. El proceso se efectuó con café cereza tipo Variedad Colombia maduro. Las pruebas # 1 y # 3 se realizaron en la parte aledaña al beneficiadero principal de la hacienda, con café cereza traído del lote "La Horca". La prueba # 2, se realizó dentro del lote "La Horca", donde fue transportado el Módulo BECOLSUB Móvil 1000, por medio de un campero hasta el sitio donde se recolectaba el café cercano al lugar del pesaje.

Se obtuvo una retención en volumen del 63,39%, y un control total de la contaminación generada por el beneficio húmedo del café del 89,96%, esto sin tener en cuenta que parte de los drenados de la pulpa, se pueden utilizar en riego de los lombricultivos. El rendimiento promedio del equipo fue de 922 kg c.c./hora, el promedio total del café lavado pesado fue de 317,10 kg, también ajustado a los resultados de investigación en desmucilagado mecánico de 8,10 kg de café lavado por minuto, para un total café lavado calculado de 317,10 kg. El peso promedio de café pergamino seco fue de 156,67 kg lo cual nos da

un rendimiento o relación de conversión de café cereza a pergamino seco de 4,05 a 1, una relación de café lavado a café pergamino seco de 2,11 y 1,95 para la relación de café cereza a café lavado. El consumo de agua por kg de café pergamino seco fue de 1,00 litros. Se obtuvo un consumo de combustible (gasolina verde corriente de 85 octanos) de 1600 ml por prueba de 645 kg de café cereza en, 0,032 Gl/@ de cps, que equivalen a \$ 6,36/kg de cps (\$ 39,77/@ de cps) en promedio.

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN DISPOSITIVO MECÁNICO PARA APLICAR VIBRACIONES CIRCULARES AL TALLO DEL CAFÉ.

Se desarrolló un prototipo de vibrador experimental para aplicar vibraciones circulares al tallo del café, el cual tiene las siguientes características:

Fuente de potencia constituida por sistema hidráulico del tractor Ford 6610 y un motor hidráulico de 9 HP.

Mecanismo de agarre del tallo mediante un cilindro hidráulico montado sobre un brazo vibrador.

Altura de posicionamiento variable en el tallo del árbol mediante levante hidráulico del tractor.

Transmisión al tallo de café de un movimiento circular en el punto de agarre.

Frecuencia de vibración variable en un rango de 1000 cpm.

Variación de la amplitud de vibración en 2 y 3 cm mediante juego de excéntricas intercambiables.

Estructura metálica de soporte y acople al tractor.

Se realizaron pruebas de calibración y ajuste, se midió la frecuencia de rotación y la presión del sistema en diferentes condiciones de trabajo.

Después de realizar las primeras pruebas de funcionamiento fue necesario corregir fallas de construcción en el mecanismo como

desalineamiento, desnivel y distancias entre centros.

Adicionalmente sobre el brazo vibrador en el punto intermedio entre las dos excéntricas

fue necesario añadir un tercer apoyo de igual

excentricidad con el propósito de convertir el

mecanismo de infinitos grados de libertad en un mecanismo con un solo grado de libertad, es decir que describa un movimiento circular eliminando los puntos muertos. Se probó el mecanismo de agarre con diferentes estructuras para comprobar su rigidez de agarre. Se modificó la instalación del motor hidráulico. La etapa de evaluación en campo del prototipo se hará en lotes experimentales de café variedad Colombia y Caturra asignados para este experimento en la Estación Central Naranjal.

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN DISPOSITIVO MECÁNICO PARA APLICAR VIBRACIONES MULTIDIRECCIONALES AL TALLO DEL CAFÉ.

A partir del análisis dinámico de un vibrador multidireccional propuesto por Martínez (1994) se diseñó un mecanismo para aplicar vibraciones multidireccionales con las siguientes características:

Vibrador tipo inercial de masas excéntricas.

Aplicación de vibración multidireccional al tallo del cafeto formando cuatro lazos.

Frecuencias de vibración menores a 2.400 cpm.

Aplicación de dos amplitudes de vibración.

Fuente de potencia: sistema hidráulico de tractor Ford 6610 y motor hidráulico de 9 HP.

Agarre rígido del vibrador al cafeto en un solo punto del tallo.

El mecanismo está constituido por una caja reductora de velocidad acoplada al motor hidráulico. Para el diseño de la caja se calculó la Fuerza resultante máxima de 5000 N y la Potencia instantánea máxima de 9 HP obtenidas del análisis dinámico para dos masas excéntricas iguales ($m_1=m_2=1,295$ kg), con iguales radios de giro ($r_1=r_2=0,0275$ m) que generan un momento $m_1*r_1=m_2*r_2=0,035$ kg-m, las cuales rotan con frecuencias angulares de diferente magnitud y

sentido ($\omega_1=360$ rad/s, $\omega_2=120$ rad/s). Con estos parámetros se obtiene un patrón de vibración de cuatro lazos, con el cual se espera obtener mayor eficiencia en el desprendimiento de los frutos debido a que la resultante de las fuerzas excitadoras varían su dirección en el tiempo entre -85° y 89° . La amplitud teórica del centro del vibrador sin tener presente la rigidez y amortiguamiento del tallo se calculó en 12 mm.

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE TRES VARIEDADES DE CAFÉ RELACIONADAS CON LA VIBRACIÓN.

En la Estación Central Naranjal en los lotes asignados para este experimento fueron seleccionados 50 árboles de café variedad Caturra Roja, 50 de variedad Colombia Roja y 50 de variedad Colombia Amarilla de 54 meses de edad. Las dos primeras variedades se encuentran sembradas a 2m x 1m y la tercera a 1m x 1m. En cada árbol fueron seleccionadas y marcadas a lo largo del tallo 20 ramas primarias para un total de 3000 ramas.

En el número total de ramas primarias los promedios no presentaron diferencias para las progenies Roja y Amarilla de la variedad Colombia. Esta característica morfológica coincide con el valor reportado por Salazar (1988) de 92 ramas para la v. Colombia, pero difiere con el valor reportado de 81 ramas para la v. Caturra. Con los valores promedios de número de ramas primarias en un plano y la altura total del árbol se encontró un menor espaciamiento entre ramas a lo largo del tallo para la v. Colombia Amarilla de 8,5 cm comparado con 9,4 cm y 10,6 cm de las variedades Caturra Roja y Colombia Roja respectivamente, esto implica mayor concentración de peso por unidad de longitud sobre el tallo cuando las ramas presentan similar peso.

Para la característica ángulo de inserción de la rama respecto al tallo el ANAVA no mostró diferencias entre variedades. Los promedios obtenidos (65°) corresponden a los valores reportados en la literatura para plantas con arquitectura tipo planófila. La mejor función encontrada para correlacionar el diámetro medio del tallo y con su altura en las tres variedades de café fue de tipo

lineal de la forma $Y = A + B \cdot X$ con un coeficiente de determinación mayor del 0,92 en todos los casos, donde Y representa como variable dependiente el diámetro promedio del tallo, X representa la altura del tallo, A es el intercepto y B la pendiente de la recta.

Para las tres variedades se observa que el 60% de las ramas de las tres variedades presentan hasta 6 nudos. Para estos primeros 6 nudos no se encontraron diferencias significativas en el número de frutos por nudo entre variedades, con valores entre 3 frutos para el primer nudo hasta 7 frutos para el sexto nudo (valores similares a los reportados por Salazar, 1988). La distancia entre estos nudos presentó diferencia estadística al 5% según prueba de Tukey y esta diferencia siempre fue menor a 1 cm. Entre los nudos 7 y 11 no se presentaron diferencias estadísticas entre sus distancias para las tres variedades, estas distancias variaron entre 3,1 cm y 1,9 cm. Las ramas con más de 12 nudos representan solo un 5 a 10% del total de las ramas censadas. La variedad que registró mayor cantidad de nudos fue la v. Caturra Roja (hasta 21 nudos), sin embargo el número total promedio de frutos por rama de esta variedad fue igual al de la variedad Colombia Roja (92 frutos) mientras que la v. Colombia Amarilla registró el menor número (83 frutos).

La rigidez del tallo disminuye de la base hacia el copo con valores promedios entre 360 y 3142 N/m, este comportamiento se cumple para las tres variedades. La v. Colombia Amarilla presentó mayor rigidez que la v. Caturra roja pero no mostró diferencias con relación a la variedad Colombia Roja para 60, 90 y 120 cm de altura sobre el tallo. Para la mayor altura de 150 cm las variedades no mostraron diferencias en rigidez (360 N/m), sin embargo las variedades Colombia Roja y Caturra Roja presentaron un coeficiente de variación alto, debido a limitaciones en el desplazamiento del tallo por el reducido espacio para su deformación respecto a la estructura cuando el ensayo fue realizado a esta altura. Se concluye que la v. Colombia Amarilla presenta mayor rigidez, es decir el tallo de esta variedad requiere mayor fuerza para ser deflectado una determinada longitud. Para las tres variedades la rigidez se incrementa 7 veces desde el 70% al 30% de la altura total del tallo.

ESTUDIO DINÁMICO DE LA RAMA DE CAFÉ PARA EL DESARROLLO DE LA COSECHA MECÁNICA POR VIBRACIÓN

La investigación fue realizada en el Centro Nacional de Investigaciones del café CENICAFE, en el laboratorio de investigaciones de cosecha. El trabajo fue una Tesis de pregrado para optar el título de Ingeniero Agrícola. La investigación se ejecutó sobre café Variedad Colombia, en dos etapas: en la primera se estudió el comportamiento dinámico bajo vibración del sistema fruto-pedúnculo (S.F.P), en la segunda la respuesta dinámica de la rama. El trabajo de Investigación fue considerado por el Consejo Superior Académico de la Universidad Nacional de Colombia como LAUREADO.

QUÍMICA INDUSTRIAL

INFLUENCIA DEL CAFÉ CEREZA VERDE EN LA CALIDAD DEL CAFÉ

Se evaluó la calidad física y sensorial de mezclas de grano de café maduro y verde desde el 0,5 al 15% en intervalos de a 0,5% de grano verde, procesadas por fermentación natural y por desmucilaginado mecánico. Las mezclas se realizaron en cereza en el beneficiadero y se hizo el beneficio controlado por despulpado sin agua, lavado y secado al sol controlado. Se demostró que a partir de 2,5% de café verde, ya sea procesado por desmucilaginado mecánico o por fermentación natural se rechazan cerca del 30% de las tazas. a mayores porcentajes de café verde, se presentan mayores porcentajes de café vinagre, debido a que el grano verde no despulpa totalmente, continua en el proceso sino se selecciona, como café guayaba que producen almendras negras, ocasionando defectos como fermento, sucio y fenol. También se encontró que el grano picado por la broca contribuyó a la mala calidad de la bebida aunque el porcentaje de café verde fuera bajo (3%), rechazándose totalmente el 35% de las tazas. Mientras mayor es el porcentaje de café maduro en una muestra de café, aunque se

presente daño parcial por broca en el grano, se obtienen mayor número de tazas de café buenas. Por lo tanto, un alto porcentaje de grano maduro contribuye a obtener mayor porcentaje de tazas en una muestra sana o con algunas perforaciones. También se encontró que tratamientos con alto deterioro por broca presentaron mayor porcentaje de granos vinagres, lo que hace pensar que estos granos se vinagran más fácilmente o rápidamente. El deterioro del café, a café vinagre por la presencia de café guayaba y verde es más notorio en el café procesado por fermentación natural, en comparación con el proceso de desmucilaginado mecánico.

INFLUENCIA DEL AMONTONAMIENTO DEL CAFÉ PERGAMINO HÚMEDO EN LA CALIDAD DEL CAFÉ.

Con el fin de cuantificar la influencia del amontonamiento de café pergamino húmedo en la calidad del café, se dejó café lavado por varios días amontonado hasta disminuir el contenido de humedad del café hasta 11%. El secado del café requirió de 41 a 68 días. Las muestras no se revolvieron. El café se secó a condiciones ambientales y a la sombra. Se realizaron análisis microbiológicos a través del tiempo de secado y sensoriales de las muestras secas. Se demostró que el almacenamiento o amontonamiento de café pergamino húmedo favorece la proliferación de hongos, en particular *Penicillium* y *Aspergillus* y el deterioro de la calidad de la bebida y se producen defectos tales como: sucio, fenol, moho. Los cambios en las condiciones ambientales de secado, en particular el aumento de la humedad relativa favorecen la ganancia en humedad del grano. La respuesta de equilibrio termodinámico es lenta y la ganancia de humedad del grano de café se observa después de días de cambio de la humedad relativa. La permanencia del café pergamino húmedo en condiciones inadecuadas de secado, amontonado, sin revolver, con variaciones de condiciones ambientales, favorece la inestabilidad del producto, la proliferación de hongos. El efecto se detecta en la pésima apariencia del grano de café y se percibe sensorialmente en los sabores a sucio, fermento, moho y fenol de la bebida. Los defectos y el deterioro del café se presentan aunque el café

haya sido recolectado adecuadamente, maduro y se haya beneficiado hasta el lavado adecuadamente.

DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS DEL SABOR FENÓLICO DEL CAFÉ EN FINCA CARACTERIZADA CON EL DEFECTO

Con el fin de determinar las causas del defecto fenólico en el café producido en la Finca Las Flores (Valle del Cauca), se realizaron muestreos de café en todas las etapas del proceso de beneficio: cosecha, despulpado, fermentación, lavado y secado para realizar análisis sensoriales y microbiológicos de hongos. Se evaluaron muestras de café procesado totalmente en la finca por personal de la finca hasta el secado y muestras de café procesadas parcialmente por personal de la finca, continuando CENICAFE el proceso del café en la etapa del beneficio correspondiente, de acuerdo con el tratamiento. El beneficio por parte de CENICAFE se hizo con despulpadora, baldes y bandejas limpias. También se analizaron físicoquímicamente suelos, foliares, aguas de proceso y las residuales del lavado del café y se analizaron microbiológicamente pasillas, granos negros recogidos del suelo y aguas de lavado. Además se analizaron sensorial y físicamente muestras de café recolectadas, procesadas y almacenadas en la finca.

Se encontró que la suciedad del beneficiadero y del ambiente de la finca en general contribuye a la proliferación de microorganismos, en particular de hongos, y a la formación de compuestos que dan mala calidad al café y sabores indeseables. El secado lento y deficiente es la etapa del beneficio más crítica del proceso que se conduce en la finca, ya que de esta forma se contribuye a la proliferación de hongos *Penicillium*, *Aspergillus* sobre el café pergamino húmedo. El olor de estos hongos se siente en el ambiente y las esporas contaminan todo el ambiente del beneficiadero y de la finca. La recolección de café 100% maduro y el beneficio controlado del café contribuyó a obtener mayor porcentaje de tazas aceptables (57%) y menor porcentaje de fenol (8%), en comparación con 70% de fenol de las otras muestras. El alto grado de infestación por broca

(30% en promedio) contribuye en gran parte a que la cosecha y el café cereza presenten también un alto contenido de hongos debido a la herida formada por el insecto. La fermentación bajo agua con cambio de agua diaria, a pesar de ser una práctica muy contaminante del agua, favorece la calidad del café procesado en la finca, ya que de esta forma se controla en parte el defecto fermento, que se ocasionaría por la mezcla de café de diferentes días de despulpado. La flora fúngica predominante en el café cereza pertenece a los géneros *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*. El grano negro contribuye con altos porcentajes de *Fusarium* y *Rhizopus*. La importancia del reconocimiento de estos hongos y los altos recuentos en las muestras de café radica no solo en que pueden producir sabores indeseables en el café, sino que también se conoce que *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* son los géneros de hongos que ocasionan el desarrollo de micotoxicosis en animales domésticos. En el hombre tienen importancia las ochratoxinas y aflatoxinas producidas por *Penicillium* y *Aspergillus*. El desinterés en mejorar el proceso de beneficio, está soportado en que en la finca se tuesta el café y se vende en lugares cercanos y por lo tanto el producto no requiere de control de calidad en pergamino. El defecto fenólico en el café se favorece por la contaminación fúngica, el grano perforado por la broca y los largos tiempos de incubación durante el secado lento del café pergamino y la mezcla con pasillas.

EFFECTO DE AGROQUÍMICOS, HONGOS, AMONTONAMIENTO Y BROCA EN LA CALIDAD DEL CAFÉ.

Se comprobó la tendencia que la presencia combinada de los insecticidas utilizados para el control de la broca del café, en dosis doble a la comercial y del hongo *Penicillium variabile* adicionado al café después de lavado, junto con el almacenamiento del café pergamino húmedo antes de su secado ocasionan la aparición del defecto fenol en el café. Los efectos se detectan en todas las cualidades de la bebida, desde el aroma y todas las características sensoriales de acidez, amargo, cuerpo e impresión global.

También se observó que el grano perforado por la broca analizado separadamente de la muestra completa de café sano y perforado, presentó las peores calificaciones para la calidad del café y el defecto fenol.

FUNCIONAMIENTO DEL PANEL DE CATACIÓN DE CENICAFÉ.

Se realizaron 2 sesiones de catación diarias para la evaluación de muestras de café, leche, café con leche, mermeladas, aceites, miel de caña y otros productos. En las sesiones se evaluaron los atributos y la impresión global de las muestras de varias investigaciones de CENICAFE. Las muestras de café se calificaron según la escala para la calificación de la bebida de café de CENICAFE. También se realizaron pruebas de comparación pareada y pruebas triangulares de café para el entrenamiento y la calibración de los sentidos de los catadores. Se participó en la catación de las muestras y se moderó el panel después de las evaluaciones. Se realizaron en total 14663 análisis sensoriales completos de café y se analizaron 342 muestras de café físicamente. (cerca de 115000 registros de las pruebas de calidad físicas y sensoriales del café) Se capacitó a 7 personas del grupo seleccionado en 1996, en las técnicas de evaluación sensorial, el manejo de escalas, el proceso de beneficio del café, los atributos sensoriales del café, el vocabulario sensorial y los defectos físicos y sensoriales del café. En la actualidad se cuenta con 3 nuevas personas que continúan en el entrenamiento como catador de café y otros productos.

Se colaboró y asesoró la elaboración de escalas para la calificación de leche, café con leche, mermeladas, mieles. Además se atendieron varias visitas en el laboratorio de calidad del café: Taloca, Mcdonalds, SCCA, Universidad Católica de Manizales, Decafe, empresas y personas particulares. Todos los visitantes fueron atendidos con explicaciones del funcionamiento del laboratorio y pruebas de catación de muestras de café (dependiendo de los intereses de los visitantes): café procesado por fermentación natural, desmucilaginado mecánico, variedades de café: Colombia, Caturra, Típica y Borbón, defectos del

café, tales como: fermento, reposo, carbonoso. Algunos participantes realizaron pruebas de identificación de sabores básicos y aromas comunes.

CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE CAFÉ CULTIVADO BIOLÓGICAMENTE Y CON BENEFICIO CONTROLADO.

Se cuantificaron e identificaron los microorganismos presentes en el café en sus diferentes etapas de beneficio del café.

Los tratamientos fueron los siguientes: muestras de café cosechadas normalmente por recolectores y beneficiadas de manera controlada por CENICAFE, muestras de recolección normal con guantes por CENICAFE, muestras de grado de madurez normal recolectadas con guantes y muestras de café cereza completamente maduro. El beneficio se hizo controlado: despulpado sin agua, fermentación natural durante 14 h, lavado con agua limpia y secado al sol. Se tomaron muestras para análisis microbiológico del café en cada etapa del beneficio: cereza, baba, fermento, agua de lavado, café lavado y café pergamino seco. Se cuantificaron: Aerobios Mesófilos, Hongos y Levaduras, Coliformes Totales y Fecales y Bacterias o gérmenes comunes. Se identificó y determinó el total de microorganismos presentes en las diferentes etapas del beneficio del café. Se encontraron los siguientes resultados:

- Levaduras: se encontró en Café cereza un predominio del género *Cryptococcus* sp; en baba *Saccharomyces*; en fermento *Saccharomyces* ; en agua de lavado *Saccharomyces* y en café lavado *Rhodotorula*. Otras levaduras identificadas fueron las de los géneros *Torulopsis*, *Trichosporon* y *Cándida*.
- Hongos: en café cereza y pergamino seco, predominó el *Fusarium* y el *Penicillium*, en las demás muestras no se encontraron hongos.
- Bacterias: en café cereza se identificaron Enterobacterias y Lactobacilos; en baba Lactobacilos; en una de las muestras de fer-

mento y agua de lavado se identificó el género *Xantomonas*; en café lavado *Lactobacilos* y en café pergamino seco no se encontraron bacterias.

En cuanto al recuento se encontró: Para las levaduras los valores oscilan entre 73×10^4 UFC/g y 101200×10^4 UFC/g para café cereza; 31×10^4 UFC/g y 3800×10^4 UFC/g para café baba; 15×10^4 UFC/g y 770×10^4 UFC/G de café fermento; 6×10^4 UFC/ml y 2030×10^4 UFC/ml de agua de lavado; 43×10^4 UFC/g y 14080×10^4 UFC/g de café lavado; 40×10^4 UFC/g de café pergamino seco. Para aerobios Mesófilos: valores que oscilan de 130×10^3 UFC/g y 816000×10^3 UFC/g para café cereza; 11×10^3 UFC/g y 7500×10^3 UFC/g para café baba; 1×10^3 UFC/g y 530×10^3 UFC/g para café fermento; 20 y 200×10^3 UFC/ml para agua de lavado; 110 y 11200×10^3 UFC/g para café lavado; 160 y 2130×10^3 UFC/g de café pergamino seco. Hongos: valores entre 0 y 13×10^3 UFC/g para café cereza; 1 y 40×10^3 UFC/g para café pergamino seco, en los otros tipos de muestras no se encontraron hongos, ya que las condiciones del mucílago no son aptos para el desarrollo de estos microorganismos.

CUANTIFICACIÓN DE OCHRATOXINA A EN CAFÉ.

Una de las prioridades en la producción de un producto es la calidad con que este saldrá al mercado. La calidad del café es frecuentemente afectada por la contaminación con hongos durante la cosecha, beneficio y principalmente durante el almacenamiento inadecuado, donde se originan diferentes factores que favorecen a la producción de micotoxinas. Las micotoxinas son sustancias químicas tóxicas, producto del metabolismo de los hongos, que en pequeñas cantidades pueden llegar a ser perjudiciales para los animales y el hombre. La micotoxina de mayor interés en el café es la Ochratoxina a (OTA), producida por hongos del género *Aspergillus* y *Penicillium*.

Se ha demostrado que uno de los mohos dominantes en el almacenamiento del café es el *Aspergillus ochraceus* productor de OTA. Por lo tanto, mediante el desarrollo de esta investigación se busca determinar: la flora fúngica de granos de

café almacenados, la ocurrencia natural y el porcentaje de colonización del hongo *Aspergillus ochraceus* en diferentes tipos de granos de café, las mejores condiciones de crecimiento del hongo, los factores que influyen en el crecimiento del hongo a. *ochraceus* en granos de café almacenados y por ultimo realizar la cuantificación de los niveles de OTA en café por medio del método ochratest.

Hasta el momento se han obtenido los siguientes resultados: La presencia del hongo *A. ochraceus* en los granos de café varió entre un 0 y 30% . Se encontró que el hongo es más frecuente en café pergamino seco y sano ($27,5\%$), seguido por café almendra 100% perforado por broca ($23,75\%$), café almendra al 5% perforado por broca ($18,75\%$), café almendra sano ($17,5\%$). En café tostado no se observó crecimiento de flora fúngica.

Al comparar el porcentaje de colonización del hongo *Aspergillus ochraceus* con el *Penicillium spp* se observó que la colonización por *Penicillium spp* es mayor variando de un 50% a un 70% para los diferentes tipos de café. Adicionalmente se realizó una prueba presuntiva para determinar cuáles de las cepas del hongo *Aspergillus ochraceus*, aisladas a partir de muestras de café eran toxigénicas, ya que la presencia del hongo en los diferentes tipos de café no significa necesariamente que este contaminado con ochratoxina a. Se encontró que de un total de 79 cepas aisladas de *Aspergillus ochraceus* de los diferentes tipos de café 29 cepas presentaron fluorescencia lo que significa que un $41,42\%$ de las cepas aisladas son fluorescentes.

En cuanto a la contaminación por otros microorganismos en café almacenado, se detectó que los hongos que infestan al café en orden y frecuencia son: *Penicillium spp*, a. *ochraceus*, *Aspergillus spp*, *Rhizopus spp*, *Cladosporium spp*, *Fusarium spp*.

Una vez se determinó el porcentaje de colonización del hongo en diferentes tipos de granos de café se pasó a establecer las mejores condiciones de crecimiento del hongo *Aspergillus ochraceus* como temperatura, luz y medio de cultivo. Se obtuvo que el mejor medio de cultivo para el

crecimiento del hongo *Aspergillus ochraceus* es PDA con una tasa de crecimiento diaria de 0,96 cm/día, la mejor condición de luz y temperatura es a 33°C - oscuridad continua con una tasa de crecimiento de 1,076 cm/día y la menor tasa de crecimiento del hongo se observó a 33°C en luz continua mostrando un crecimiento de 0,478 mm/día.

Por otra parte para determinar los factores de almacenamiento que favorecen el crecimiento del hongo *a. ochraceus* y posiblemente inducen a la producción de la Ochratoxina en granos de café almacenados, fueron evaluados tres tipos de granos de café: café pergamino seco (CPS), café almendra con el 5% de café perforado por broca (CA 5%B) y café almendra sano (CAS), con humedades del grano: menores al 10%, entre 10 y 12% y mayor al 12%, almacenadas a las siguientes condiciones: <10°C y <65% de humedad relativa, 23°C y 75% HR, >23°C y >80% HR. Además, se realizó la prueba de fluorescencia a las muestras que presentaron cepas del hongo *a. ochraceus*.

Los resultados obtenidos muestran la presencia del hongo *Aspergillus ochraceus* durante los 12 meses de evaluación en los diferentes tipos de café, en las tres humedades del grano y en las tres condiciones de almacenamiento, aunque en café almendra sano la proporción siempre fue más baja. También se observó que cuando el hongo *Aspergillus ochraceus* es asperjado en los tres tipos de café, la colonización del hongo persiste durante los 12 meses de evaluación independientemente de la humedad del grano de café o condición de almacenamiento.

En el café pergamino seco con humedad <10% y almacenado a las tres condiciones y sin asperjar no se observó fluorescencia en las cepas aisladas. Por el contrario, las cepas aisladas de CA 5B con humedad <10% sin asperjar presentaron fluorescencia en las tres condiciones de almacenamiento durante los 12 meses de almacenamiento. En granos de café con humedad 10 al 12% asperjados y sin asperjar se observó fluorescencia en las cepas aisladas de las tres condiciones de almacenamiento, excepto en CPS sin asperjar almacenado a 65% y 75% de humedad relativa en que no hubo fluorescencia. El mayor

porcentaje de cepas fluorescentes se observó en cepas aisladas de granos de café con humedad >12%, almacenadas en las tres condiciones. Cabe a notar que los granos de café almendra sano con humedad del 10-12% presentaron el menor porcentaje de colonización y el menor número de cepas fluorescentes.

Por último se observó que el almacenamiento de granos de café a temperatura menor de 10°C, humedad relativa menor del 65%, presenta el menor porcentaje de cepas fluorescentes y niveles de OTA menores de 0,1 ppb. Estos valores estarían por debajo de los límites de tolerancia de OTA en café establecidos por el mercado Europeo (rango de 4 a 5 ppb) y por las compañías importadoras (2 ppb).

PRODUCCIÓN DE CAFÉ CON LECHE SOLUBLE.

En CENICAFE se está produciendo un soluble a base de café y leche. Para la preparación de este se utilizaron mezclas de café de buena calidad y defectos (sin incluir negros ni vinagres) y granos perforados por la broca. Se utilizó un 40 % de granos perforados en cada proporción de defectos en la mezcla.

El proceso para la producción del café con leche consistió en: preparar tres mezclas de café almendra (granos perforados por la broca, defectos y café seleccionado), los niveles en porcentaje fueron: 30-70 (12% granos brocados, 18 % defectos y 70 % de café seleccionado), 40-60 (16% granos brocados, 24 % defectos y 60% café seleccionado) y 50-50 (20% granos brocados, 30% de defectos, 50% café seleccionado). Las mezclas de café fueron tostadas al 16, 17 y 18% de pérdida de peso en la tostación. El café se molió fino y se preparó un extracto de café de 5,2 % de sólidos solubles. Con este extracto se ensayaron tres formulaciones de café con leche en volumen: 40-60, 50-50 y 60-40. Para la materia prima se realizaron análisis físicos; para el extracto de café se realizaron pruebas de catación, para las formulaciones se realizaron pruebas de aceptación de consumidor y de panel de catación, adicionalmente se realizaron pruebas de panel de intensidad del amargo en la bebida de café con

leche. Las formulaciones de café con leche seleccionadas de estas pruebas se concentraron por evaporación al vacío hasta un 25 y 35 % sólidos totales y se secaron por atomización para obtener el producto en polvo.

De las pruebas sensoriales se encontró que las mezclas de café tostadas al 17% de pérdida de peso en la tostación presentan la mejor impresión global. Las formulaciones más aceptadas por el consumidor fueron las que contienen un 40% café y un 60 % de leche. El mejor perfil sensorial lo obtuvo la formulación 40- 60 % volumen de café y leche, que contiene una mezcla de café verde 50 - 50 % (defectos-bueno) con una pérdida de peso en la tostación del 17%. De las pruebas de intensidad en el amargo se clasificaron las siguientes categorías:- amargo aceptable: para todas las mezclas de café sobresalió la formulación 40-60 (café - leche) como la más aceptable con una pérdida de peso del 17% en la tostación.- amargo pronunciado: en esta categoría se encontraron las formulaciones 50-50 (café-leche) para la mezcla 50-50 (defectos-bueno) al 16 % de pérdida de peso en la tostación como la de amargo más pronunciado, - amargo muy pronunciado: correspondió a todas las mezclas de café con la formulación 60-40 (café-leche) en los puntos 16 y 17 % de pérdida de peso en la tostación.

De acuerdo con los resultados de las pruebas sensoriales para el extracto de café y las formulaciones se seleccionó el tratamiento compuesto por una mezcla de café almendra 50-50 (defectos - bueno), con una pérdida de peso del 17% en la tostación y una formulación 40-60 % volumen de café y leche.

Para la fase de producción del soluble se encontró que el rendimiento obtenido durante el secado se ve influido por la concentración y por la temperatura de secado. Los mayores rendimientos se han encontrado a un 25 % de los sólidos totales y 170 °C, la solubilidad para los tratamientos evaluados es de 40 segundos.

La humedad final del producto obtenido es de 2,3%. Los solubles empacados se almacenarán para evaluar la estabilidad el producto por medio de pruebas sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas.

EXTRACCIÓN DE CLOROANISOLES Y CLOROFENOLES DE CAFÉ ALMENDRA.

En este informe se presentan las pruebas preliminares realizadas para la extracción de clorofenoles y cloroanisoles en café almendra por el método de *Likens Nickerson* en lo relacionado con el establecimiento de parámetros de la extracción como temperatura de la muestra (café), del solvente de extracción (diclorometano) y del dedo frío por el cual circula un refrigerante (etilenglicol). Se mencionan además las condiciones de temperatura utilizadas para la concentración mediante el uso de una microcolumna de destilación fraccionada *Vigreux* y se muestran las condiciones de corrida de los perfiles cromatográficos para los patrones de calibración preparados a partir de clorofenoles y cloroanisoles.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A ESCALA DE LABORATORIO.

Durante este año se experimentó en 3 reactores anaerobios de columna, adicionando nutrientes a las aguas residuales del lavado de café. Se utilizó úrea a razón de 22 g/kg DQO en el primero de los reactores, DAP a razón de 19 g/kg DQO en el segundo y sulfato de amonio a razón de 7 g/kg DQO en el tercero, con el fin de equilibrar las necesidades de N, P y S de los microorganismos anaerobios en cada uno de los reactores. Para encontrar los valores de úrea, DAP y sulfato de amonio necesarios se realizó un balance de materia apoyado en la caracterización físico-química de las aguas residuales del lavado del café.

Los valores de carga orgánica máxima admisible en los reactores, cumpliendo con el decreto-ley 1594 de 1984, después de un monitoreo diario durante 143 días, fueron de 2,76 kg DQO/m³r-día para el reactor suplementado con úrea, de 2,30 kg DQO/m³r-día para el reactor suplementado con DAP y de 2,00 kg DQO/m³r-día para el reactor suplementado con sulfato de amonio.

Posteriormente se realizó una experimentación, por triplicado, adicionando los nutrientes al agua

residual de lavado (se utilizaron 10.2 g úrea, 19 g de DAP y 7 g de sulfato de amonio/kg DQO) para equilibrar las necesidades de N, P y S de los microorganismos anaerobios. Los 3 reactores se monitorearon diariamente, durante 198 días y se encontró una carga orgánica máxima media admisible en los reactores de 3,73 kg DQO/m³r-día, cumpliendo con las exigencias del decreto-ley 1594 de 1984. Los costos de tratamiento se mantuvieron en US\$ 0,025/kg DQO removido. La eficiencia metanogénica media para los reactores operando a temperatura ambiente, sustrato ácido y suplementados con 3 nutrientes, durante 198 días de seguimiento y con un incremento de carga de 0,05 a 3,83 kg DQO/m³r-d fue de 0,195 m³ CH₄/kg DQO.

Se mantuvo, durante estos últimos 395 días, la altura de lodos metanogénicos en los reactores 2 y 3 y se incrementó, por primera vez, la altura de lodos en el reactor 1, en un 25,5%.

POSTRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES A ESCALA DE LABORATORIO.

Se experimentó con tratamientos terciarios para disminuir la carga orgánica, los sólidos y mejorar las características de los efluentes del beneficio tratados en los reactores anaerobios y así minimizar su impacto biológico. Se utilizaron plantas acuáticas y microorganismos aerobios para su depuración. En ambos casos se logró remover más del 90% de la carga orgánica contenida en el efluente de los reactores anaerobios, en tiempos de retención de 7 días, bajando los valores de carga orgánica por debajo de 100 ppm de DQO para una entrada a los postratamientos de 1000 ppm. De esta forma los postratamientos se proyectan como una acertada solución para minimizar o evitar el pago de tasas retributivas por la disposición de las aguas residuales de lavado de café.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A ESCALA DE PLANTA PILOTO.

En el reactor de la planta piloto se ha logrado aplicar una carga orgánica media de 2,28 kg

DQO/m³r-día, y se han obtenido efluentes con características que cumplen con el decreto-ley 1594 de 1984 sobre vertimiento de residuos líquidos, operando con sustrato ácido a temperatura ambiente, después de 360 días de monitoreo diario.

SISTEMAS MODULARES DE TRATAMIENTO ANAEROBIO DE AGUAS RESIDUALES DE BENEFICIO DE CAFÉ.

Durante el presente período se diseñó e instaló un sistema modular de tratamiento anaerobio **SMTA** en la finca la Francia, Armenia Quindío, cuya producción anual es de 400@cps/año. Dicha infraestructura consta de 3 reactores hidrolíticos de 1000 litros c/u, recámara en mampostería y dos reactores metanogénicos de 500 litros c/u.

El costo de la obra fue de US\$ 497 dólares americanos (611 mil pesos colombianos), lo que corresponde a una inversión de US\$1,24/@cps, valor que duplica la inversión estimada para módulo SMTA de una finca que produce 1500@cps/año (US\$0,5/@cps), lo que pone de manifiesto el aumento del costo de sistemas de tratamiento de aguas residuales para fincas con producciones inferiores a las 1500@cps/año.

Se diseñó un sistema de tratamiento parcial de los residuos del beneficio del café producidos en la subestación La Catalina, el cual tiene como principal objetivo complementar las prácticas ambientales que se tienen en materia de manejo de residuos y producir biogas para generar energía que permita la cocción de los alimentos de la subestación. Para tal fin se adaptó un biodigestor convencional el cual operará con las siguientes características: TRH: 23,5 días, carga: 2 kg DQO/m³.d, [DQO] entrada : 47000 ppm. El biodigestor tiene un volumen total de 7,52 m³ (25% fase gaseosa y 75% fase líquida) y se espera producir un total de 2,2m³ de biogas por día (38%V/V) que permita encender dos hornillas de la cocina durante siete horas al día. Las condiciones de operación de este sistema trataron cerca del 33% de la contaminación total que generan las aguas residuales del beneficiadero de café de la Catalina.

También se supervisó el arranque de la planta de tratamiento de aguas residuales diseñada por Cenicafé para Industrias Aliadas S. A. En el momento la planta trata un total de 20m³/día y todo el efluente del sistema se utiliza en riego en las áreas destinadas a jardines de la empresa.

DECRETO 901 Y RESOLUCIÓN 0273 DEL 1 DE ABRIL DE 1997 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE.

Se asesoró técnicamente a la Gerencia Técnica y los Comités Departamentales de Cafeteros en lo referente al Decreto 901 y Resolución 0273 del 1o de abril de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente, sobre el pago de tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de vertimientos puntuales.

CONTRATO 082-94 DE COOPERACIÓN INSTITUCIONAL CONSEJO BRITÁNICO-FEDERACAFÉ.

En lo referente al Contrato 082-94 de Cooperación Institucional Consejo Británico-Federacafé, se monitoreó el arranque del sistema GBH instalado en la Fundación Manuel Mejía para el tratamiento de las aguas negras, y se observó una excesiva acumulación de finos de arena en la recámara construida a la entrada del filtro de gaviones, lo mismo que en los lechos de gravilla sembrados con el material vegetal, lo que impide el flujo del agua a través de los mismos. Las plantas utilizadas en los GBH (*Typha angustifolia*) fueron sembradas en diciembre de 1996 y aparentemente llevan un desarrollo normal a excepción de aquellas que están localizadas en la parte de los lechos que presentan colmatación. A pesar de lo anterior, el sistema ha mostrado remociones de la DQO y DBO5 superiores al 90%, destacándose la remoción en los lechos de gravilla y plantas.

Por otro lado la remoción de coliformes supera el 99% de la carga microbiana que entra al sistema, destacándose la remoción en la laguna donde los coliformes totales se reducen desde 38x10⁷ a 12x10² NM/100ml, y los coliformes fecales 76x10exp2 a 38 NM/100ml, lo que

representa remociones del 99,5 y 99,9% respectivamente.

MODELAMIENTO CINÉTICO DEL PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIO HÚMEDO DE CAFÉ.

El presente estudio fue llevado a cabo en el Laboratorio de Biodigestión anaerobia de CENI-CAFE. Se utilizó un reactor anaerobio tipo UASB/UAF₁₁ diseñado para estudios de laboratorio del tratamiento de las aguas residuales de la etapa de lavado (ARL) del proceso de beneficio húmedo del café (PBHC). El sistema UASB/UAF₁₁ consistía de un cilindro fabricado en acrílico, con una relación h/D = 4,88 y una capacidad de 32.04 l. El tiempo de retención hidráulico se fijó en 24h. con una bomba peristáltica Watson Marlow modelo 501U. El estudio fue llevado a cabo a una temperatura de 36°C para lo cual se introdujo el reactor en un baño termostatzado cuya temperatura fue fijada en 36,5 ± 0,5 °C con un baño circulador de inmersión Julabo modelo PC/4, el cual calentaba el 40% de la parte inferior del reactor. El 60% del volumen total del reactor UASB/UAF₁₁ lo constituyó un manto de lodos anaerobio de flujo ascendente, UASB, y un filtro anaerobio, UAF que ocupó el 11% del volumen total del reactor y estaba ubicado en la parte superior del mismo.

El manto de lodos UASB se preparó con borra de café, subproducto de la Fábrica de Café Liofilizado ubicada en esta misma población. La concentración inicial del lodo fue 100 g ST/l reactor, lodo que había sido inoculado previamente con estiércol de ganado vacuno a razón de 1,5 g SSV/l reactor al cual se le agregaron: úrea 0,163 mg/g borra seca, fosfato diamónico (DAP) 0,963 mg/g borra seca y sulfato de amonio 0,934 mg/g borra seca, y, neutralizándose luego la mezcla con solución concentrada de NaOH. El 69% de los ST del lodo correspondían a SSV. El filtro anaerobio, UAF, estaba constituido por anillos de polietileno de baja densidad (0,925 g/cm³), empacados al azar, con una longitud de 4 centímetros, un diámetro interior de 2,54 centímetros, un espesor de 3 milímetros y con una área específica de

171m²/m³ , originándose un medio filtrante con una porosidad del 78%.

Las ARL provenían del beneficio húmedo convencional de café *Coffea arabica L*, procesado por fermentación natural. Las características del efluente mostró la siguiente relación: DQO : ST : DBO: NTK = 76 : 47 : 46: 1. La acidez titulable de este residuo a pH 7,5 estuvo comprendida entre 69 y 187 mg NaOH/g DQO. La concentración original del agua residual fue 29400 ppm, concentración obtenida con la tecnología del lavado de café en tanques de fermentación, desarrollada en CENICAFE.

Para llevar a cabo el arranque del reactor UASB/UAF₁₁ se necesitaron 161 días en los cuales se aplicaron cargas comprendidas entre 0,3 hasta 5 kg DQO/m³-d y durante el cual las ARL fueron neutralizadas dos veces al día con NaOH 9,6 N. Durante este período se observaron respuestas en el líquido efluente tales como pH entre 6,12 y 6,90, alcalinidad a pH 5,75 entre 180 y 757 mg CaCO₃ / l y relaciones de alcalinidad entre 0,84 y 0,42. Después del arranque y durante 385 días se llevó a cabo la etapa de aclimatación a sustrato ácido, objeto del presente estudio. Durante esta etapa el residuo se utilizó tal como se obtiene del PBHC: No se neutralizó ni se adicionó ningún reactivo químico para balancear. Se aplicaron cargas comprendidas entre 0,3 y 3 kg DQO/m³-d, con características en el líquido efluente tales como pH entre 4,67 y 7,31 alcalinidad a pH 5,75 entre 0 y 688,30 mg CaCO₃ / l, relaciones de alcalinidad entre 0,04 y 1,00 y una producción de metano a condiciones normales entre 0,0162 y 1,1149 m³ CH₄ / kg DQO aplicado.

Para la generación del modelo cinético se obtuvieron ocho puntos de estado estable, cada vez que la carga se incrementaba en 0,3 kg DQO/m³-d. Se obtuvo una relación lineal entre la demanda química de oxígeno del líquido afluente y la tasa específica de crecimiento que se ajustó a la siguiente expresión: $\mu = 5,833 \cdot 10^{-7}(\text{DQO}_{\text{aflu.}}) + 3,036 \cdot 10^{-5}$ con un coeficiente de correlación de 0,97. Esta ecuación se corroboró con los datos experimentales de otros sistemas UASB/UAF₁₁ operados en Cenicafé, presentándose un buen ajuste de dichos datos al modelo generado.

TRATAMIENTO HIDROPÓNICO DE AGUAS NEGRAS PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES RURALES.

En el presente trabajo se realizó el seguimiento y la evaluación durante el arranque del prototipo de la planta de tratamiento de aguas residuales del personal de la Fundación Manuel Mejía, implementando el sistema de tratamiento biológico Gravel Bed Hydroponic (GBH) en el que se valida la utilización de la especie vegetal *Typha angustifolia* como parte esencial del tratamiento secundario. El proyecto se llevó a cabo de acuerdo con el convenio de cooperación interinstitucional entre la Federación de Cafeteros de Colombia y el Consejo Británico.

El estudio comprende 12 meses de seguimiento , durante los cuales se analizaron las etapas de: construcción de la obra civil, trasplante de la especie vegetal, puesta en operación y evaluación del sistema en funcionamiento. La metodología empleada consistió en: observaciones permanentes sobre el cultivo y muestreos compuestos cada 15 días, caracterización fisicoquímica y microbiológica según los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales de la APHA, los cuales analizados y ordenados estadísticamente mostraron los perfiles de las concentraciones para cada una y todas las variables en el sistema de tratamiento.

Finalmente se encontró que el sistema presentó remociones superiores al 90% en materia orgánica y 99 % en microorganismos coliformes y alta eficiencia en general. Se encontraron para la unidad GBH las mayores eficiencias en la remoción de carga contaminante (más del 60 % del material total biodegradable). La mayor previsión en la implementación de estos sistemas de tratamiento es la remoción de los sólidos finos sedimentables antes de que ingresen al sistema con el afluente, lo anterior, se debe hacer considerando la presencia de arenas, que son arrastradas por las aguas lluvias y colmatan un importante volumen de la unidad GBH.

Compostaje estático y utilización de la lombriz roja *Eisenia fetida* Savigny, a nivel piloto, para el aprovechamiento de los subproductos del beneficio húmedo del café.

Durante el período correspondiente a este informe, se terminó el contrato para la explotación agroindustrial de la lombriz roja en la Central de Beneficio Ecológico de Anserma, suscrito entre Cenicafé, la Cooperativa de Caficultores de Anserma y dos Lombricultores Comerciales (Bioagro de Colombia y el Lombricultivo Mi Jardín). Se analizó la información recogida en dos años de la investigación y se presentó el informe final correspondiente. De acuerdo con el análisis técnico-económico, el sistema de lombricultura en camas de ladrillo y cemento, utilizado en los galpones manejados por Cenicafé y Mi Jardín, presentó ventajas sobre el sistema en cajas plásticas (Bioagro), principalmente en cuanto a los productos obtenidos (lombricompuesto e incremento de lombrices), facilidad de la operación y mano de obra requerida.

La producción total de lombricompuesto húmedo (80% humedad) para el sistema en camas fue mayor (17,5 y 16,1 ton, Cenicafé y mi Jardín respectivamente) que para el que utilizó cajas (7,8 ton). Además, para este último sistema se encontró un incremento neto de biomasa de lombrices de 8,3 kg (3,32%), mientras que para el sistema en camas se obtuvo un incremento neto de 171 kg (90,96%) y 205 kg (99,51%) para Mi Jardín y Cenicafé respectivamente. De acuerdo con el contrato con los lombricultores, a la Cooperativa correspondió la mitad de los productos.

En este mismo período, se evaluó un ciclo de producción para el lombricultivo que quedó en la Central de Anserma, como utilidad, después de la terminación del contrato. De la misma manera, se evaluó el funcionamiento del lombricultivo de Cenicafé, ubicado en la Granja (Chinchiná). Para el lombricultivo de la Central, la densidad inicial de lombrices fue 3,00 kg/m² (CV=16,2%), lográndose al final del ciclo (8,3 meses) una densidad de 5,82 kg/m² (CV=21,2%), con un incremento en biomasa de lombrices de 101,31% en promedio. La producción de lombricompuesto húmedo (80% humedad) fue en promedio de 243 kg/m² (CV=14,8%), equivalente a 853 kg/m³ (CV=14,4%), con un rendimiento en la conversión del sustrato en lombricompuesto, en base seca, del 62,49% (CV=17,0%). En términos de velocidad de producción se obtuvo en promedio 0,97

kg/m²-día (CV=14,8%), equivalente a 3,41 kg/m³-día (CV=14,4%).

Para el lombricultivo ubicado en La Granja, la densidad final de lombrices fue 4,25 kg/m² en promedio (CV=53,1%), después de 2,3 años de multiplicación. La producción de lombricompuesto húmedo (80% humedad) fue en promedio de 305,5 kg/m² (CV=19,0%), equivalente a 898,5 kg/m³ (CV=15,6%), con un rendimiento en la conversión del sustrato en lombricompuesto, en base seca, del 53,2% (CV=19,6%). En términos de velocidad de producción, se obtuvo en promedio 0,36 kg/m²-día (CV=19,6%), equivalente a 1.07 kg/m³-día (CV=15,2%).

APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS GENERADO EN LA BIODIGESTIÓN ANAERÓBIA DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ.

El objetivo general de la investigación es utilizar el potencial energético del biogás producido durante la biodigestión anaerobia de las aguas residuales del beneficio húmedo del café, para calentar el afluente en el proceso de biodigestión, con el fin de mejorar su eficiencia; y aprovecharlo también en otros usos, por ejemplo como fuente alterna de energía para el secado del café o a nivel doméstico en cocción de alimentos o en iluminación. Se preparó el perfil del experimento y se escribió el documento respectivo. Se revisó la metodología experimental con la Disciplina de Biometría. Actualmente se encuentra en trámites, para su próxima presentación ante el Comité Coordinador de Investigación de CENICAFE.

ENSILAJE DE LA PULPA DE CAFÉ.

Se logró ensilar pulpa de café fresca, proveniente de un despulpado sin agua, durante 4 años en silos-fosa, estibada en costales de fibra, la cual se utilizó para el cultivo de la lombriz roja y de hongos comestibles del género *Pleurotus* con resultados excelentes. A esta pulpa se le realizó un seguimiento para caracterizarla físico-química

y microbiológicamente. Los resultados mostraron, tanto a los 2 años como a los 4 años, que la pulpa ensilada presenta un incremento en los contenidos de cenizas, grasas, proteínas, fibra, nitrógeno, Ca, Mg, Fe, Mn, B y Cu y un decremento en el E.L.N. y K al compararla con la pulpa fresca. Los incrementos en el contenido de fibra y los decrementos en el contenido de potasio que presenta la pulpa de café ensilada favorece y hace más selectivo al sustrato para ser utilizado en el cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus*. Las pérdidas ocurridas en el proceso de ensilaje de la pulpa fueron del orden del 23,5% en base húmeda y del 22,5% en base seca.

Durante el proceso de ensilaje, a los 8 días se registran los valores más altos en el recuento de bacterias lácticas y de aerobios mesófilos y los valores más bajos de coliformes totales.

CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES CON PULPA ENSILADA.

Con la utilización de la pulpa ensilada en el cultivo de los hongos comestibles se disminuye en un 31,5% el volumen de agua necesario para la adaptación de 1 kg de sustrato, pasando de 1,08 l/kg a 0,74 l/kg.

En el cultivo de los hongos sobre pulpa ensilada se han encontrado las máximas eficiencias biológicas de las investigaciones realizadas en el Centro. Se encontraron eficiencias biológicas del orden del 82,15% y del 72,53% para las cepas de *Pleurotus sajor-caju* y *Pleurotus ostreatus* adaptadas previamente en el laboratorio en medios de cultivo naturales a base de los subproductos del café y del 69,03% y 67,10% para las mismas cepas cultivadas *in vitro* en Extracto de Malta Agar.

Los rendimientos del cultivo de *Pleurotus sajor-caju*, adaptada en medios naturales a base de subproductos del café, sobre pulpa de café ensilada fueron del orden de 6,96 kg/m² y su producción superior en un 10% a las encontradas en febrero de 1997 y en un 50% a las encontradas en septiembre de 1993.

Se realizaron los respectivos balances de materia correspondientes al cultivo de las 2 cepas de

Pleurotus sobre pulpa de café ensilada y el residuo del cultivo se utilizó para la alimentación de la lombriz roja, finalizando de esta manera las investigaciones relacionadas con el ensilaje de la pulpa y el cultivo de hongos comestibles.

CULTIVO DE HONGOS COMESTIBLES EN PULPA FRESCA.

Se realizó un estudio del cultivo de los hongos *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kumm y *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing. sobre pulpa de café proveniente de un despulpado sin agua. La pulpa fue fermentada anaeróbicamente durante 10 días utilizando una relación de 1,08 litros de agua/kg de pulpa fresca. Para la producción del blanco se realizó una adaptación bioquímica (ya que los hongos tienen proenzimas, que son enzimas que sólo se activan en presencia de los sustratos adecuados); de las dos cepas en estudio en medios de cultivo naturales a base de subproductos del café (pulpa y pergamino), al igual que se corrió un patrón utilizando el medio comercial a base de Extracto de Malta Agar (EMA).

Durante la fase de adaptación anaerobia del sustrato se aislaron del agua de cobertura los microorganismos *Geotrichum*, *Candida*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* y bacilos Gram positivos. Durante la fase de adaptación bioquímica tanto en los medios naturales como el comercial se aislaron hongos contaminantes de los géneros *Penicillium*, *Aspergillus* y *Cladosporium*. El sustrato se inoculó con el blanco de las especies de los hongos del género *Pleurotus* a una tasa de 1,8% en base húmeda y se colocó a incubar tanto en condiciones ambientales como en condiciones controladas de humedad y de temperatura. Todos los tratamientos en condiciones controladas se contaminaron con los hongos *Geotrichum* y *Penicillium*, impidiendo este último el asentamiento de las cepas de *Pleurotus* en el sustrato, por lo que se desmontó el cultivo. Bajo condiciones ambientales se presentó contaminación del sustrato con el hongo *Geotrichum*, pero este no impidió el normal desarrollo de las cepas de *Pleurotus*.

La precocidad para la cepa de *Pleurotus ostreatus* fué de 21 días cuando se adaptó bioquímicamente a los medios naturales y 20 cuando se adaptó en el medio comercial y para la cepa de *Pleurotus sajor-caju* fue de 23 y 24 días, respectivamente. Las eficiencias biológicas medias alcanzadas en el cultivo a condiciones ambiente fueron del 76,34% para la cepa de *Pleurotus sajor-caju* adaptada en el medio control, seguida de esta misma cepa adaptada en medios naturales, con un valor del 74,59%, *Pleurotus ostreatus* en el medio control, con un valor de 68,98% y de esta última adaptada en los medios naturales, con un valor de 57,76%.

Los rendimientos del cultivo fueron del 6,55 y 6,40 kg de hongos frescos/m² de sustrato para la cepa de *Pleurotus sajor-caju* adaptada en el medio control y en los medios naturales, respectivamente y del 5,92 y 4,96 kg de hongos frescos/m² de sustrato para la cepa de *Pleurotus ostreatus* adaptada en el medio control y en el medio natural respectivamente.

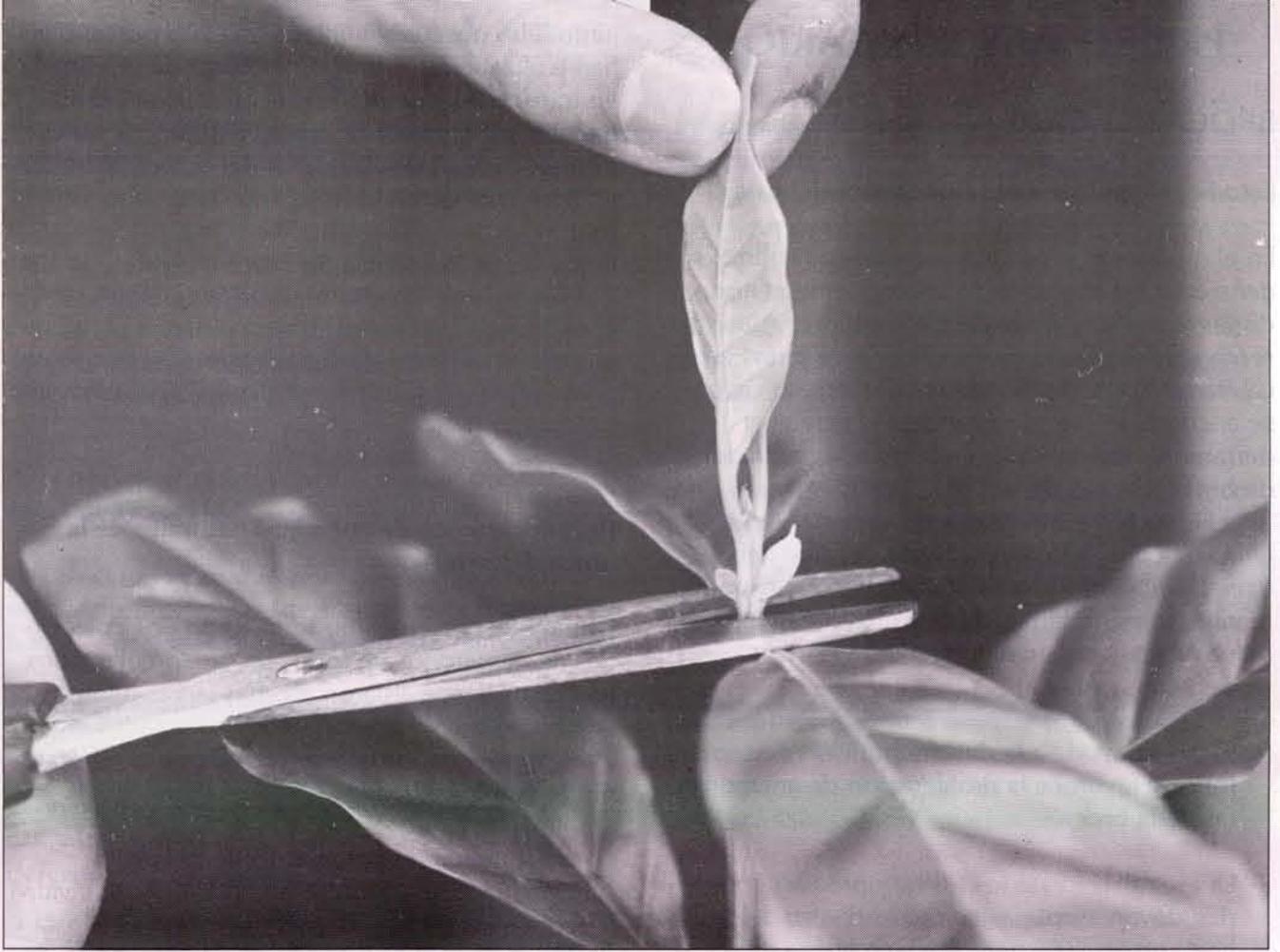
Se realizó una caracterización fisico-química del sustrato fresco, sustrato de siembra y el sustrato

residual, con el fin de estudiar la asimilación del sustrato por parte de las cepas y proyectar la utilización del sustrato residual. Durante la fase de fructificación no se encontraron hongos contaminantes, pero sí se encontró un Coleóptero depredador, de la familia crisolmelidae ocasionando daño a los carpóforos.

FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO DE BIODIGESTIÓN.

Durante el año se realizaron análisis fisicoquímicos de los afluentes y efluentes de cada uno de los reactores híbridos UASB/UAF, y de los sistemas de post tratamiento, esto con el fin de hacer un seguimiento y analizar si están en el rango permisible por la Ley colombiana sobre vertimiento y obtener información para el análisis de las investigaciones respectivas.

Se hicieron análisis a pulpa de café fresca, ensilada, sustrato residual y aguas de prensado pertenecientes al experimento del cultivo de hongos *Pleurotus* en pulpa de café.



BIOLOGÍA

emprende las investigaciones orientadas al estudio de las variedades, selecciones y tipos de café en cuanto a adaptabilidad, a condiciones de clima, alta producción, resistencia a plagas y enfermedades y calidad del grano. Se estudia el efecto de los factores climáticos, de nutrición y de manejo en los procesos fisiológicos en el crecimiento y producción del cafeto. Se hace el reconocimiento y clasificación de las enfermedades y plagas que afectan al café y los mejores métodos prácticos y equipos para combatirlas. Se realizan estudios sobre las técnicas de cultivo de tejidos, citogenética y biología molecular del café.

PROBLEMAS SANITARIOS

BROCA DEL CAFÉ

Estudios de poblaciones de la broca del café.

En el monitoreo mediante trampas en Naranjal se definieron los períodos de máxima emergencia y dispersión y la relación de éstos con períodos secos y lluviosos. Se midió la caída de frutos en cafetales de diferentes edades durante un ciclo y se encontró que a mayor edad del cafetal el derrame es mayor y por ende mayor generador de broca.

Una vez concluido que la broca del café debe manejarse en el suelo se continuaron los experimentos sobre tratamiento de frutos brocados con pulpa fresca y con urea y quedó en claro lo siguiente:

- La pulpa ayuda a la descomposición de estos frutos y favorece la proliferación de antagonistas de la broca.
- La urea deshidrata los frutos y produce mortalidad de larvas, pupas y adultos dentro del fruto hasta en un 50% pero también afecta a los antagonistas de la broca.
- La mezcla de pulpa más urea produce efectos complementarios cuando se aplica la pulpa y encima la urea.
- El efecto en el cafetal va a depender en alto grado de la exposición de los frutos brocados, de manera que en un cafetal donde la cobertura sea densa, el efecto del tratamiento se minimiza.
- Se trató de medir el efecto del sombrío sobre la incidencia de broca del café y no se aprecia una buena correlación, más bien se observa que un sombrío moderado no favorece a la broca del café.

Se continúa llevando los registros de incidencia de la broca del café en 40 parcelas de 50 plantas cada una y se observa con muy buena consistencia que las parcelas más atacadas son las ubicadas

junto a un bosque y también en estas parcelas se han realizado las más altas capturas de hembras en tránsito. Se encontró una correlación aceptable entre el número de brocas capturadas semanalmente en 40 trampas y los aguaceros entre 10 y 20 mm caídos en los días anteriores al registro.

Registros de incidencia de broca del café en árboles trampa dejados en lotes zoqueados demostraron la bondad de esta práctica al conseguir un incremento de infestación hasta de un 80% en estos árboles 15 días después del zoqueo.

Reconocimiento de enemigos naturales de la broca del café.

Durante el presente año se hicieron dos colecciones de nematodos en frutos del suelo colectados en Naranjal y se aislaron algunas larvas muertas encontradas en frutos brocados colectados en lotes no asperjados que se entregaron al laboratorio de patología.

En la búsqueda de predadores de la familia Anthororidae se encontraron en vainas de dividivi (*Caesalpinia* spp.) cocones de la avispa de Costa de Marfil, la cual se hallaba parasitando larvas de falsa broca *Hypothenemus obscurus*. Esta falsa broca fue registrada en frutos de café en Rionegro, Santander, hacia 1934 por lo cual debería seguirse la pista en búsqueda de sus controladores naturales que podrían servir para regular poblaciones de *Hypothenemus hampei*.

Mejoramiento y ampliación de la información sobre la biodiversidad representada en la colección de artrópodos de Cenicafe.

Se elaboró un catálogo taxonómico inicial de las especies que están representadas en la Colección, a esto se suma la sistematización de la información concerniente a cada una de las especies. De esta manera se tiene una visión global del material que hace parte de la Colección, el cual está constituido por 4350 especímenes, 15 ordenes, 109 familias y 396 especies identificadas, este material proviene en su mayor parte del café y cultivos asociados (frutales o sombrío) ya sea como plagas o benéficos.

La implementación del Sistema de Evaluación por Niveles ha hecho posible establecer prioridades en el crecimiento de la colección, el 55% del material está organizado y listo para ser visto por el especialista, el otro 45% está identificado hasta género o especie. El 15% del material de la colección ha hecho parte de publicaciones o reportes y se constituye en la información más valiosa, representada en moscas de las frutas, mariposas diurnas, escarabajos y hormigas, los cuales han sido el resultado de investigaciones realizadas en Cenicafé.

Reconocimiento de la mirmecofauna presente en áreas de Cenicafé.

La colección se realizó por muestreo manual utilizando principalmente frascos aspiradores y pinzas. Los especímenes fueron debidamente preservados en alcohol al 70% y se montaron en punto. En el laboratorio de Entomología de Cenicafé, fueron caracterizadas morfológicamente las hormigas e identificadas en su mayoría hasta género con base en claves taxonómicas para obreras. Las hormigas se ubicaron en la Colección de Insectos de Cenicafé (CIC).

Se encontraron especímenes de todas las subfamilias registradas para el neotrópico, además de una registrada para el neártico. En total se obtuvieron 47 especies agrupadas en 25 géneros y 7 subfamilias. En general se observa una tendencia de las hormigas por los ambientes arborícolas y una alta explotación del medio lo cual muestra la importancia de estos insectos en la transformación de energía en los ecosistemas.

Se concluyó que la riqueza de hormigas encontrada en ésta área es un indicativo de la potencialidad del país en biodiversidad, lo cual debe servir como estímulo a estudios que complementen el conocimiento de estos insectos con el fin de obtener mejores beneficios.

Método de infestación en campo para estimar la población de la broca del café en campo durante un período de cosecha.

Se ha concluido hasta el momento que es posible mantener diferentes niveles de infestación en un

lote y calcular las poblaciones del insecto, lo que hace posible determinar un nivel de daño económico. Altas densidades de población, aumentan la probabilidad de infestación de frutos verdes, lo que disminuye la eficiencia de la recolección. En el suelo se encontraron en promedio 3,2 brocas/fruto, la recolección de estos no se considera en el MIB. Se recomienda realizar una recolección buena y rigurosa en los últimos pases de cosecha, cuando la población de broca se concentra en pocos frutos, para interrumpir el ciclo biológico del insecto y evitar la caída de los frutos al suelo.

Ventajas y desventajas de un método mecánico para la recolección de frutos de café del suelo.

Se presenta un informe de las ventajas y desventajas de la máquina corta-césped tipo deslizador (Flymo L47) y el desarrollo de una técnica de recolección mecánica de los frutos caídos. Las máquinas motorizadas evaluadas fueron de tipo deslizador y portátil. Se concluyó de este ensayo que las condiciones bajo las cuales funciona la máquina "sopladora" estarían en contra de la conservación del suelo, además sería antieconómico desarrollar esta práctica, otro punto en contra de esta labor estaría en la conservación de malezas nobles. La recuperación de frutos del suelo fue mínima, aún después de barrido el terreno, esto en comparación con la cantidad de frutos evaluados en el plato de los árboles. El uso de la máquina corta-césped presentó dificultades por las condiciones difíciles de pendiente, hojarasca y desuniformidad del suelo; estas como tal no son recomendables para operaciones rutinarias en la finca. Sin embargo, cada máquina presentó varias ventajas que se deben estudiar en más detalle, para determinar si fuera posible rediseñarlas o utilizar otros modelos, según las necesidades del caficultor; se recomienda evaluar una aspiradora más potente que levante la hojarasca y los frutos, separando cada uno de estos y reteniendo únicamente los frutos.

Evaluación a nivel de laboratorio de materiales para descomponer los frutos en el suelo.

Se realizaron evaluaciones a nivel de laboratorio de algunos materiales para descomponer los

frutos que han caído al suelo y se estimó su efecto en el desarrollo de la broca. Se concuyó que los materiales que presentaron un menor promedio de brocas/fruto a los 30 días después de realizada la aplicación fueron el boro y la pulpa fresca, presentando diferencias estadísticas significativas ($P > F = 0,004$) con respecto a los demás materiales evaluados. La urea mostró el promedio más bajo de brocas/fruto después del boro y la pulpa fresca, esta fue seleccionada para realizar los posteriores tratamientos en campo. El boro fue descartado para su evaluación en campo, debido a la toxicidad que este producto representa. En cuanto al porcentaje de almendras que germinaron y se descompusieron se obtuvo un mejor resultado con la urea (58%).

ENTOMOPATÓGENOS

Producción, formulación y aplicación a bajo y ultra bajo volumen del hongo *Beauveria bassiana* contra la broca del café.

Se adelantaron ocho experimentos básicamente sobre el efecto de las esporas aplicadas en formulaciones y gotas. Fue determinada la viscosidad de 13 aceites, nueve minerales y cuatro emulsificantes y se seleccionó dos, codificados como K y C, para preparar la formulación base de aceite para aplicación de las esporas de *B. bassiana* a bajo y ultra bajo volumen. Los dos aceites fueron seleccionados porque su combinación permitió obtener una mezcla de siete centipoids (CPS) necesaria para la aplicación a bajo y ultra bajo volumen y fueron de fácil consecución en el mercado y no causaron fitotoxicidad al árbol de café y permitieron la sobrevivencia de las esporas de *B. bassiana* por más un año de almacenamiento con niveles superiores al 60 % de germinación.

Se realizaron diferentes experimentos para evaluar el modo como la broca entra en contacto con las esporas del hongo *Beauveria bassiana*. Se asperjaron brocas colocadas en platos de petri, con un simulador de aspersión aplicando 70 gotas / cm^2 sobre 1, 2 y 4 brocas / cm^2 . La probabilidad de hacer blanco en ellas fue muy baja. Igualmente se asperjaron frutos con diferente cubrimientos de gotas 5, 10 y 20 cm^2 y también

los resultados de la infestación sobre los frutos fue muy baja.

Por estos resultados se evaluó el método de crear depósitos residuales de esporas sobre superficies tratadas. Se evaluó el vidrio y hojas de café como superficies tratadas y como tiempos de exposición 1, 10, 20 y 30 minutos acorde con el tiempo que tarda la broca en campo en encontrar un fruto para atacarlo. Entre las superficies de exposición no se encontraron diferencias significativas, por lo que se seleccionó la hoja de café que es más representativa de las condiciones de campo para continuar con los experimentos. Como el mejor tiempo de exposición se encontró 30 minutos. Sin embargo por no encontrarse diferencias significativas entre los tiempos de exposición evaluados se seleccionó un minuto para los trabajos posteriores de evaluación de formulaciones, volúmenes de aplicación y cubrimiento.

En un minuto de exposición en promedio una broca pudo entrar en contacto con 6791 esporas formuladas en agua y 5250 en aceite. Valores que son 272 y 210 veces menores, respectivamente, en agua y en aceite, la DL50 encontrada evaluando una dosis de 1, 10, 100 y 1000 esporas / cm^2 . El tiempo promedio de mortalidad de la broca con las aplicaciones en gotas presentaron una prolongación que fue inversamente proporcional a la dosis y llegó a alcanzar 6.5 días con 1000 esporas / cm^2 y 12 días con 100 esporas cuando se aplicó en aceite.

En un experimento final en el que se evaluó en bioensayo el efecto de la formulación, el volumen de aplicación y el cubrimiento, solo se encontraron diferencias significativas entre las formulaciones y los volúmenes de aplicación. La mayor mortalidad se obtuvo con un litro de volumen con valores similares para todas las formulaciones, y en el análisis de separación de medias no se presentaron diferencias significativas.

En las evaluaciones de campo se aplicaron esporas formuladas en aceite con el equipo de aspersión Motax y en los resultados se encontró que la máxima mortalidad (52,55) fue obtenida con la formulación K+C. Cabe destacar que la aplicación

fue hecha en el mes de Julio cuando predomino una fuerte sequía en la zona cafetera central.

Eficacia en campo de *Beauveria bassiana* en mezcla con insecticidas utilizados en el control de la broca.

Se evaluó la mortalidad causada por los insecticidas pirimifos metil, clorpirifos, fenitrothion y endosulfan (1Lt/Ha), aplicados sólo y en mezcla con *B. bassiana* ($1,26 \times 10^{10}$ esporas/árbol) con un equipo PPR (Triunfo 40 100 10), en las fechas 22/VIII/ 1996, 19/ IX/ 1996, 2/ XI/ 1996, 8/ II/ 1997. Diseño completamente al azar con arreglo factorial aumentado de tratamientos 4×2 , más dos testigos; mediante la disección de frutos a los 3 y 15 días después de las aplicaciones, se determinó el número de adultos vivos, muertos y su posición en el fruto. La diferencia entre tratamientos se estableció a través de comparaciones estadísticas de rango múltiple (Tukey 5%).

Al estudiar la distribución de la mortalidad en los tratamientos se encuentra que es muy variable y alta para los insecticidas y las mezclas de estos con el hongo, en contraste con la causada por *B. bassiana*. El porcentaje de mortalidad por micosis, aunque pequeña, es mayor a los 15 días, sugiriendo esto que deberá establecerse un período de evaluación para el hongo mucho más amplio. Hubo una humedad relativa alta que podría favorecer la micosis, aunque en la zona cafetera durante el día se presentan diferencias térmicas entre la planta y el aire circundante (38-40°C), temperatura que puede causar un retardo en la micosis. Además la radiación solar, la supervivencia de la espora, germinación y penetración son también factores importantes.

La asociación del hongo-insecticida no asegura una mortalidad total superior a aquella obtenida con el componente más activo (inseticida); ya sea que se escoja como criterio micosis, septicemia o intoxicación; estos resultados pueden indicar mutua incompatibilidad, p. e., el hongo es inhibido por el tóxico, pero aquel a su vez detoxifica al químico. Al tratar de hacer un paralelo entre los efectos de los insecticidas *in vitro* (viabilidad) y en campo (mortalidad), se encontró que Sumithion, Actellic, Lorsban y Thiodan, inhiben en orden

descendente y que esto aumenta con el tiempo. Lo mismo se podría extrapolar en el campo, los tratamientos insecticidas e insecticidas + *B. bassiana* causaron similares mortalidades, donde no se encuentra una clara mortalidad causada por el sinergismo. La dificultad de estos ensayos yace en la selección de dosis de *B. bassiana* e insecticidas que maten algo pero no toda la población blanco, así que el efecto sinérgico pueda ser evaluado cuidadosamente, además indican que se debe utilizar una formulación con protectantes solares o asilamientos resistentes a luz UV que exhiban p. e. pigmentos melanizantes, como también resistentes a temperatura.

Efecto de aplicaciones al suelo de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de la broca en época de zoqueo.

Tanto para *B. bassiana* como para *M. anisopliae*, muestran que no hubo diferencias significativas entre tratamientos para las variables: infección por los hongos sobre adultos de broca capturados en trampas, viabilidad en el suelo a través del tiempo e infección por los hongos sobre adultos de la broca expuestos a muestras de suelo de las parcelas experimentales. Los porcentajes de infección ocurridos sobre la broca en trampas fluctuaron entre el 5% y 95% para *B. bassiana* y entre 0 y 40% para el lote donde se asperjó *M. anisopliae*, independiente al número de aplicaciones recibidas. Los porcentajes de infección en el tratamiento testigo fue un gran inconveniente al momento de establecer comparaciones con los tratamientos, debido a la presencia de *B. bassiana* en forma previa sobre los frutos brocados de las plantas desramadas, incluso donde se asperjó *M. anisopliae*.

La recuperación de colonias de los dos hongos a partir del suelo asperjado se hizo hasta finalizar los muestreos; sin embargo, este parámetro no fue suficiente para determinar la dinámica de los hongos en este caso específico, ya que no se detectaron tendencias en cuanto al incremento o decrecimiento del inoculo asperjado.

La patogenicidad sobre adultos de broca expuestos al suelo de las parcelas experimentales, tampoco presentó un patrón de ataque de acuerdo con

la frecuencia de las aspersiones, hallándose un máximo de mortalidad de 40% por *B. bassiana* y 10% por *M. anisopliae*.

Los resultados para la segunda parte del experimento, muestran niveles de infección durante los 5 primeros días posterior a la caída de frutos entre $22,4\% \pm 1,95$ y $30,5\% \pm 1,7$ para *B. bassiana* y entre $9,3\% \pm 1,3$ y $11,3\% \pm 1,3$ para *M. anisopliae*, observándose un decrecimiento para ambos entomopatógenos hasta los 25 días, tiempo después del cual, la infección se incrementó nuevamente con ambos hongos hasta niveles similares a los alcanzados durante los primeros días $23,8 \pm 1,8$ y $8,1 \pm 1,3$ para *B. bassiana* y *M. anisopliae* respectivamente. Posterior a los 25 días se observó de nuevo un decrecimiento en esta variable $7,1\% \pm 2$ para *B. bassiana* y $4,4\% \pm 1,37$ para *M. anisopliae* sin presentar diferencias significativas con respecto al testigo. La actividad de los hongos entomopatógenos en el suelo denominada microconidiación o formación de propagulos en microciclos, ha sido registrada y ocurre posiblemente debido a la acumulación de esporas infectivas sobre los insectos atacados, que provoca nuevas infecciones sobre posteriores ataques de broca y que permite la permanencia de los hongos en este hábitat o a factores aún desconocidos.

La lluvia, las características físicas de los suelos de la subestación y la forma de la preparación de los hongos, son aparentemente las causas que no permitieron, en primer lugar observar claramente el efecto de cada uno de los tratamientos en el ensayo del zoqueo, debido a la lixiviación de esporas a capas más profundas. De la misma manera para la cosecha principal ocurrió algo similar, no permitiendo que se hubiesen presentado niveles superiores de infectividad. Algunas recomendaciones podrían hacerse para los diferentes casos de estructuras y características físicas de los suelos donde se vayan a aplicar. Para suelos franco-arenosos, las aplicaciones podrían hacerse en forma sólida. Para el caso contrario, podrían aplicarse en forma de aspersión. En época de lluvias en que hay aumento en la emergencia de adultos, estos hongos deberían aplicarse en forma sólida para prevenir que ocurra esta lixiviación.

Estudio patogénico y morfológico de aislamientos de *Metarhizium anisopliae*

Se evaluó la patogenicidad y germinación de 51 aislamientos de *M. anisopliae* existente en la micoteca de Entomología de Cenicafé y se seleccionaron aquellos aislamientos con porcentajes de patogenicidad y germinación mayores o iguales al 80%; de los cuales doce fueron seleccionados para el estudio de la caracterización morfológica. Este estudio incluyó la evaluación del crecimiento radial de las colonias, producción de esporas en los medios de cultivo SDA (Saboraud dextrosa agar) y AAB (Agar agua con broca macerada al 0.96%), producción de sinemas, color, producción y difusión de pigmento sobre el medio de cultivo y aspecto de las colonias.

Los resultados referentes a las variables germinación y patogenicidad, permiten afirmar que no existe correlación directa entre estos dos parámetros; es así como el aislamiento Ma 9601 con un porcentaje de patogenicidad de 100% presenta una germinación de $41,5\% \pm 3,8$ y el aislamiento Ma 9211 con un porcentaje de germinación mayor del 50% ($94,5 \pm 3,2$) posee una patogenicidad de $47,5\% \pm 10,9$; los resultados de estas dos variables confirman la hipótesis de trabajo, en cuanto a que existen diferencias patogénicas entre los aislamientos.

Las evaluaciones de la variable crecimiento radial presentaron similitudes en cuanto al comportamiento fisiológico, presentándose inicialmente la fase de latencia manifestada por la elongación de tubos germinales seguida por una fase de crecimiento acelerado aumentando su diámetro en 5mm-10mm, lo cual se observó hasta los 17 días después de la inoculación, posteriormente se presentó una fase de crecimiento lento, creciendo de 1mm-2mm en cada medición; la cepa Ma 9227 alcanzó el mayor diámetro (93,5mm) en menor tiempo comparado con las otras aislamientos (27 días).

Con respecto a los parámetros morfológicos, se observó una amplia variación en las características de las diferentes aislamientos, las cuales presentaron diversidad de aspectos siendo estos algodonosos, aterciopelados o pulvulentos; el

aspecto de la colonia esta relacionado con la proporción de micelio, ya que cuando este es mayor a la producción de esporas su aspecto es algodonoso, de la misma manera, si la proporción de esporas es superior su aspecto será pulvulento lo cual concuerda con lo encontrado por Brady en 1988 al afirmar que cuando la colonia esta ligeramente esporulada por lo general es algodonosa. En cuanto al color, los aislamientos mostraron una diferente gama de colores que variaron entre tonos amarillos a verdes en diferentes intensidades, que permiten confirmar la hipótesis planteada sobre la diversidad genética de *M. anisopliae* en relación a estas características morfológicas.

La formación de sinemas se evidenció en algunas de los aislamientos, estos se formaron aproximadamente de los 15-20 días posteriores a la inoculación del medio; cualidad que debe tenerse en cuenta para la producción de un bioinsecticida con capacidad de dispersión en condiciones naturales. La producción de pigmento sobre el medio SDA sin acidificar, solo ha sido observada en cinco de los doce aislamientos seleccionados (Ma9003, Ma 9201 y Ma9212, Ma9235, Ma 9234), al mismo tiempo se observó su difusión en agar, tomando una pigmentación amarillo intenso en el envés de las cajas de petri.

En relación a la producción de esporas se encontraron mayores recuentos en el medio SDA comparándolo con el medio AAB, excepto para el aislamiento Ma 9210 el cual presentó una mayor producción de esporas en AAB y el aislamiento Ma9303 presentó similitud en la producción de esporas para SDA y AAB.

Caracterización molecular de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

Se optimizó la metodología para la obtención de micelio, extracción de ADN y reacciones de amplificación. Ésta metodología se puede utilizar para posteriores trabajos de biología molecular de estos hongos. Como resultado se implementaron los siguientes procedimientos:

Para la obtención de micelio se sembró el hongo en cajas de petri con agar broca y se incubó por 10 días a una T° promedio de 25 °C y HR del 80%. De estas cajas se tomaron conidios y se inocularon 20 ml del medio GYM. Estos cultivos se incubaron en agitación a 25°C durante 5 días. El micelio se recolectó por filtración al vacío. Éste se liofilizó por 24 horas. y se almacenó a -20°C hasta la extracción de ADN total.

En la extracción de ADN se utilizó una modificación del método con bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB). Se pesaron 50mg del micelio liofilizado y se maceraron con N₂ líquido. Se agregaron 5 ml de la solución de extracción e incubó en baño maría por 1 hora a 60°C. Se extrajo 2 veces consecutivas con cloroformo:isoamilalcohol. Por centrifugación se recuperó la fase acuosa. El ADN se precipitó con 0,54 V de isopropanol y se colectó por centrifugación. Éste se resuspendió en buffer TE y se adicionó RNasa. Se hizo un lavado de la fase acuosa con 1/4 V de acetato de amonio y el ADN se precipitó con el doble volumen de etanol absoluto. El precipitado se resuspendió en 100 l de buffer TE. Para el análisis del ADN extraído se evaluó la pureza, concentración e integridad.

Para las reacciones de amplificación se optimizaron las concentraciones de cada uno de los elementos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), utilizando estas condiciones de amplificación con iniciadores RAPD, se observaron patrones polimórficos entre aislamientos de *M. anisopliae*.

Estandarización de un procedimiento para la evaluación enzimática de aislamientos de *Beauveria bassiana*, para el control de la broca del café.

Durante este período se estandarizó un procedimiento para la evaluación enzimática con base en criterios de selección relacionados con el sustrato de cultivo, el tipo de preparación del hongo y el tiempo de cultivo de éste, en los cuales se obtuviera la mayor producción enzimática. Para tal propósito se llevaron a cabo tres actividades, en las cuales se evaluaron diferentes **sustratos**: Caldo

Sabouraud Dextrosa (CSD), Agua Destilada (AD) y Agua Destilada más Macerado de Broca adulta recién emergida (0,96 g/100ml) (ADMB), proveniente de la unidad de cría de Cenicafé; diferentes **preparaciones del hongo**: suspensiones celulares (micelio y conidias) (SC), extractos metabólicos (EM) y suspensiones sometidas a ultrasonido (60 Hertz) (SU), durante 10 y 30 minutos y diferentes **aislamientos**: cinco aislamientos con respuesta de patogenicidad a la broca del café diferente, *Bb* 9014 (39,9%), *Bb* 9015 (50%), *Bb* 9116 (45%), *Bb* 9028 (76,6%) y *Bb* 9307 (18,3%). Se emplearon **Tiempos de cultivo** que fluctuaron entre los tres y quince días. En cada uno de los medios y tiempos de evaluación se inocularon tres recipientes de cultivo de cada aislamiento y se llevaron a agitación orbital a 100 rpm, para la evaluación enzimática en el sistema comercial API ZYM.

Los resultados obtenidos en la primera actividad mostraron una menor respuesta enzimática del extracto metabólico del hongo con respecto a la suspensión celular de éste, por lo cual se seleccionó esta última preparación para la evaluación enzimática. En la actividad 2 se seleccionó el medio agua destilada más macerado de broca como el mejor sustrato de crecimiento del hongo para la realización de las pruebas enzimáticas. Con respecto al tiempo de cultivo del hongo, se observó que a medida que aumenta el tiempo de incubación de los aislamientos, disminuye su actividad enzimática. Por tal razón, se seleccionó como óptimo un tiempo de cultivo entre 5 y 8 días para la evaluación enzimática. Los resultados permitieron la adopción de una metodología confiable para la evaluación enzimática cualitativa y cuantitativa de aislamientos del hongo *B. bassiana* en sustratos que incluyen la broca, insecto sobre el cual se dirige el control.

Caracterización bioquímica cualitativa de aislamientos de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* de la colección de hongos entomopatógenos de cenicafé.

Se realizó una evaluación enzimática cualitativa de algunos de los aislamientos de *Bb*, procedentes del huésped original (HO) y reactivados a través de la broca del café (RB), mediante la

utilización del sistema comercial Api-zym y el uso de sustratos sólidos y se caracterizaron los demás aislamientos de los hongos *Bb* y *Ma* de la colección, según las metodologías estandarizadas para la determinación enzimática, en este laboratorio. Para tal propósito, se tomaron 10 aislamientos de *Bb*, procedentes del huésped original (HO) y reactivados a través de la broca del café (RB) y fueron sometidos al procedimiento adoptado, con el fin de evaluar el efecto de la transferencia a través de la broca en su comportamiento enzimático. Adicionalmente y de acuerdo a los criterios establecidos, se realizó la caracterización de 35 aislamientos de *Bb* y 19 de *Ma*, estos últimos con un porcentaje de patogenicidad a la broca del café mayor del 80%.

En general, se observó que los aislamientos RB mostraron una mejor respuesta enzimática en un menor tiempo de reacción. Fue así como en el sistema comercial Api-zym, los aislamientos procedentes del HO presentaron algún nivel de actividad para 7 de las 19 enzimas evaluadas y una vez fueron reactivados sobre la broca, se observó actividad enzimática en 10 de las 19 enzimas probadas. En la evaluación enzimática utilizando sustratos sólidos, se encontró que los aislamientos de HO *Bb* 9022, 9023 y 9213 presentaron respuesta variable a la producción de quitinasa, así mismo, el aislamiento *Bb* 9213 mostró respuesta variable en la producción de lipasa. Sin embargo, luego de su reactivación estos aislamientos presentaron una respuesta positiva en las dos pruebas. Los resultados confirman la importancia de realizar estudios de caracterización de aislamientos, una vez se hayan reactivado sobre el insecto de interés.

En el proceso de caracterización de los demás aislamientos de estos hongos, se destacan los aislamientos del hongo *B. bassiana*: *Bb* 9001, *Bb* 9020, *Bb* 9029, *Bb* 9203, *Bb* 9217, *Bb* 9316, *Bb* 9409, y *Bb* 9502, que presentaron actividad enzimática en la mayor parte de los sustratos, en el sistema comercial Api-zym. En cuanto a la caracterización enzimática del hongo *B. bassiana* en la metodología de sustratos sólidos, se presentaron respuestas similares en la mayor parte de los aislamientos para la utilización de los sustratos Citrato, Quitina, N-acetil glucosamina, Urea y Extracto de levadura y para la producción de las

enzimas Lipasas, Esterasas y Proteasa en el sustrato a base de caseína; la única diferencia se presentó para la producción de Proteasa en el sustrato a base de gelatina en la cual sólo se presentó reacción de los aislamientos *Bb* 9001, *Bb* 9007, *Bb* 9020 y *Bb* 9203. Los aislamientos 9222, 9220, 9209 y 9303 del hongo *M. anisopliae* mostraron una mejor actividad enzimática en la mayor parte de los sustratos evaluados, en el sistema comercial Api-zym. La caracterización enzimática de los aislamientos de *M. anisopliae* en la metodología de sustratos sólidos mostró una respuesta similar a la obtenida con los aislamientos del hongo *B. bassiana*, excepto en la prueba de Citrato. No se observó respuesta de ninguno de los aislamientos evaluados de *Bb* y *Ma* en los sustratos Almidón, Lactosa, Lanolina y Glucosamina. Los resultados presentados corresponden a tendencias observadas en la evaluación enzimática, sin embargo, la información se encuentra aún en proceso de análisis.

La caracterización realizada presenta un potencial de aislamientos con una buena asimilación de sustratos como fuentes de carbono y nitrógeno y una buena actividad enzimática, para ser usados en el control biológico de la broca del café.

Mortalidad de la broca del café por efecto de un aislamiento de *Beauveria bassiana* resistente a la luz ultravioleta.

En el presente estudio, se realizó una evaluación en campo del aislamiento *Bb* 9218 del hongo *B. bassiana*, seleccionado en laboratorio por resistencia a 60 minutos de exposición a la LUV, frente a dos testigos, uno de ellos consistía en el mismo aislamiento no irradiado y un testigo absoluto, en el cual no se realizó la aspersión del hongo. Para tal fin, se seleccionó un lote de café variedad colombiana de 38 meses de edad, con una distancia de siembra de 1,50 x 1,50 m, en la subestación experimental "La Catalina", Departamento de Risaralda. La variable de respuesta fue el porcentaje promedio de mortalidad de broca por acción del hongo *Bb* en el total de brocas muertas (PBMHM%), al cabo de tres tiempos de evaluación (8, 15 y 30 días). La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 4 árboles con borde simple, donde se tomó el árbol central

como parcela efectiva y se evaluaron 3 tratamientos, cada uno con 9 unidades experimentales. El porcentaje promedio de brocas muertas del total de la población evaluada fue de 14%. El análisis de varianza mostró efecto de tratamientos en los tiempos de evaluación 8 y 30 días. La prueba de Tukey al 5% para la primera evaluación (8 días) mostró diferencias a favor del tratamiento *Bb* 9218 RLUV 60 minutos, con un PBMHM% del 67% y a su vez los promedios de PBMHM% de los dos testigos fueron iguales estadísticamente con 9 y 11% respectivamente. En la última evaluación los PBMHM% de los tratamientos *Bb* 9218 RLUV 60 minutos y *Bb* 9218 no irradiado fueron iguales estadísticamente con 71 y 77% respectivamente y ellos a su vez diferentes del testigo absoluto (29%), a favor de los primeros. La mayor proporción de brocas muertas por efecto del hongo fue observada a los 30 días de evaluación. Cabe resaltar que el mayor efecto de mortalidad de la broca se atribuye a la acción del hongo *B. bassiana*.

Los resultados obtenidos confirman la importancia de realizar un proceso de selección previa en el laboratorio de aislamientos de estos hongos entomopatógenos a utilizar en programas de manejo integrado de la broca. Dicha selección asegura una mayor eficiencia en el control de poblaciones de este insecto, por una mayor tolerancia al efecto adverso de la radiación ultravioleta, factor determinante en el éxito de estos agentes biológicos en el campo. En trabajos futuros se proyecta evaluar en condiciones de campo el efecto de mortalidad sobre la broca del café de estos aislamientos seleccionados en laboratorio, por resistencia a diferentes períodos de exposición a la luz ultravioleta, previamente formulados.

Cuantificación de la actividad de las enzimas fenoloxidasas, n-acetilglucosaminidasas y quitinasas de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* patógenos a *Hypothenemus hampei*.

En la realización de este estudio se utilizaron los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bb9205) y *Metarhizium anisopliae* (Ma9401). Se prepararon cutículas de broca con tetraborato de potasio al 1% y con S.D.S al 1% posteriormente

se molieron y se inocularon las cutículas con una concentración de $1,7 \times 10^7$ esporas/ml. Se realizaron con estos hongos cualificación y cuantificación de actividad enzimática para fenoloxidasa, N-acetilglucosaminidasa y quitinasa. Se utilizaron sales basales en el medio de cultivo, y se utilizó N-acetilglucosamina como fuente de carbono y nitrógeno en un buffer fosfato 0,05M llevado a pH 6,6. Todo el sistema se esterilizó por filtración en membranas Millipore 0,2 μ m, y se ajustó a pH 6,6. Se utilizaron concentraciones de inoculó de $1,7 \times 10^7$ e/ml de cada uno de los hongos entomopatógenos en el medio de cultivo y se llevó a agitación a 150 r.p.m a 27,5°C. Todo el montaje se llevó a cabo en una cámara de flujo laminar para evadir los contaminantes. A las 48 horas de cada erlenmeyer se tomaron volúmenes de sobrenadantes y se colocaron en viales previamente esterilizados, se centrifugaron a 10000g por 30 minutos a 4°C y los sobrenadantes se almacenaron a -20°C. Los sobrenadantes se liofilizaron y se diluyeron en los respectivos buffer de actividad, se pasaron por membranas de peso molecular. Posteriormente se les determinó actividad enzimática, finalmente se realizaron ensayos para cuantificar la actividad específica observándose que los sobrenadantes liofilizados y pasados por membranas de peso molecular presentan mayor actividad específica que los liofilizados y no pasados por membranas de peso molecular.

Se utilizaron patrones de proteínas teniendo en cuenta el método de Bradford para cuantificar proteínas totales. Con este procedimiento se cuantificó actividad específica para la enzima fenoloxidasa de Bb9205. Se determinó semicuantitativamente N-acetilglucosaminidasa para *B. bassiana* y Ma 9401; cualitativamente se determinó quitinasa para Ma 9401 y Bb 9205. La actividad específica para *B. bassiana* fue de 160UI / mg de proteína en 1ml de sobrenadante pasado por membranas de peso molecular. La actividad específica para Bb 9205 fue de 4,8 UI/mg de proteína en 1 ml de sobrenadantes liofilizados y no pasados por membranas de peso molecular.

Cuantificación de la actividad de las enzimas lipasa y proteasa producida por los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

La enzima β -N-acetilglucosaminidasa es producida por el hongo *M. anisopliae* Ma9401 en el medio de fosfato de potasio monobásico 1,0 g/l, sulfato de magnesio heptahidratado 0,5 g/L, sulfato de zinc heptahidratado 1 mg/l, cloruro de manganeso tetrahidratado 0,02 mg/L, N-acetilglucosamina 0,5% en buffer MES 0,05 M pH 6,0 inoculado a la concentración final de 3×10^6 esporas/ml. La metodología usada para la cuantificación de la actividad requiere estandarizar las condiciones de concentración de la enzima, concentración del sustrato y el tiempo de incubación debido a que las concentraciones de p-nitrofenol producidos no cumplen con la ley de Lambert y Beer. La metodología usada es la siguiente: en un tubo microcentrifuga de 1,5ml se tomó 0,100 mL de sobrenadante del cultivo, 0,500 mL de buffer de citrato- Na_2HPO_4 0,05M pH 5,0 y 0,1ml de 0,025M de p-nitrofenil-N-acetil- β -D-glucosaminida 1,46 mM. La reacción hidrolítica fue llevada a 37°C por 30 y 60 minutos y al completarse este tiempo se adicionarán 0,5ml carbonato de sodio 1 M. Posteriormente la mezcla fue centrifugada y se tomó 1 ml de sobrenadante. La lectura en el espectrofotómetro a 400 nm frente al blanco de reacción. Las enzimas lipasa, proteasa estearasa, β -N-acetilglucosaminidasa, fosfatasa ácida, naftol-A-S-BI-fosfohidrolasa, alfa-galactosidasa y beta-galactosidasa son producidas por el hongo *M. anisopliae* 9236 en el medio que contiene extracto de levadura 0,2% , peptona 1%, dextrosa 2%, aceite de oliva 4%(v/v), sulfato de magnesio en una concentración de 1mM inoculado con 100 μ l de una suspensión de 10^7 esporas/ml el día quinto. La enzima lipasa fue detectada usando el sustrato p-nitrofenillaureato.

Esporulación, germinación y patogenicidad de cultivos monoespóricos de *Beauveria bassiana* sin reactivar (SRB) y reactivados en la broca del café (RB).

Este experimento se realizó con el fin de evaluar en una población de cultivos monoespóricos, la estabilidad de las características patogenicidad, germinación y capacidad esporulativa, a través de subcultivos. Para éste propósito, se tomó un aislamiento multiespórico de *Beauveria bassiana*, Bb 9205, patogénico a la broca del café, *Hypothenemus hampei*, y se obtuvieron dos fuentes

multiespóricas y de cada una de éstas se evaluaron cultivos monoespóricos frente a multiespóricos.

Se encontró que la población de los cultivos monoespóricos, presentó un comportamiento más heterogéneo con respecto a los cultivos multiespóricos, para cada una de las variables evaluadas. En cuanto a los países SRB y RB, los cultivos monoespóricos presentaron una relativa estabilidad cuando son subcultivados artificialmente y a través del hospedante. Lo anterior confirma lo reportado en otras especies de hongos, en el sentido que la población original de monocultivos es muy variable, pero presentan un alto grado de estabilidad a través de los países sucesivos. Así mismo, es posible asumir que el efecto de los subcultivos *in vitro* varía entre especies de hongos, presentando una alteración en la virulencia y/o agresividad hacia el hospedante. Por último, a pesar que los monocultivos no presentaron una relación directa entre la mortalidad y los otros parámetros evaluados, éstos presentaron características de germinación o esporulación óptimas para ser empleados en el control de la broca, lo cual permite seleccionarlos con características de importancia para propósitos de producción comercial en el control de plagas de importancia económica en el café y otros cultivos, así como también para la obtención de recombinantes con propiedades relevantes en programas de mejoramiento de cepas.

Evaluación de subcultivos de *Beauveria bassiana* provenientes de cultivos monoespóricos.

Este experimento se encuentra en ejecución y pretende evaluar el comportamiento de cultivos monoespóricos a través de sus células hijas, con el fin de observar la expresión de las características parentales. Los resultados han mostrado que, las características de patogenicidad, germinación y esporulación evaluadas en los monocultivos, no tienen continuidad ni uniformidad en su descendencia. Sin embargo, aun cuando las células hijas no conservan las características parentales, es importante conocer la estabilidad de estas expresiones, a través de países sucesivos, en razón que se obtuvieron mortalidades por encima del 90% con respecto a la célula madre (70%).

Siendo el hongo *B. bassiana* el principal componente dentro del programa manejo integrado de broca y debido a la variación que presenta en cuanto a su eficiencia biológica sobre la broca del café, posiblemente atribuida a la naturaleza multiespórica del cultivo, es importante continuar con la caracterización de los cultivos monoespóricos bien sea bioquímica o molecularmente, o a través de propiedades como resistencia a luz ultravioleta, tolerancia a altas temperaturas, comportamiento patogénico, germinativo y esporulativo, con el fin de observar una posible disminución en la variación de las características presentes en los aislamientos y por ende seleccionar el tipo de cultivo más apropiado para el control de la broca en el campo.

Pruebas de obtención y fusión de protoplastos de los entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

Debido a los problemas en la identificación exacta de los productos de fusión cuando los aislamientos paternos de tipo silvestre son usados como pareja de fusión, se debe considerar un sistema de selección que permita el conocimiento de características particulares de cada parental y su virulencia a la broca del café, indispensable para el mejoramiento de cepas. Por lo anterior se hace necesario mejorar las técnicas de laboratorio para la obtención y fusión de protoplastos. Con este propósito se obtuvieron 14 monocultivos a partir de los aislamientos seleccionados previamente en el laboratorio de entomología de acuerdo a sus características de resistencia a altas temperaturas y a la luz ultravioleta, los cuales han sido conservados en glicerol para pruebas posteriores. Las modificaciones hechas a la técnica de obtención de protoplastos y la utilización del proceso de purificación nos permitió recuperar una buena concentración de protoplastos ($4,2 \times 10^5$ protoplastos / mililitro).

Los cuales se pudieron regenerar en los medios MMS y CMS.

Caracterización morfométrica de los aislamientos de *Beauveria bassiana*.

En el presente año se completó la información pertinente a la caracterización morfométrica de

los aislamientos de *B. bassiana* existentes en la colección de Cenicafé. Las variables evaluadas fueron: tasa de crecimiento radial en 30 días de cultivo, tamaño promedio de las esporas y producción promedio de esporas. En cuanto a la producción promedio de esporas por aislamiento se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos, observándose la mayor producción de esporas para el aislamiento Bb-9502, seguido del aislamiento Bb-9308. En cuanto al tamaño de las esporas de los aislamientos se encontró que el 97,04% de la población evaluada tiene un tamaño de esporas que oscila entre 2,0 y 3,0 micras. Con algunas diferencias entre aislamientos y entre un mismo aislamiento lo cual conduce a reafirmar que esta característica no es relevante para hacer diferenciación entre aislamientos de una especie, pero puede ser importante en la diferenciación de géneros, como lo han reportado Leger *et al*, 1982. La variable crecimiento radial presentó un ajuste lineal con un valor de $R= 0,99\%$. La mayor tasa de crecimiento para el día 30, fue presentada por el aislamiento Bb-9403 con 8,006 cm seguido por los aislamientos Bb-9409 y Bb-9418 con 7,32; y 6,50 cm. Se presentaron diferencias significativas entre aislamientos a un nivel de significancia del 5%.

Patogenicidad de *Beauveria bassiana* hacia la broca del café.

Se complementó la información pertinente a la patogenicidad de 32 aislamientos de *B. bassiana*, provenientes de Brasil, Tailandia, Filipinas, Canadá y Colombia y obtenidos parasitando insectos de los ordenes: Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Homoptera y Lepidoptera, con el propósito de seleccionar los aislamientos que presenten un porcentaje de mortalidad superior al 80%, en un tiempo inferior a 4,5 días. La mayor patogenicidad la presentó el aislamiento Bb9202, con 95% de mortalidad. En general se observó que la patogenicidad es independiente del hospedero y de la localidad de la cual proviene el aislamiento. Es posible que la mayoría de los aislamientos de *B. bassiana* puedan provocar altas mortalidades de broca si permanentemente se proporciona al hongo el sustrato requerido para desarrollarse e inducir un paquete enzimático específico.

Así mismo, se evaluó la patogenicidad de 4 aislamientos de *B. bassiana* (Bb9007, Bb9009, Bb9015 y Bb9205) provenientes de diferentes ordenes de insectos después de ser subcultivados en medio con broca macerada, con el propósito de determinar si la patogenicidad puede conservarse o puede ser incrementada. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas para los cuatro tratamientos antes y después de ser cultivados en este medio. Esto permite inferir que *B. bassiana* puede ser mantenido en medio de cultivo en presencia del sustrato broca logrando así aumentar la patogenicidad. También se pudo establecer que después de transferir el aislamiento Bb9205 10 veces (5 meses) en el medio con broca macerada, la patogenicidad de éste se mantiene entre 87,5% y 100% con un tiempo promedio de mortalidad inferior a 3,7 días.

Efecto de nematodos entomopatógenos sobre la broca del café.

La investigación se centró en las siguientes actividades: 1) búsqueda de nematodos entomopatógenos en la zona central cafetera; 2) efecto patogénico de tres aislamientos de nematodos entomopatógenos (*Steinernema galserie*, *Steinernema carpocapsae* y *Heterorhabditis bacteriophora*) sobre larvas de *H. hampei* y 3) evaluación de la patogenicidad del nematodo *H. bacteriophora* sobre larvas de *H. hampei*.

Las actividades realizadas en laboratorio mostraron diferencias significativas entre los aislamientos utilizados y el control, siendo los aislamientos más patogénicos *S. glaserie* y *H. bacteriophora* los cuales presentaron los mayores porcentajes de mortalidad (86,7 y 83,2 % respectivamente), mientras que *S. carpocapsae* presentó el menor porcentaje de mortalidad sobre larvas de *H. hampei* (69,9 %). En relación con la evaluación de la patogenicidad de *H. bacteriophora* sobre larvas de *H. hampei* se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos, adicionalmente se observó una relación directamente proporcional entre la mortalidad y el tiempo de evaluación, igual comportamiento se presentó entre las dosis y los porcentajes de mortalidad.

Evaluación comparativa de la actividad amilolítica de los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae*.

Se evaluó la actividad amilolítica de 13 aislamientos de *B. bassiana* y 11 de *M. anisopliae* provenientes de diferentes ordenes de insectos, recién reactivados sobre *H. hampei* y cultivados en medio líquido YPG (levadura 0,5%, peptona 1%, glucosa 2%); al cual se le adicionó almidón soluble al 0,5%. El aislamiento de *B. bassiana* que presentó la mayor actividad enzimática amilasa fue Bb9217 con 13,6 UAE total y de *M. anisopliae* fue el Ma9216 con 13,6 UAE total. Se encontraron diferencias significativas entre especies de hongos y entre aislamientos a un nivel de significancia del 0,05%. Estos resultados permiten inferir que los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* pueden inducir una cascada enzimática específica, dependiente del huésped que esté atacando, y que seguramente la mayoría de los aislamientos de *B. bassiana* y *M. anisopliae* son potenciales controladores de la broca si estos permanentemente se van reactivando sobre *H. hampei*. La información generada en este experimento se complementará con la obtenida en la caracterización morfométrica realizando para ello un análisis multivariado el cual permitirá seleccionar los aislamientos de *B. bassiana* más promisorios para el control de la broca del café en condiciones de campo.

Control de calidad a formulaciones de hongos entomopatógenos.

Durante el período octubre de 1996 a septiembre de 1997, se realizaron 73 pruebas de control de calidad a formulaciones de hongos entomopatógenos utilizados para el control de la broca del café. Estas muestras fueron recibidas de laboratorios comerciales, cooperativas y caficultores que las producen en sus propias fincas. Se prestó 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.

En el presente informe se consolidan los resultados de calidad obtenidos desde 1.992, cuando se

inicio el programa de manejo integrado de broca, en el cuál se incluyó la utilización de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Hasta la fecha se han recibido en total 497 muestras. De los productos analizados el 25% correspondieron a productos industriales formulados en inertes (polvo mojable, microtalco estéril, tierra de diatomáceas, tierra filtrante, lactosa peptona), el 59% fueron producidos en arroz, en forma artesanal y sin mayores procesos de transformación, el 8% producciones en SDA (Sabouraud Dextrosa Agar) realizadas para enviar a los laboratorios productores de hongos entomopatógenos y para realizar experimentos de la disciplina. El 8% restante fueron productos recibidos en forma ocasional.

Para el análisis estadístico se tuvieron en cuenta las variables más relevantes en cuanto a calidad biológica como son: Concentración de esporas/gramo, porcentaje de germinación a las 24 horas, porcentaje de mortalidad y tiempo promedio de mortalidad (días). El mayor promedio para la variable concentración de esporas de *B. bassiana*, lo presentó el producto Conidia wg ($5,2 \times 10^{10}$ e/g) aunque presentó una gran variabilidad con rangos desde $6,8 \times 10^8$ a $5,2 \times 10^{11}$ e/g, seguido de Brocaril (liofilizado) ($4,3 \times 10^{10} \pm 5,7 \times 10^{10}$ e/g). Con el hongo *M. anisopliae* los mayores promedios se presentaron con Destruxin ($6,8 \times 10^9 \pm 8,1 \times 10^9$) seguido por la cepa cenicafé ($4 \times 10^9 \pm 3,6 \times 10^9$) producido en arroz.

El producto de *B. bassiana* con mayor porcentaje de germinación fué Brocaril (liofilizado) ($95,79 \pm 5,4$) seguido por Boveria BC500 ($94,63 \pm 5,04$) producido en arroz. Con *M. anisopliae* los promedios más altos se presentaron con la producción en SDA ($99,18 \pm 1,0$) seguido por la cepa cenicafé ($91,31 \pm 6,2$) producido en arroz.

El producto de *B. bassiana*, que presentó el mayor porcentaje promedio de mortalidad fué Brocaril (liofilizado) $91,56 \pm 10,87$ con un tiempo promedio de mortalidad de $4,5 \pm 0,8$ días, seguido por la Cepa cenicafé producido en arroz ($81,49 \pm 18,27$) con un tiempo promedio de mortalidad de $4,7 \pm 0,8$ días. Los mayores promedios para *M. anisopliae* fueron obtenidos con la producción en SDA(botella) $81,87 \pm 12,80$, con un tiempo promedio de $5,3 \pm 0,5$ días, seguido por la Cepa

Cenicafé (79,33 ± 20,30) con un tiempo promedio de mortalidad de 4,4 ± 0,6 días.

Los aislamientos Bb9205 y Ma9236, utilizados como patrón de referencia presentaron los siguientes promedios: para *B. bassiana*, concentración de esporas $5 \times 10^9 \pm 1,3 \times 10^{10}$, germinación 87,56 ± 12,93, mortalidad 89,22 ± 11,08% con un tiempo promedio de 4,9 ± 0,7 días; para *M. anisopliae*, concentración de esporas $6,1 \times 10^9 \pm 5,4 \times 10^9$; germinación 98,36 ± 1,5; mortalidad 80,5 ± 15,94% con un tiempo promedio de 4,1 ± 0,4 días.

Es importante resaltar el interés tanto de productores como de caficultores por incluir dentro del manejo integrado de la broca, productos a base de hongos entomopatógenos, sin embargo los resultados muestran la gran variabilidad que existe aún en estos productos, sobre todo en concentración de esporas. Las casas comerciales deben identificar los parámetros donde se presentan mayor variabilidad, con el fin de que puedan mejorar sus productos y ofrecer al caficultor un insumo más estable.

Estandarización de una técnica de extracción de enzimas digestivas de la broca de café.

Las amilasas son enzimas presentes en el tracto digestivo de la broca de café, con una activa participación en el desdoblamiento del alimento ingerido por el insecto. En virtud de lo anterior estas enzimas se constituyen en un blanco importante de ataque con inhibidores específicos; de forma que se logre disminuir significativamente el impacto dañino de éste insecto sobre el grano de café. En el presente informe, se muestra que la enzima tiene un pH óptimo de 5,0 al cual se expresa la máxima actividad. El valor de pH óptimo encontrado para la amilasa *H. hampei* esta dentro del rango reportado para otros coleopteros.

Así mismo, los resultados muestran que la temperatura óptima para la enzima es de 40 °C, y que por fuera de éste valor su actividad disminuye considerablemente. El peso molecular de la enzima, determinado por SDS-PAGE, esta por debajo de 19 kD. Estudios conducentes a definir

el pH a lo largo del tracto digestivo tanto de adultos como de larvas de *H. hampei*, han mostrado que la porción anterior y media del intestino tiene un valor aproximado de 5,0 y la porción posterior estaría próxima a 5,5. Estos resultados si bien son propios para coleopteros, se están confirmando con mayor exactitud.

Hasta la fecha han sido detectados al menos 2 fracciones proteicas, aisladas de semillas con un grado importante de actividad inhibitoria sobre las amilasas provenientes de la broca de café. En el futuro se continuará purificando éstos inhibidores, así como buscando nuevas fuentes de inhibidores tanto de amilasas como de proteasas.

Evaluación de inhibidores de amilasa y proteasa sobre la sobrevivencia, crecimiento y desarrollo de la broca del café.

Se estandarizó un método de secado por liofilización de la dieta para la cria de la broca del café, la cual permitió un promedio de estados biológicos de broca, en 40 días de cultivo de 48,31%, superior al obtenido cuando ésta se seca en estufa por 2 horas a 40 grados centígrados (15,36%). Estos resultados son importantes ya que permitirán establecer los efectos reales de los inhibidores de proteasas y amilasas cuando se incluyen en la dieta, al conservar sus características. Este incremento en el número de estados biológicos por broca posiblemente se deben a la calidad 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. En broca, se encontró actividad proteolítica tipo Aspártico y tipo Cistein. Al parecer la mayor actividad de esta enzima en broca es Aspártico proteinasa. El pH óptimo para ésta enzima oscila alrededor de 3,0. También se detecto una ligera actividad del tipo Serin proteinasa, con pH óptimo cercano a 9,0. En *T. castaneum* y *P. truncatus*, las enzimas proteolíticas son de tipo Aspártico y Cistein proteasas. En Coleópteros en general las principales enzimas proteolíticas detectadas hasta el momento corresponden a proteasas ácidas, lo cual corrobora lo encontrado en estas pruebas. Se delectó actividad inhibitoria contra serin

proteasas, en las fracciones proteicas 0037, 0023, 0028, 0002, 0001, 0010, 0015, 0018, 0042, 0040, 0027 y 0034. Las muestras que presentaron actividad inhibitoria contra Aspártico proteasas fueron: 0028 y 0034. La actividad cistein proteasa, fue inhibida por las muestra 0015. Una vez se tenga bien caracterizada la actividad proteolitica en broca, se podrá evaluar el real potencial de estas fracciones para inhibir su actividad.

INVESTIGACIONES CON PARASITOIDES DE LA BROCA DEL CAFÉ

Producción masiva de parasitoides para el control de la broca del café.

Las proyecciones de producción e investigación con los parasitoides para el control biológico de la broca, han cumplido en gran parte las metas durante el año 1.996 - 1.997. El programa de introducción de *Cephalonomia stephanoderis*, ha permitido evaluar su adaptación, capacidad predatora, establecimiento y compatibilidad con otras medidas de control. Un total de 593 millones de parasitoides fueron certificados en este ciclo cafetero, de los cuales 248,6 millones fueron solicitadas y entregadas a los comites de cafeteros, 65,5 millones liberadas en las subestaciones de Cenicafé, y 275,6 millones en fincas de particulares; lo cual daría un total desde 1.994 hasta 1.997 de 1.183 millones de *C. stephanoderis* liberados en cafetales colombianos.

Prorops nasuta se esta distribuyendo a los laboratorios particulares para establecimiento de los pie de cría, 1,1 millones de adultos han sido entregadas para tal fin. En laboratorio entre diciembre de 1.996 y septiembre de 1.997 han emergido 12 millones de adultos. Actualmente se adelantan investigaciones de campo para medir su eficiencia, establecimiento, dispersión, capacidad predatora y efecto de algunos químicos y el hongo *B. bassiana* sobre los adultos de *P. nasuta*. También se acumuló información sobre su biología a 1.250 y 1.320 m.s.n.m.

Con el parasitoide *Phymastichus coffea* se tiene una colonia de 774.000 adultos. La metodología de cría se ha refinado, produciéndose en total 2,5

millones de parasitoides durante este año. Los estudios de ciclo de vida y capacidad de oviposición, han mostrado su potencial en el control de la broca. Los estudios en desarrollo sobre su biología y comportamiento en campo, permitirán definir en forma más precisa su uso en programas de manejo integrado de la broca.

En programas de apoyo se han venido colaborando con material biológico para 23 proyectos de la disciplina de Entomología. El manejo, certificación empaque y distribución de material parasitado, además de la coordinación del programa de veredas demostrativas, han sido labores permanentes durante el presente año.

Finalmente, se han ofrecido conferencias sobre el uso de estos enemigos para el manejo de la broca. Universidades como la del Tolima, Nacional de Medellín, Comite de cafeteros de Sevilla (Valle) y la asociación de Ingenieros Agrónomos de Antioquia, son algunos de los beneficiarios. Otra labor de capacitación ha sido llevada a cabo en Cenicafé, recibiendo visitas de agricultores, técnicos del exterior, de la Federación y universidades, para darles a conocer el programa de introducción de parasitoides de origen africano llevado a cabo por la Federación Nacional de Cafeteros.

Cría masiva del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* sobre estados inmaduros de broca del café desarrollados en dieta artificial.

La dieta artificial CENIBROCA la cual es una simplificación de una de las dietas propuestas por Villacorta se está evaluando para la producción masiva de la broca y usar estos individuos para la reproducción del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis*. La dieta se preparó en bandejas plásticas en las que se vertió 750 c.c. de dieta aproximadamente, estas bandejas tienen pequeñas divisiones que separan a la dieta en pequeñas porciones (1500 porciones de 0,5 c.c. de dieta por bandeja) por recipiente de dieta se utilizaron 3000 brocas (2 brocas : 1 porción de dieta). A los 30 días se tenía una supervivencia de la broca del 83%, una infestación del 63% y una producción de 34,5 estados por broca por medio centímetro cúbico de dieta.

Teniendo en cuenta que los estados de la broca preferidos por el parasitoide (larvas de segundo instar, prepupas y pupas) se presentaron entre los 20 y 30 días después de infestar la dieta, se seleccionó esta época como tiempo de cosecha. La obtención de los estados se hizo separando los estados inmaduros de broca de la dieta y colocándolos en recipientes plásticos. La relación del número de estados de broca por avispa fue de 20 por parasitoide. Se logró una supervivencia del parasitoide del 85%, 85% de parasitación, 58% de depredación y una eficiencia de 15,6 estados de broca parasitados por cada avispa.

Las pruebas de comportamiento en campo demostraron que las avispas provenientes de dieta artificial no presentaron diferencias significativas con respecto al parasitismo y depredación obtenidos con avispas provenientes de grano pergamino parasitados a nivel de laboratorio y avispas provenientes de cerezas brocadas parasitadas en campo con 39,3%, 45,0% y 40,6% de parasitismo respectivamente y 18,6%, 20,3% y 16,0% de depredación.

En el análisis económico preliminar con los datos de comportamiento y biología de los insectos se encontró que un litro de dieta produce 57.960 estados de broca, pero solo el 58% de estos estados son aptos para el parasitoide (33.616 larvas de segundo instar, prepupas y pupas). 1.680 avispas son utilizadas para parasitar el 58% de estos estados, obteniendo una cosecha de 26.208 avispas machos y hembras por litro de dieta. El costo aproximado de la dieta es de \$ 6.000 / litro, por lo tanto una avispa costaría al rededor de \$ 0,23 sin tener en cuenta infraestructura, materiales físicos y mano de obra.

Determinación del efecto de diferentes relaciones de *P. nasuta* sobre poblaciones de broca en campo

Este estudio se realizó en la subestación de Paragüaicito de Cenicafé, en Buenavista, Quindío. La parcela experimental constó de 10 árboles de café, con una separación de 22 y 23 m. Los tratamientos planteados fueron las siguientes relaciones: T1, 1 avispa por un fruto brocado, T2, 3 avispas por un fruto brocado, T3, 9

avispas por fruto brocado y T4, 27 avispas por fruto brocado. Se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones y las variables fueron evaluadas mediante un análisis de covarianza múltiple tomando como covariables la infestación y el número de estados biológicos de *H. hampei* iniciales. La variable censo de frutos brocados por árbol se mantuvo estable para todos los tratamientos, durante los dos meses de la actividad después de la liberación del *P. nasuta* con valores promedio de 90,8 y 105,7 frutos infestados por árbol.

A pesar de no encontrarse diferencias estadísticas entre los tratamientos cuando se analizó los estados biológicos de *H. hampei*, se observó una disminución de la población de la plaga causada principalmente por la acción depredadora de *P. nasuta* que en promedio redujo; de 5,42 estados a los 0 ddl. (ddl. días después de la liberación) a 2,12 estados (60,8%) 10 ddl. y 2,49 estados de broca por fruto (54,5%). A los 10 ddl. la relación más eficiente en cuanto a parasitismo (8,35%) y a número de adultos de broca sobrevivientes (0,603) fué la relación de 3 avispas por fruto brocado. Estas variables a los 20 y 40 ddl. fueron estadísticamente iguales. A los 10ddl. y 20ddl. los mayores parasitismos por estratos del árbol (11,51 y 17,50%), se situaron en el estrato alto del árbol a pesar de tener estadísticamente la misma población de broca en el estrato alto y medio. Los menores parasitismos se ubicaron en el estrato bajo del árbol con un parasitismo de 0,74% a los 10 ddl. y 5,9% a los 20ddl.

Diagnóstico sobre las liberaciones de parasitoides y evaluación del parasitismo en cafetales de tres municipios del Departamento de Nariño.

Se realizaron las evaluaciones previstas para las cosechas principal 1996 (marzo-julio), travesía del mismo año (octubre-diciembre) y principal 1997 (marzo-julio), para tal efecto y conforme a la metodología propuesta se evaluaron para el primer período 50 predios cafeteros, ubicados en los municipios de Sandoná, Consacá y Ancuyá; de los cuales 10 correspondían a sitios de liberación y por cada uno de éstos, 4 aldeaños en que no se hubieran realizado liberaciones de los betúlidos.

En estas fincas se realizaron evaluaciones durante la cosecha principal de 1996 y 1997; para la travesía de 1996, solo se evaluaron 29 fincas, que correspondieron a aquellos predios en los cuales se encontraron parasitoides durante la primera temporada en que se llevó a cabo el estudio. En cada evaluación se establecieron los niveles de infestación por broca en campo y el porcentaje de parasitismo de las especies de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* sobre la broca del café *Hypothenemus hampei*, y se determinaron las prácticas que realizan los caficultores para el manejo de la plaga.

Durante la cosecha principal de 1996 se encontró a *C. stephanoderis* en el 13,7% de las fincas y a *P. nasuta* en el 56,8% de éstas; en esta temporada los niveles de parasitismo en campo estuvieron entre 0,25 y 1,25% para la primera especie y entre 0,23 y 8,25% para la segunda. En la cosecha travesía/96 se encontró a *C. stephanoderis* en el 13,8% de las fincas y a *P. nasuta* en el 44,82% de éstas, con niveles de parasitismo que oscilaron entre 0,2 - 0,94% y entre 0,1 - 5,4% respectivamente. En la cosecha principal del siguiente año se encontró a *C. stephanoderis* en el 5,88% de las fincas y a *P. nasuta* en el 82,3% de estas, con parasitismo entre 0,16 y 0,4% para la primera y entre 0,15 y 17,66% para la segunda.

Tanto el establecimiento como la dispersión de los parasitoides fueron superiores para la especie *P. nasuta* que para *C. stephanoderis*, al igual que los niveles de parasitismo alcanzados, pues al parecer las prácticas de control de la broca, principalmente el repase que se realiza en la zona y el escaso número de liberaciones de los betílidos, parecen estar afectando más a *C. stephanoderis*. Por otra parte, no se observa incidencia de las aplicaciones de insecticidas químicos y biológicos contra la broca, sobre el establecimiento de los dos parasitoides en la zona de estudio.

Efecto del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* sobre las poblaciones de *Hypothenemus hampei* durante y después de la cosecha.

La investigación se realizó en lotes de café variedad Colombia localizados en las

Subestaciones Experimentales: "Naranjal" en Chinchiná y "La Catalina" en Pereira, y en las fincas comerciales "El Porvenir" en Armenia y "Dinamarca" en Calarcá. Se establecieron cuatro tratamientos los cuales dependieron de la época de la cosecha principal de 1996 en la cual se liberaron los parasitoides: Tratamiento 1 (testigo, sin liberación), tratamiento 2 (antes de la cosecha), tratamiento 3 (después de la cosecha) y tratamiento 4, combinación de ambas liberaciones (antes y después de la cosecha).

Los resultados están en proceso de análisis estadístico, sin embargo se observan algunas tendencias del comportamiento en algunas variables. Se evidenció la presencia del parasitoide *C. stephanoderis* en todos los lotes en los cuales se liberó. Durante los primeros cinco meses después de la liberación, se observaron parasitismos entre 3 a 20%, meses en los cuales los niveles de infestación de *H. hampei* permanecieron bajos y estables con respecto al testigo. Posteriormente los niveles de parasitismo fueron inferiores a 2,5% en los meses siguientes, lo cual puede ser debido a las prácticas de recolecciones oportunas de frutos maduros de café. Se observó que las liberaciones de *C. stephanoderis* más las recolecciones oportunas de frutos maduros ayudan a regular las poblaciones de *H. hampei*, manteniendo los niveles de infestación inferiores al 5% durante un período de cosecha, en todos los tratamientos en los cuales se liberaron los parasitoides. Sin embargo, se observó un mejor comportamiento del parasitoide en cuanto a la regulación de los niveles de infestación de *H. hampei*, cuando se realizó la combinación de ambas liberaciones (antes y después de cosecha).

Determinación de la acción depredadora del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* sobre los estados inmaduros de *Hypothenemus hampei* en campo.

El objetivo fue determinar el efecto depredador del parasitoide sobre los estados inmaduros de *H. hampei* en condiciones de campo. La investigación se realizó en la Subestación "Rafael Escobar", localizada en Supía, Caldas, en un lote de café variedad Colombia de tercer año de cosecha. Se seleccionaron ramas con frutos

sanos, los cuales se infestaron artificialmente con *H. hampei* mediante la utilización de mangas entomológicas. Se determinaron tres tiempos de infestación: 5, 10 y 15 días y se liberaron los parasitoides en tres condiciones diferentes: dentro de las mangas entomológicas, en campo abierto (sin mangas) y los testigos (sin liberación). Se realizaron cuatro evaluaciones a los 3, 10, 20 y 30 días después de la liberación de los parasitoides.

En los tratamientos con mangas se encontraron niveles de 27, 28 y 30% de frutos colonizados por *C. stephanoderis* para los 5, 10 y 15 días de infestados respectivamente y en los tratamientos con liberación en campo abierto los niveles fueron de 11, 18 y 34% respectivamente. En los tratamientos testigos los promedios de estados biológicos de *H. hampei* durante las cuatro evaluaciones fueron de 10, 13 y 15 estados por frutos para los 5, 10 y 15 días de infestados, mientras que en los tratamientos de liberación en mangas los promedios fueron de 3, 5 y 6 estados inmaduros por fruto y para los tratamientos con liberaciones a campo abierto (sin mangas) los promedios fueron de 4, 7 y 8 estados inmaduros por fruto, siendo significativamente menores con respecto a los testigos.

Según estos resultados, el parasitoide *C. stephanoderis* logró reducir en promedio el 65% de la población de *H. hampei* cuando fue liberado dentro de mangas entomológicas y el 48% cuando fue liberado a campo abierto, comprobándose la eficacia que presenta el parasitoide como depredador de estados biológicos de *H. hampei*.

Efecto de las liberaciones inundativas de *Cephalonomia stephanoderis*, para el control de la broca del café, en fincas comerciales.

Estudios realizados hasta el momento sugieren que los parasitoides no ofrecen resultados satisfactorios usados como un control biológico clásico y que el método con más probabilidades de éxito para su uso lo constituyen las liberaciones masivas. El objetivo de ésta investigación fue evaluar el efecto de la liberación de *Cephalonomia stephanoderis*, en diferentes relaciones avispa / fruto brocado. El experimento se realizó en fincas comerciales en zona rural del

municipio de Pereira, ubicadas entre 1300 - 1400 msnm, en lotes de 1 ha. con café variedad Colombia de tercer año de cosecha. Los tratamientos consistieron en la liberación de 100 parasitoides por fruto brocado (T1), 50 parasitoides / fruto brocado (T2), 10 parasitoides / fruto brocado (T3) y el testigo constituido por la labor cultural (cosecha oportuna). Se realizaron cuatro liberaciones en las mismas fechas para todos los tratamientos (mayo, agosto, noviembre de 1996 y febrero de 1997). En los diferentes tratamientos se evaluó mensualmente durante un año el nivel de infestación expresado en porcentaje, así mismo, se realizó cada mes un censo de población de broca que consistió en contar todos los frutos brocados de 30 arboles seleccionados en forma aleatoria para cada lote.

El tratamiento T1 (100/1) presentó un nivel de infestación de 1,8% (30 arboles) y 5 frutos brocados por árbol en promedio; el tratamiento T2 (50/1), obtuvo un nivel de infestación de 6,8% y 30 frutos brocados por árbol; para el tratamiento T3 (10/1), estos valores fueron 10,4% y 53 respectivamente; mientras que en el testigo se observó un promedio de 18% en el nivel de infestación y el número promedio de frutos brocados por árbol a lo largo del año fue de 82. La información de la actividad número dos con la que se pretende conocer algunos aspectos del comportamiento del parasitoide en el campo, se encuentra en proceso de análisis.

POSTCOSECHA

Estimación del escape y la mortalidad de la broca durante el proceso de recolección y beneficio húmedo tradicional del café.

En la finca La Renta, el 60.74% de los estados biológicos vivos que se encontraban en la hectárea antes de iniciar la cosecha, fueron retirados del lote durante las recolecciones de café, en éste período. En La Subestación Experimental Paraguaicito, esta evaluación arrojó como resultado que el 55,07% de la población del insecto se retiró del lote.

Durante la fermentación del café, no se presenta escape importante de adultos, siendo este en

cifras muy cercano a cero; esto debido, posiblemente, a que los insectos adultos que tratan de salir quedan atrapados en las mieles que se producen durante el proceso. La mortalidad en ésta etapa, en cambio, alcanza niveles muy importantes, hasta del 79,8% para el caso del café proveniente de un lote con infestación por broca superior al 15%; para el nivel de menos del 5% de infestación por broca en campo, la mortalidad que se presentó fué la más baja, del 29,64%, para el nivel del 5-15% de infestación el porcentaje de estados muertos con respecto a la población inicial fué del 71,16%, cifra que es alta considerando la cantidad de estados biológicos que llegan en el café en ésta etapa, lo que confirma que las temperaturas que se generan durante el proceso son letales para el insecto.

CONTROL QUIMICO

Evaluación de insecticidas químicos y biológicos para el control de la broca del café

Este experimento, se realizó con el objetivo de evaluar la eficacia de productos químicos y biológicos para el control de la broca del café, en la Subestación Experimental la Catalina, en un lote de café de variedad Colombia, de 2,5 años de edad y una distancia de siembra de 1,5 x 1 m. Se evaluaron los productos: azadirachtina (Ace - Nim), clorpirifos (Nufos 48), bifentrina (Talstar) y Brocaxuom. Los resultados indicaron que el clorpirifos fue el más eficaz para el control de la broca del café, cuando se hicieron las aplicaciones 1, 3 y 8 días después de la infestación. El insecticida Bifentrina produjo baja mortalidad en promedio (23,29 %) y los productos Azaridachtina y Brocaxuom produjeron muy bajas mortalidades.

Eficacia de insecticidas para el control de la broca del café en relación con el desarrollo de los frutos.

Con el fin de evaluar la eficacia de insecticidas en relación con el desarrollo de los frutos del café, se realizó este experimento en la Subestación experimental Paraguaicito, en un lote de café de 3 años de edad. Se utilizaron los insecticidas: clorpirifos

(Lorsban), fenitrotion (Sumithion), endosulfan (Thiodan), fention (Lebaycid) y pirimifos - metil (Actellic), usando una dosis de 0,3 c.c. de producto comercial por árbol y un volumen de aplicación de 50 c.c. por árbol. Las aplicaciones se realizaron con un equipo de aspersion Triunfo 40 -100 - 10 y una boquilla TX - 3 (200 c.c./min. a 40 p.s.i.). En el cafetal se marcaron floraciones para tener ramas con frutos de 60, 90, 120, 150, 180 y 210 días de edad, los cuales se infestaron con 200 brocas recién emergidas con la ayuda de mangas entomológicas. Los resultados indicaron que la infestación en los frutos de 60 días fluctuó entre 37 y 61 % y en los de 90 días fue mayor del 96 %. Se pudo observar que hubo una interacción significativa entre el producto y la edad del fruto. Para todos los insecticidas se encontró que la eficacia disminuyó a medida que se incremento la edad. Todos los productos mostraron una eficacia superior del 98 % cuando se asperjaron en los árboles de 90 a 120 días, pero disminuyó a medida que se acercaron a los 210 días. Lo anterior se explica por el comportamiento de la broca que prefiere y se desarrolla mas rápidamente en frutos de mayor edad.

Evaluación de dos dosis de insecticidas para el control de la broca del café.

El experimento se llevo a cabo en la Subestación Experimental Paraguaicito, en un lote de variedad Colombia de 3 años de edad, las parcelas experimentales estuvieron conformadas por 25 árboles y la unidad experimental por un árbol del surco central. Las aplicaciones se realizaron con un equipo de aspersion Triunfo 40 -100 - 10 y una boquilla TX - 3 (200 c.c./min. a 40 p.s.i.). Se utilizaron los insecticidas: clorpirifos (Lorsban), fenitrothion (Sumithion), endosulfan (Thiodan), fentoato (Cidial 500) y pirimifos - metil (Actellic), Para el efecto se utilizaron dos dosis: 0,22 y 0,3 cc de p.c. por árbol.

Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre los productos y dosis, cuando se realizaron las aplicaciones 1 y 3 días después de la infestación. Cuando se hicieron a los 8 y 15 días, no se presentaron diferencias entre las dosis de los productos : endosulfan, fenitrotion y clorpirifos, pero si entre las dosis del fentoato y

pirimifos - metil. No hubo diferencias significativas en la eficacia de los productos fenitrothion, endosulfan, fentoato y pirimifos- metil, ni entre las dosis utilizadas.

ESTUDIOS DE CASO SOBRE ADOPCIÓN DEL MIB

Evaluación biológica y económica, mediante estudios de caso, del manejo de la broca del café en Colombia.

- El manejo integrado de la broca, sin el uso de agroquímicos de categoría toxicológica I, es posible implementarlo en cualquier región cafetera del país.
- La implementación del manejo integrado de la broca, con sentido de conservación ambiental, requiere de mayor precisión y número de acciones.
- El porcentaje de infestación por broca en campo es mayor durante las traviesas (marzo - mayo), debido a las mayores poblaciones de broca remanentes en el cafetal posterior a las cosechas principales y a la menor cantidad de frutos presentes en esta época del año.
- El uso de endosulfan en forma generalizada, casi como una medida unilateral de control, por parte de los agricultores, ofreció unos resultados iniciales satisfactorios, pero su efecto no fue perdurable a nivel de campo.
- En las parcelas conducidas por los agricultores, no se observaron criterios homogéneos en la decisión de las aspersiones de insecticidas en campo, a excepción del uso del endosulfan.
- No se observó un buen uso de los agroquímicos empleados para el control de la broca en campo por parte de los agricultores, y se detectaron inconvenientes físicos (mano de obra poco competente, características de la plantación adversas, mala calibración de la aspersión, etc) y abióticos (precipitación, temperatura, etc) para lograr una buena efectividad de los insecticidas asperjados.
- Las bondades del control cultural pueden observarse a mediano y corto plazo dependiendo de los niveles de infestación por broca en el campo y de las características de la plantación (edad, densidad de siembra, manejo).
- La recolección oportuna de café cereza fue la práctica mas rigurosa realizada en las parcelas Cenicafé y se consideró el pilar fundamental del manejo integrado.
- Las pérdidas de café aumentan a medida que la calidad de las recolecciones disminuyen, manifestándose en menores volúmenes de café cereza recolectados e ingresos obtenidos.
- Las pérdidas económicas generadas por una mala recolección de café podrían estimarse, en algunas ocasiones, en un valor similar al obtenido en la venta de una cosecha completa en un cultivo promedio de la región cafetera colombiana.
- A pesar de haberse observado buena acción del hongo *B. bassiana* en las áreas asperjadas, no fue posible cuantificarlo correctamente y por ende no se pudo obtener conclusiones claras sobre éste.
- Tanto la implementación del manejo integrado de la broca, como el uso generalizado de endosulfan, permitieron producir c.p.s. con niveles de broca inferiores al 4% durante las cosechas principales, a excepción de aquellos lugares donde la calidad de las recolecciones fue catalogada como "muy mala".
- La obtención de c.p.s. con niveles de broca altos, provenientes de áreas denominadas "focos", evidencian aún mas la existencia de éstos y fortalecen los conceptos del manejo localizado de la plaga.
- Las ventas de c.p.s., independientemente del manejo implementado en campo, tienden a afectarse durante las traviesas, como posible efecto de una mayor dispersión de broca durante esta época y una menor cantidad de frutos susceptibles presentes.

- La preferencia de la broca hacia frutos maduros puede aumentar el daño en c.p.s. en el momento de la venta, ya que un número importante de almendras recién perforadas califican como brocadas, conservando el peso de una sana.
- Independientemente del valor invertido en el manejo de la broca y los niveles de infestación de ésta, la implementación del control cultural conlleva a disminuir las pérdidas de café cereza en el cafetal y a incrementar la producción recolectada y los ingresos.

Estudios de caso en costos de manejo integrado de broca.

Se busca con esta investigación ubicar los costos de los procesos, es decir cuantificar el valor requerido para cada una de las labores en las fincas, haciendo énfasis en el costo del manejo de la broca ; la participación de los costos se ajusta a los parametros dados por las investigaciones anteriores a ésta. Las participaciones de las diferentes labores por finca, están dadas en la siguiente tabla.

FINCA	NARANJAL	LA CARINA	LA UNION	GUAYABAL	EL TABOR	PIÑALES
C. MALEZAS	481285	1250234	932750	485726	1111322	1808050
FERTILIZACION	992037	1638490	1348712	354780	701250	1194372
C. FITO	0	11075	16920	0	67451	0
L. CULTURALES	236500	275000	386250	0	1322750	299750
ZOQUEO	62810	86041	310750	0	396000	33000
INSTALACION	0	0	0	485726	0	247500
RECOLECCION	6041001	10260628	4083716	3780147	15297954	17975790
BENEFICIO	1258266	2387080	1097490	798308	3409283	4359762
G. GENERALES	2791237	3758601	2301665	3749169	17778585	14960660
TOT. LABORES	11863136	19667149	12617566	11136870	40084595	40878885
RE-RE	522500	8455515	473000	440000	1163250	2499750
C. ORGANICO	0	22250	0	132620	462500	0
C. QUIMICO	286954	350146	372080	192630	409586	766500
TOTAL BROCA	809454	1217911	845080	765250	2035336	3266250
TOTAL GENERAL	12672590	20885060	13462646	11902120	42119931	44145135

MODELOS

Desarrollo de un modelo conceptual y matemático del sistema cafeto- broca del café.

El desarrollo del modelo conceptual y matemático del sistema indica la necesidad de conocer los siguientes parámetros:

Adultos de broca: Relación de sexos, Fertilidad, Epoca de emergencia de los adultos en el campo. Mortalidad de la broca en su estado adulto: predadores, enfermedades, factores ambientales. Tiempo de preoviposición de acuerdo al desarrollo de los frutos. Edad de frutos del café que prefiere atacar. Preferencia de los frutos de acuerdo a su desarrollo. Migración y emigración de adultos en un cafetal.

Desarrollo de los estados de la broca en los frutos de acuerdo a la edad de estos.

Huevos de broca: Número de huevos que coloca por día, Mortalidad en el estado de huevo, Número máximo promedio de huevos en un fruto. Tiempo de desarrollo de los huevos a emergencia de las larvas (de acuerdo a la temperatura)

Larvas de broca: Tiempo de desarrollo del estado larval, Número máximo promedio de larvas en un fruto, Mortalidad en el estado larval.

Pupas de broca: Tiempo de desarrollo del estado pupal, Número máximo promedio de pupas en un fruto, Mortalidad en el estado pupal.

Información sobre la planta de café: Epocas de floración, Tamaño de las floraciones, Producción de frutos de café por árbol por edad, Disminución de la producción de café, por la bianualidad. Eficiencia de las recolecciones de café de acuerdo a la edad del cultivo. Caída fisiológica de los frutos de café.

Broca y planta de café: Caída de frutos causada por la broca, Desarrollo de broca en frutos de café en el suelo: mortalidad, producción de adultos, emergencia; Tiempo de degradación de los frutos de café en el suelo bajo condiciones de verano e invierno, Duración de frutos secos en los árboles: variedad colombiana vs. caturra, Efecto de

las precipitaciones sobre la emergencia de adultos de frutos en el árbol y en el suelo.

Información para inicializar el modelo: Distribución de las floraciones, Producción de frutos de café por árbol por edad, Población inicial de broca, Frecuencia de cosechas, Frecuencia de los repases, Frecuencia de las aspersiones.

ENFERMEDADES DEL CAFETO

MANCHA DE HIERRO DEL CAFETO (*Cercospora coffeicola*).

Se determinaron a través de estudios de DNA, de las tasas de crecimiento micelial y de patogenicidad la existencia de polimorfismo en aislamientos de *Cercospora coffeicola*, lo cual confirma los trabajos preliminares sobre la existencia de variabilidad en esta especie, con importantes implicaciones en el manejo de la enfermedad.

En cuanto al control químico de la mancha de hierro en frutos, se comprobó que éste es posible mediante la aplicación de la mezcla de Bayleton (4 cc/l) + Oxidocloruro de Cobre (12 g/l) y aceite carrier al 1%, iniciando las aspersiones 3 meses después de la floración principal y continuándolas durante 3 meses consecutivos y con intervalos de 1 mes entre aplicación.

Se comprobó que por ausencia de control, se pierde por efecto de la enfermedad y bajo las condiciones experimentales donde se adelantó la investigación \$738.000 por hectárea. El control de la enfermedad, incluyendo el valor de los fungicidas, el aceite y los jornales es de \$118.722 por aplicación y para un ciclo de control, donde son necesarias 3 aplicaciones por hectárea, el control de la enfermedad estaría evitando la pérdida de \$381.830 por hectárea.

NEMATODOS (*Meloidogyne* spp.)

Importancia Económica.

Los trabajos que se adelantan en campo sobre la importancia económica de *Meloidogyne* spp. en

café, indican que en el tratamiento con la mayor infección inicial desde el almácigo del 69%, la reducción en producción, en relación con el tratamiento testigo (0% de infección radical) fue de 43% y para el tratamiento con 27%, fue de apenas 9,8%. El tratamiento con 69% de infección inicial en el almácigo presentó un 92% de plantas afectadas por el nematodo en la raíz pivotante y el cuello, el tratamiento 27%, con un 77% y el testigo con 1%. Dada la gravedad de este ataque, es posible que la renovación por zoca de este cultivo quede comprometida. Con la producción acumulada de este año fue determinado que por cada 1% de infección por nematodos del género *Meloidogyne* en las raíces de plántulas de café, se pierden en promedio 78 gramos de café cereza por planta. También se comprobó que cuando se compararon los tratamientos con y sin aplicación de nematicidas en campo, no muestran diferencias significativas entre ellos. Los resultados obtenidos refuerzan la recomendación para el control de nematodos en café en la cual, la medida más económica y ecológica es la de emplear para la siembra en campo, plántulas de café libres del ataque de nematodos.

Control Biológico.

Mediante evaluaciones en laboratorio e invernadero se comprobó el parasitismo de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en huevos y estadios de *Meloidogyne spp.*

Todas las dosis de estos hongos formuladas en arroz fueron efectivas en el control de *Meloidogyne spp.*, reduciendo significativamente la población de J_2 en comparación con el testigo.

Las pruebas *In vitro*, así como el seguimiento en microscopía óptica de luz y electrónica de transmisión, corroboraron los resultados de control, evidenciando el parasitismo de *B. bassiana* y *M. anisopliae* en huevos y estadios J_1 y J_2 de *Meloidogyne spp.* Estos resultados sugieren la posible utilización de estos hongos en el manejo integrado de nematodos del género *Meloidogyne* en almácigos de café.

Debido a la poca efectividad en el aislamiento de hongos biocontroladores de *Meloidogyne spp.* a

partir de muestras de suelo, con recuperaciones inferiores al 1%, se desarrollaron experimentos tendientes a estandarizar una metodología eficiente y efectiva para su aislamiento a partir de estados del nematodo, y evaluar un método rápido y confiable de establecer la patogenicidad *In vitro* de los hongos aislados.

Los resultados obtenidos permitieron obtener recuperaciones de hongos superiores al 30%, verificando el potencial que ofrece la metodología para ser empleada bajo cualquier tipo de plantas cultivadas, ya que fue evaluada inicialmente en plantas de Toronjil y Manzanilla y posteriormente validada en plantas de *Inpatisens sp.* y en cafetos. Así mismo, en estos experimentos se pudo aislar por primera vez de la zona cafetera el hongo *Verticillium chlamydosporium* sub especie *chlamydosporium*, hongo registrado como altamente específico para el control del nematodo del nudo, lo cual abre nuevas posibilidades de investigación gracias a la abundante producción de estructuras de resistencia.

Los avances metodológicos logrados permiten no solo la recuperación de controladores biológicos para los programas de manejo integrado del nematodo del nudo, sino también, la realización de estudios de biodiversidad, parasitismo espontáneo en el campo, ecología de microorganismos, entre otros. Las modificaciones en las pruebas de patogenicidad permiten conocer de forma confiable que porcentaje del control del nematodo se puede esperar de los hongos aislados y que porcentaje deberá ser complementado con las otras medidas desarrolladas dentro del marco de manejo integrado del nematodo.

Con base en la investigación planeada se aisló *Verticillium chlamydosporium* de masas de huevos de *Meloidogyne spp.* obtenidas de material vegetal, de un lote con alta incidencia del nematodo, obteniéndose tres aislamientos referenciados como VcA25, VcA72, VcA78. Para su multiplicación se efectuó una selección entre los medios sintéticos PDA, SDA, AEM, CMA, y el medio selectivo desarrollado por Kerry, basada en la tasa diaria de crecimiento radial, donde el medio AEM mostró la mejor tasa de crecimiento con un promedio de 2.2 mm/día. También fueron probados sustratos artesanales a base de

cereal como ARROZ, TRIGO, SORGO, y MAÍZ para el incremento del hongo y su posterior utilización en campo, la selección se efectuó por la producción de esporas por gramo de sustrato, siendo escogido el ARROZ por su producción diaria de $12,26 \times 10^7$ esporas /g.

En pruebas *In Vitro* la mayor patogenicidad se obtuvo con el aislamiento VcA78 con 76,46%, seguido por VcA25 con 70,41% y VcA72 con 69,37%. En pruebas *In Vivo* todas las dosis evaluadas de arroz colonizado por el hongo, para los tres aislamientos fueron efectivas para el control de *Meloidogyne spp.*

Al microscopio de luz y en Microscopía Electrónica de Barrido se estudió el parasitismo que ejerce *V. chlamydosporium* sobre los diferentes estadios de desarrollo de *Meloidogyne spp.* y se pudo visualizar su destrucción, así como los distintos mecanismos de parasitismo de hongo.

ROYA DEL CAFETO (*Hemileia vastatrix*)

Identificación de razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix*.

El seguimiento de la evolución de la incidencia en clones y plantaciones comerciales de derivados del Híbrido de Timor, ha permitido determinar la continua adaptación del hongo a los genotipos de resistencia presentes en ellas. En 113 clones, la incidencia de la enfermedad pasó de 64,6 % en oct/96 a 70,79% en sept/97; igualmente, en 400 plantas de un lote comercial de var. Colombia, la enfermedad se incrementó de 41,08%, a 66,33% en el mismo período. La baja severidad de la enfermedad, corrobora la presencia de resistencia incompleta en esos derivados del H. de T.

Los resultados sobre identificación de los aislamientos procedentes de plantas con resistencia, concuerdan con lo encontrado en el CIFC-Portugal y demuestran la existencia en Colombia de nuevas razas del hongo con genotipos diferentes a los detectados hasta el momento, para los cuales no se dispone de plantas hospedantes diferenciales. La presencia del gen V5 en todos

los aislamientos sugiere que estos se derivaron de la Raza II (V5) del hongo.

Resistencia incompleta.

Se iniciaron trabajos en laboratorio y campo para detección temprana de este tipo de resistencia. Se encontró mayor retención de la suspensión de inoculación en hojas de plantas susceptibles, que en hojas de plantas con diferentes grados de resistencia, pero no entre estas últimas.

Caracterización celular de razas.

La marcación con lectinas, permitió la detección de a-Manosa, a-Glucosa, a-Galactosa, L-Fucosa, oligómeros de N-acetilglucosamina y N-acetilgalactosamina en las diferentes células de infección de *H. vastatrix*. La detección de mayores niveles de N-Acetilglucosamina en la pared de las células vegetales, en interacciones incompatibles, indica la producción de quitinasas por parte de la planta de café, como respuesta al ataque del hongo.

Se iniciaron estudios sobre detección de proteínas relacionadas con la patogénesis en la matriz extra e intra-celular.

LLAGA MACANA (*Ceratocystis fimbriata*)

Resistencia

Se estudió el efecto de una mezcla de toxinas aisladas de *C. fimbriata* sobre la concentración de proteínas, la actividad enzimática y el crecimiento de callos de tejido foliar de *Coffea arabica* de las variedades Típica, Borbón Rojo y Borbón resistente a *C. fimbriata*. El hongo fue aislado mediante siembras en PDA, el micelio y las toxinas fueron obtenidas a partir del hongo cultivado en medio líquido sintético *zma*. Después de 22 días de incubación, fue realizada la filtración del medio con la obtención del micelio, el cual se liofilizó y las toxinas contenidas en el filtrado fueron almacenadas a -20 C.

Los callos de *Coffea arabica* fueron obtenidos a partir de explantes foliares de árboles seleccionados en la estación experimental de Naranjal Chinchiná (Caldas) y cultivados en medio LIQC primario y subcultivados en medio LIQC secundario cada 15 días.

Los análisis de varianza permitieron establecer que los callos provenientes de la variedad Borbón resistente, después de estar en incubación con diferentes concentraciones de la toxina presentaron un leve incremento en el peso final y con disminución en el peso final de los callos de la variedad Borbón Rojo susceptible. La prueba de "t" permitió establecer diferencias significativas en la concentración de proteínas, determinada por el método de Bradford y presentó una mayor concentración la variedad susceptible y una menor la variedad resistente.

Se detectó una marcada actividad de las enzimas esterasa y fosfatasa ácida en las variedades susceptibles en geles de PAA no desnaturizantes. Esta actividad no fue observada en la variedad resistente.

Importancia Económica.

De 90 fincas registradas con problema de LLAGA macana en Risaralda, fueron visitadas 43 de ellas, con un total de 30.8 hectáreas de árboles y zocas afectados por la enfermedad. Las pérdidas causadas por la disminución en la producción en un solo año, y las inversiones necesarias para recuperar los sitios dejados por árboles eliminados fluctuaron desde \$20.000, en el caso de 25 plantas afectadas, hasta \$ 48' 000.000.00 por la muerte de 50.000 árboles.

Se determinaron zonas críticas por la severidad de la enfermedad en el 52,6 % de las fincas con lotes afectados por llaga macana en pendiente superior al 70%, seguida de zonas ubicadas en altitudes superiores a 1600 msnm, en el Municipio de Santa Rosa de Cabal, con el 27,7%. Entre las causas de la incidencia de la enfermedad después del factor pendiente, el zoqueo es la práctica que más predispone al ataque del patógeno. Le siguen prácticas como descope, heridas causadas por machete en las limpias y poda de ramas bajas.

En cuanto al grado de adopción de recomendaciones se encontró una relación directa con el poco conocimiento que tienen los caficultores a cerca del problema. Teóricamente el 34,5 de los caficultores dijeron saber controlar "macana", pero realmente el 13,2% de los encuestados demostró conocer perfectamente sobre diagnóstico de la enfermedad así como sobre su manejo. Este bajo nivel de adopción de recomendaciones se refleja en la gran cantidad de fallas que los caficultores cometen durante el control de la enfermedad. El 47% de los caficultores que controlan en zoqueo, aplican alguno de los productos recomendados, mientras el 35,3% aplican oxiclورو de cobre y el 17,6% aplican oxiclورو en mezcla con otro producto. Otra deficiencia en el control se refiere al momento de aplicación del producto protectante, ya que únicamente el 41% de los que si controlan aplican el producto inmediatamente después del zoqueo, como se recomienda. Únicamente el 12,5% de los que zoquearon controlaron durante la selección de chupones.

Control

Con el fin de evaluar la relación entre el hongo *Ceratocystis fimbriata* y dos sistemas de poda de ramas bajas de árboles de café se realizó un ensayo utilizando poda con machete a ras de tallo y poda con tijeras. Las heridas causadas en ésta práctica fueron tratadas con el fungicida Benlate en dosis de 4 g/litro de agua y se aplicaron con el uso de dos sistemas: una aspersora convencional marca Leo Cafetera, en el caso de heridas con machete y con un aplicador incorporado a las tijeras.

En el 23,2% de las heridas causadas con machete e infectadas por el patógeno en forma natural hubo avance de la infección, mientras en la poda con tijeras la infección inicial no avanzó en ninguno de los muñones. En inoculación artificial, el 97,4% de las heridas con machete permitieron avance de la lesión en el tallo, mientras en poda con tijera el 7,8% de los muñones que se infectaron permitieron avance de la lesión hacia el tallo principal.

El efecto del fungicida fue satisfactorio en el caso de poda con tijeras, mas no en la aplicación con

equipo en las heridas con machete. En el primer caso y con infección natural ningún muñón mostró avance del patógeno hacia el tallo principal, mientras en heridas con machete 15,6 de las heridas protegidas permitieron el avance del patógeno.

Con inóculo artificial, el 2,2% de heridas con tijera y tratadas mostraron avance del patógeno, en comparación con heridas a machete tratadas e inoculadas en cuyo caso el avance de la lesión ocurrió en el 55% de las heridas.

LLAGAS RADICALES (*Rosellinia bunodes*)

Biología

Con el fin de estudiar el proceso infectivo de *Rosellinia bunodes*, agente causante de la Llagu negra, fue realizado un experimento en condiciones de invernadero utilizando chapolas y plántulas de café variedad Colombia. Estas plantas fueron sembradas en suelo estéril e inoculadas con el patógeno en una dosis de 8g de sorgo con *R. bunodes*/kg de suelo. La calificación del proceso infectivo se realizó cada tres días en chapolas y cada diez días en plántulas para lo cual se evaluó síntomas aéreos, síntomas en raíz, ubicación del patógeno en el sistema radical y descripción de las características macroscópicas y microscópicas del hongo, donde se utilizó las técnicas de microscopía óptica de luz (MOL), microscopía electrónica de Transmisión (MET) y microscopía electrónica de barrido (MEB).

Los síntomas aéreos en chapolas se manifestaron a partir de los nueve días después de realizada la inoculación del patógeno, mientras que en plántulas se observaron a partir de los veinte días de la inoculación. Inicialmente se presentaron mostrando pérdida de brillo en las hojas, luego un amarillamiento, marchitamiento hasta secamiento total de la planta sin caída foliar.

A nivel macroscópico en chapolas y en plántulas, se observó que el patógeno inició su colonización con un micelio delgado, de color blanco brillante, el cual fue cambiando progresivamente hasta tomar un color gris oscuro en chapolas y

negro en plántulas. Además del micelio en forma de hilos en las plántulas se observó micelio en forma de costras negras sobre la corteza, rayas y puntos negros debajo de la corteza y coremios que emergen de las costras negras.

Las chapolas y plántulas empezaron a presentar síntomas aéreos cuando el patógeno alcanzó el cuello de la raíz.

Microscópicamente se observó que el micelio inicialmente se acumula en la superficie de la raíz y posteriormente penetra en ella, colonizando el tejido de forma intercelular hasta llegar a los vasos conductores y la médula. En los vasos conductores se acumula formando una masa de micelio de color negro, correspondiente a puntos y rayas negras que caracterizan la enfermedad.

Control Biológico

La "llaga negra radical del café" ocasionada por el hongo *Rosellinia bunodes* se ha incrementado en los últimos años causando cuantiosas pérdidas en cultivos de la zona cafetera central. El uso de antagonistas para el manejo integrado de dicho patógeno ofrece buenas posibilidades de éxito. Trabajos realizados en Cenicafé, con aislamientos de *Trichoderma koningii*, mostraron resultados promisorios de antagonismo contra el patógeno, tanto en laboratorio como en invernadero.

Con el fin de evaluar el efecto del aislamiento *T. koningii* cepa T-3, se multiplicó en diferentes sustratos: melaza-levadura, maíz-grava, arroz, sorgo, higuera y pulpa de café, en suelo natural y suelo estéril.

En una primera evaluación, utilizando "chapolas" de café se inoculó inicialmente el patógeno incrementado en sorgo, en dosis de 8 g/ kg de suelo y quince días después el antagonista multiplicado en cada sustrato, en dosis de 20 g/ kg de suelo. Como resultado *T. koningii* preparado en el sustrato arroz presentó el menor porcentaje de infección con 47 %, hasta 40 días después de la inoculación del antagonista comparado con el testigo de referencia que presentó el 70 % de infección.

Posteriormente se evaluó el efecto del antagonista en el sustrato arroz en dosis de: 15, 30, 45, 60 y 75 g/ kg de suelo. Fueron utilizadas plantas de café de 6 meses de edad, previa evaluación de la dosis letal 90 de *R. bunodes*, que fue de 24 g/ kg de suelo, preparado en sorgo.

Las plantas se inocularon simultáneamente con el patógeno y el antagonista los cuales se colocaron en contacto con las raíces. Cuarenta días después de la inoculación el 70 % de las plantas mostraron síntomas de la enfermedad en dosis de 60 g de arroz / kg de suelo natural, siendo estadísticamente diferentes a las demás dosis evaluadas y al testigo de referencia, con 92 % de infección.

Con el objeto de estudiar el efecto de *Trichoderma koningii* (T-3) y la endomicorriza *Scutellospora heterogama* (ROTH) sobre *Rosellinia bunodes*, agente causante de la Llagá negra del café, fue realizado un experimento en condiciones de invernadero utilizando plantas de café var. Colombia, sembradas en suelo más arena (2:1) esterilizados. A través de un diseño en bloques al azar con 18 tratamientos y 5 repeticiones/tratamiento, se inocularon las plantas de café con el hongo *S. heterogama* al momento de la siembra y en forma asociada con *R. bunodes* y *T. koningii* simultáneamente a la siembra y a los 60, 90, 120 y 150 días después de la inoculación con la Endomicorriza. Mediante muestreos destructivos fueron evaluadas las variables; infección radical por *R. bunodes*, antagonismo del hongo *T. koningii* en condiciones *In vitro* y de almácigo, colonización radical por la Endomicorriza, peso fresco de la raíz y de la parte aérea y área foliar.

Las plantas de café inoculadas con *S. heterogama* tuvieron un comportamiento variable en los niveles de colonización a través del tiempo, los cuales también se reflejaron en las variables de crecimiento en todos los tratamientos. Este resultado, evidenció una reducida afinidad entre las plantas de café y la Endomicorriza en las condiciones experimentales evaluadas.

El efecto de *T. koningii* sobre el patógeno en condiciones de laboratorio mostró un 100% de antagonismo, resultado que no fue similar en

condiciones de invernadero (plantas con 80 y 100% de infección). Los niveles de colonización en el tratamiento donde estuvo inoculada solo la endomicorriza, fluctuaron entre 6 y 18%, sin mostrar diferencias significativas en el crecimiento en relación con los testigos. Con respecto al tratamiento donde fueron inoculados los dos biocontroladores simultáneamente al momento de la siembra los niveles de colonización fueron más altos que cuando fueron inoculados sólo con la endomicorriza (23%). No se detectaron diferencias en el crecimiento de las plantas cuando estas se inocularon con los biocontroladores en forma individual o asociada. En el tratamiento en el cual se inocularon los tres microorganismos al momento de la siembra en todas las evaluaciones realizadas (17, 33, 60, 90, 150 y 180 días) el 80% de las plantas murieron y el 20% restante obtuvieron a los seis meses un 27% de colonización por parte de la endomicorriza y ninguna diferencia en cuanto a crecimiento con respecto al testigo. En la evaluación realizada a los 60, 90 y 150 días los biocontroladores no presentaron ningún efecto antagónico con respecto al patógeno e igualmente no fueron observados beneficios en el crecimiento de las plantas.

Se evaluó la susceptibilidad de plantas de café (*Coffea arabica* L.) de la var. Colombia a ser colonizadas por *Entrophospora colombiana* y *Glomus fistulosum*, inoculadas en forma individual y asociadas y su posible uso en el manejo de la Llagá negra del café (*Rosellinia bunodes* Berk. y Br.). Con este fin las plantas de café fueron inoculadas con el patógeno a diferentes tiempos de establecimiento de las dos especies de endomicorriza en un sustrato compuesto de suelo+arena esterilizados (2:1) y los siguientes tiempos de asociación de los microorganismos: al momento de la siembra, 60 y 150 días. Este estudio fue llevado a cabo bajo condiciones de invernadero, utilizando un diseño en bloques al azar con 14 tratamientos y 5 repeticiones. Las evaluaciones se realizaron a través de muestreos destructivos a los 15, 30, 60, 90, 150 y 195 días después de la inoculación con las endomicorrizas. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de colonización de la endomicorriza, porcentaje de infección radical producido por *R. bunodes* y crecimiento de las plantas (peso fresco radical y aérea y área foliar).

Las plantas inoculadas con *E. colombiana* tuvieron un porcentaje promedio de colonización del 38% (60 días) y 92 % (195 días). Con *G. fistulosum* este porcentaje de colonización fue del 32% (60 días) y 8% (195 días); registrándose una gran reducción a través del tiempo de la capacidad colonizadora de este hongo y de su eficiencia, influenciada probablemente entre muchos factores, al sustrato utilizado. En las raíces de café colonizadas con la mezcla de especies, estos porcentajes fueron del 30% y 84%, respectivamente. El efecto de la colonización de las raíces de café por las endomicorrizas se reflejó en forma similar sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los tratamientos inoculados con el patógeno a diferentes tiempos de establecimiento de la endomicorriza, presentaron disminución en los niveles de colonización y en el crecimiento de las plantas. Este resultado mostró el bajo poder antagónico que tuvieron las especies de endomicorrizas sobre el patógeno, en las condiciones experimentales evaluadas; indicando que sólo en aquellos tratamientos donde el patógeno fue inoculado 150 días después de *E. colombiana* hubo alguna respuesta de la endomicorriza como agente biocontrolador.

En este experimento se observó la preferencia en los puntos de colonización e infección de cada uno de los hongos. Mientras las dos especies de endomicorriza colonizaron raíces secundarias y terciarias, el patógeno infectó la raíz pivotante y el cuello ocasionando un daño irreversible a las plántulas.

Se evaluó el efecto de diferentes aislamientos de *Pseudomonas* spp fluorescentes sobre *Rosellinia bunodes*, agente causante de la llaga negra radical del cafeto. Algunos aislamientos se obtuvieron de raíces de cafetos, variedad Colombia (zona central cafetera colombiana) y otras cepas de *Pseudomonas* fueron facilitadas por el CIAT. Los aislamientos provenientes de campo se identificaron como *Pseudomonas cepacia* (técnica BBL Crystal). Pruebas *In vitro* permitieron determinar una tasa de crecimiento diario de micelio de *Rosellinia bunodes* de 0,57 cm en Agar extracto de malta (coeficiente de variación de 6,99). Igualmente se verificó en condiciones de laboratorio el efecto inhibitorio del aislamiento PC 9701 sobre el crecimiento micelial de

R. bunodes. Se evaluó en invernadero el antagonismo de los aislamientos PC 9701, PC 9702, PC 9703, PC 9704, F87, PO3, PO5 y C 88 utilizando plántulas ("chapolas") de café, las cuales antes de ser sembradas en suelo estéril fueron inoculadas con cada aislamiento a razón de 30 ml de suspensión bacteriana por plántula, utilizando como sustrato de incremento de la bacteria leche descremada estéril al 5%. Patógeno y antagonista fueron evaluados hasta los 50 días detectándose diferencias significativas entre aislamientos del antagonista, con menores porcentajes de mortalidad en los aislamientos C 88 y PC 9701 (60 y 74% respectivamente). La recuperación de estos aislamientos de la rizosfera de las plántulas de café fue alta, con persistencia de hasta 60 DDI (días después de la inoculación de la bacteria). El recuento de UFC/g de raíz a los 30 DDI fue $2,38 \times 10^6$ para el aislamiento PC 9701 y $1,15 \times 10^6$ para el C 88. Los resultados obtenidos en este estudio muestran perspectivas importantes para lograr en el futuro el uso de estos biocontroladores en programas de Manejo Integrado de la llaga radical del cafeto.

MICORRIZAS

Endomicorrizas Asociadas al Café

Plantas de café *In vitro* de la variedad Colombia inoculadas en su fase de endurecimiento con las especies *Glomus fistulosum* y *Entrophospora colombiana* y luego de permanecer 6 meses en condiciones de almácigo con altos niveles de colonización, mostraron gran adaptación a las condiciones naturales de campo y ser especies muy promisorias para realizar valoraciones del beneficio de esta dos endomicorrizas solas o en interacción con las especies nativas en plantas de café. El crecimiento de las plantas de café y la producción de arbuscúlos en forma intracelular en las raíces de estas plantas (con estas dos especies), permiten vislumbrar los grandes aportes que se obtendrían con estos microorganismos, derivados de su simbiosis con las plantas de café.

Quedó en evidencia la gran capacidad colonizadora de especies nativas de endomicorrizas en almácigos de café. Es indudable que el sustrato

suelo + pulpa no solo tiene un gran valor como mejorador de las condiciones físico-químicas del suelo, sino también por la presencia de una gran variedad de microorganismos que están facilitando el efecto de las endomicorizas nativas en los almácigos de café.

Un inóculo comercial mostró ser promisorio, ya que presenta una diversidad de esporas de endomicorizas y efectividad en plantas de café, lo que constituye un recurso biológico de gran valor para el cultivo del café.

Glomus manihotis, ratificó el gran beneficio de la simbiosis sobre plantas de café de las variedades caturra y Colombia en un sustrato de suelo + arena esterilizado (2:1).

El sistema de inoculación de plantas de café con un variado número de esporas de *Glomus manihotis* (desde 10 hasta 400) no fue eficiente en el crecimiento de las plantas de café y se deberá continuar realizando las inoculaciones con un inóculo completo. Este tipo de inóculo completo, coloniza las raíces de café y favorece su crecimiento y desarrollo. En sustratos inertes no existieron diferencias biológicas cuando fueron inoculadas plantas de café con 12,5; 25 y 50 g. de inóculo completo de *Glomus manihotis* por planta. En suelo esterilizado las dosis de 2, 5 y 10 g. de inóculo completo por planta mostró resultados similares.

Interacción Endomicorizas - bacterias fijadoras de nitrógeno.

Fue evaluado el efecto de *Glomus etunicatum* en almácigos de café (*Coffea arabica* L. var. Colombia), solos y asociados con la leguminosa forrajera *Arachis pintoi* (ecotipo CIAT 17434) inoculada con la bacteria *Bradyrhizobium* sp. (cepa CIAT 3101).

A los 90 y 180 días después de la inoculación con los microorganismos y la siembra de las plantas, fueron realizados muestreos destructivos para evaluar las variables colonización de *G. etunicatum* en las raíces de café y de *A. pintoi* (%); crecimiento de las plantas (peso fresco y seco de raíces y parte aérea); contenido de macro

y micronutrientes y nodulación (número, tamaño, color y distribución de los nódulos). Las diferencias entre tratamientos se analizaron mediante contrastes ortogonales.

En la primera evaluación del experimento se detectaron diferencias significativas en el peso fresco del tallo de café y en los niveles de colonización de raíces café inoculadas con la endomicoriza (asociadas o no con la leguminosa), comparados con los tratamientos donde el café no fue inoculado con la endomicoriza. Igualmente, en esta evaluación se encontraron diferencias significativas en los contenidos de P, K y Mg de la parte aérea y en el contenido de P en las raíces de *A. pintoi*, a favor de los tratamientos donde la leguminosa fue inoculada con *G. etunicatum* (asociadas o no con café) comparados con los tratamientos no inoculados.

En las dos evaluaciones realizadas se encontraron diferencias significativas en crecimiento y niveles de colonización a favor de plantas de *A. pintoi* inoculadas con *G. etunicatum* (con o sin asociación con plantas de café) comparadas con los tratamientos en los cuales la leguminosa no fue inoculada con la endomicoriza. La inoculación simultánea de la endomicoriza con la bacteria fijadora de nitrógeno influyó sobre las variables de nodulación (tamaño de los nódulos) a favor de los tratamientos donde la leguminosa fue inoculada simultáneamente con la bacteria fijadora de nitrógeno y la endomicoriza, comparados con los tratamientos donde la leguminosa fue inoculada solamente con la bacteria fijadora de nitrógeno. La asociación café-*A. pintoi* y el efecto de la inoculación con los dos microorganismos no favoreció el crecimiento de las plantas de café. *G. etunicatum* mostró efectividad en el crecimiento de la leguminosa independientemente de su asociación con café.

MANCHA MANTECOSA (*Colletotrichum* sp.)

Biología

Como organismo alterno a *C. kahawae*, es utilizado *C. gloeosporioides* causante de la mancha mantecosa para estandarizar metodologías de

manejo de este género en condiciones de laboratorio y campo.

Observaciones al microscopio de luz no permitieron observar estructuras del hongo dentro del tejido. Observaciones al microscopio electrónico de barrido, mostraron que al parecer la presencia de síntomas en la planta obedece a reacciones de defensa al ataque del patógeno, o, a reacciones de hipersensibilidad por la presencia de una toxina en los exudados del hongo.

ENFERMEDADES DE LOS CÍTRICOS

Nutrición - Enfermedad

El estudio de la influencia de los elementos minerales y sus deficiencias en el metabolismo de los azúcares no reductores, fue evaluado en árboles de tangelo *Mineola* sembrados en condiciones hidropónicas.

Se ha logrado inducir en condiciones de cultivos hidropónicos y en invernadero, síntomas de deficiencias de: N, S, Fe, B, Zn, Mo y Mn.

Las evaluaciones de laboratorio para la determinación de la concentración de sucrosa y análisis foliares, muestran una disminución en los contenidos de este azúcar en los tratamientos que suministraron las soluciones nutritivas deficientes en cada uno de los elementos minerales esenciales, excepto en los árboles regados con la solución deficiente en K, donde la concentración de sucrosa aumentó por encima del testigo (árboles nutridos con la solución completa Hoagland).

Los tratamientos con síntomas de deficiencias, presentan microscópicamente disminución del grosor de la cutícula comparado con el testigo, destacándose las hojas con deficiencias de S, ya que muestran menor espesor de la cutícula.

Variabilidad de *Alternaria* sp.

Con el fin de observar la variabilidad existente en aislamientos de *Alternaria* provenientes de tangelo *Mineola* se busca aislar y purificar aislamientos de *Alternaria* sp. provenientes de diferen-

tes órganos afectados, de muestras colectadas en tangelo *Mineola* y evaluar diferentes aislamientos monoespóricos de *Alternaria* spp. a nivel morfológico, patogénico e isoenzimático con el fin de encontrar polimorfismo que permitieran conocer la variación existente. De muestras colectadas en cuatro localidades de la zona cafetera y se obtuvieron cultivos monoespóricos y luego de evaluar diferentes condiciones y medios de esporulación, se concluyó que el medio agar V8, a pH 6,0 e incubado en oscuridad solo con una inducción final de luz, activó la esporulación. Las características morfométricas de conidias por colonia, mostraron variación entre colonias pero ninguna en relación con el órgano de donde se aisló el patógeno o la localidad. En geles de almidón y poliácridamida, utilizando la técnica isoenzimática, se determinó que para las enzimas evaluadas con el aislamiento de *Alternaria* codificado como 12 se presentó un patrón electroforético diferente a el de los demás aislamientos. Las pruebas de patogenicidad realizadas en órganos desprendidos mostraron diferencias en los porcentajes de infección, pero fue contrastante la característica no patogénica del aislamiento 12. Los estudios realizados evidenciaron polimorfismo en *Alternaria*, la cual determinó la existencia de variación en esta especie asociada a los cítricos.

ENFERMEDADES DE LAS ORQUÍDEAS

Reconocimiento e Identificación de Enfermedades y Plagas En *Cattleyas* Colombianas.

Con el fin de determinar los agentes causantes de enfermedades (Hongos, bacterias, virus y nematodos) y las plagas (Ácaros, insectos y moluscos), en 6 especies de *Cattleya* de origen colombiano, se visitaron 10 cultivos de orquídeas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda y Valle del Cauca.

Hasta el momento se han obtenido 745 aislamientos de hongos que incluyen patógenos, contaminantes y no determinados, de los cuales se han identificado parcialmente cerca de 30 géneros. De estos hongos, están registrados en la literatura como patógenos: *Cattleya* spp.: *Alternaria*, *Botryodiplodia*, *Botrytis*, *Colletotrichum*,

Curvularia, Fusarium, Graphium y Pestalotia. Específicamente, se han realizado pruebas de patogenicidad para **Fusarium**, encontrándose un (1) aislamiento patogénico.

Para bacterias se obtuvieron 39 aislamientos y se identificaron parcialmente a nivel de género 14, incluyendo **Erwinia, Pseudomonas** y **Xanthomonas**. De estas bacterias se inocularon 9 aislamientos sin obtener confirmación de su patogenicidad.

Respecto a los virus, se obtuvieron avances en el conocimiento del cultivo y manejo de algunas plantas indicadoras sin lograr resultados en las inoculaciones en dichas plantas por aspectos conocidos. Así mismo, fueron evaluadas 52 muestras recolectadas, detectando el 59,6 % de ellas con CyMV, el 0 % con ORSV solo, el 3,85 % infectadas con ambos virus y el 36,5 % produciendo resultados por confirmar en ORSV solo o en infección combinada.

Respecto a las plagas, en 8 de las 27 muestras recolectadas se han determinado parcialmente los insectos **Furcaspis sp. (Homoptera diaspididae)** y **Eurytoma sp. (Hymenoptera eurytomidae)**.

DIAGNÓSTICOS FITOSANITARIOS

Se realizaron visitas de diagnóstico a cultivos de café, papaya, feijoa, manzano, durazno, pino, eucalipto y heliconias en fincas de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Cundinamarca, Antioquia, Valle, César, Magdalena y Norte de Santander, donde fueron detectadas y recomendadas medidas de control para las siguientes enfermedades:

Café

Mancha de hierro (**Cercospora coffeicola**)
Llaga macana (**Ceratocystis fimbriata**)
LLAGA negra (**Rosellinia bunodes**)
Gotera del cafeto (**Mycena citricolor**)
Roya del cafeto (**Hemileia vastatrix**)
Palomilla del cuello (**Dymicoccus brevipes**)
Mancha mantecosa (**Colletorichum gloesporiodes**)
Nematodos (**Meloidogyne spp.**)

Toxicidad en zocas de la variedad Colombia por Glifosato

Cítricos

Secamiento de los cítricos (**Ceratocystis fimbriata**)
Mancha foliar (**Alternaria tenuissima**)

Papaya

Pudrición de raíces producida por encharcamiento y problemas de suelos.

Feijoa, Manzano y Durazno

Pudrición de los pétalos de feijoa (**Botrytis spp.**)

Pino y Eucalipto

Mal de rayo y problemas radicales por excesiva humedad.

Deficiencias nutritivas y baja fertilidad del suelo en **Pinus patula** y **Pinus oocarpa**.

Heliconias

LLAGA negra (**Rosellinia bunodes**).

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA

SELECCIÓN POR RESISTENCIA COMPLETA A LA ROYA DEL CAFÉ.

Posibles nuevos componentes de la Variedad Colombia.

En 3 experimentos sembrados en 1992 y 2 en 1993, se evalúan 151 progenies de Caturra X H de T, posibles nuevos componentes de la variedad Colombia.

En los materiales del primer grupo de ensayos se está realizando una selección "entre" progenies, que ha originado una población con alta producción (637 @ c.p.s/ha-año), resistente a la roya, con excelentes características del grano, menor altura por planta que la población original y mas uniforme respecto a esta característica. Al seleccionar las mejores plantas "dentro" de las progenies mencionadas, se ha obtenido una población "élite" de progenitores, cuya descendencia se

espera que supere las características de las generaciones anteriores.

En el segundo grupo de experimentos se destacan varias progenies de alta producción (523 @ c.p.s./ha-año), excelente fenotipo y características del grano, y con altura por planta igual o menor aun que la variedad Caturra. Estos materiales son de especial interés para ampliar la diversidad genética, porque algunos proceden de híbridos dobles hechos con el fin de acumular genes de resistencia a la roya, y otros se derivan de cruzamientos con el Híbrido de Timor 832, una fuente de resistencia diferente a la usada en los primeros materiales desarrollados en Colombia.

Materiales de porte alto, resistentes a la roya.

Se estudiaron 50 progenies de porte alto, resistentes a la roya, provenientes de cruzamientos entre 8 introducciones de *C. arabica* y el Híbrido de Timor. en 3 experimento instalados en 1992 en Santander, Valle y Huila y en 2 instalados en 1993 en Cesar y Caldas, (Naranjal),

En todas las localidades, la variedad testigo con mayor producción, fue el café Borbón, con control químico. En relación con esta variedad, la mayoría de las progenies de porte alto tiene igual producción, mientras que varias de ellas la superan estadísticamente. Además de poseer alta producción y resistencia a la roya, las progenies reúnen excelentes características del grano, especialmente el tamaño de estos, que es mayor de 70 % de café supremo. Esto indica que los materiales de porte alto que se están desarrollando, son una valiosa alternativa para la caficultura de las regiones donde se están probando.

SELECCIÓN POR RESISTENCIA INCOMPLETA A LA ROYA DEL CAFÉ.

Evaluación regional de progenies de (C x H.T.) seleccionadas por resistencia incompleta a roya.

Veinte progenies de (C x H.T.) se han evaluado parcialmente durante dos cosechas, en cuatro localidades. Las mayores producciones (426 @

c.p.s./Ha-año) se han obtenido en La Catalina, producciones intermedias (350 y 340 @ c.p.s./Ha-año) en El Rosario y Paraguaicito. Las menores producciones en Santa Bárbara (240 @ c.p.s./Ha-año). Este comportamiento de la producción es similar al observado en los diferentes ambientes en la Variedad Colombia. El progreso de la enfermedad ha correspondido plenamente con lo esperado: baja incidencia en ambientes favorables a la roya (Catalina, Paraguaicito y Santa Bárbara) y prácticamente ausencia de enfermedad en ambientes desfavorables a la misma (Rosario). Las progenies sobresalen por el tamaño del grano, con valores de 72.3% de café supremo (valor similar al de la variedad Típica).

Evaluación preliminar del pool primario de *C. arabica*, por resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix*.

Simultáneamente con la evaluación por resistencia a la broca del café, en experimentos de campo conducidos en las Subestaciones Experimentales de La Catalina y Supía, se evaluaron por resistencia incompleta a la roya, 478 genotipos procedentes principalmente del pool primario de *C. arabica*. Se realizaron observaciones periódicas a cerca del progreso de la enfermedad y de la defoliación durante el período 1996 - 1997. Los resultados preliminares muestran que existe variación importante por resistencia a la enfermedad para conducir selección exitosa de nuevos progenitores. Los genotipos procedentes de Etiopía, constituyen un germoplasma valiosísimo para la selección por resistencia incompleta a roya, sin embargo, el proceso de la selección debe involucrar en una primera etapa la preselección de materiales por vigor vegetativo y fenotipo de las plantas.

Progreso de la roya sobre progenies de portadores de factores SH, y sobre selecciones de *C. arabica* por resistencia incompleta.

En dos experimentos se realiza la evaluación agronómica de progenies F4 de cruzamientos complejos de progenitores portadores de los factores SH de *C. arabica* y de materiales introducidos. El progreso de la enfermedad y la

defoliación, medida periódicamente durante 1996 - 1997, mostró que existe resistencia incompleta de interés en derivados del híbrido H.2185 y en las introducciones CCC.1160, CCC.1161, CCC.1163, CCC.1158, CCC.1159 y CCC.1156.

SELECCIÓN POR RESISTENCIA A LA ENFERMEDAD DE LOS FRUTOS DEL CAFÉ, CBD (*Colletotrichum* spp.)

Se probaron en el CIFC, Portugal, 51 progenies de Caturra X Híbrido de Timor, para resistencia a la enfermedad de los frutos del café, o CBD, causada por *Colletotrichum kaweeae*. Los materiales probados son 24 componentes de la Variedad Colombia y 27 progenies promisorias, los cuales se inocularon con 5 aislamientos del hongo procedentes de Camerún, Kenia, Malawi, Ruanda y Zimbabwe. Las reacciones obtenidas se observan en la Tabla.

La proporción elevada de materiales resistentes (53 %) dentro de las progenies de Caturra x Híbrido de Timor, demuestra que CENICAFE cuenta con recursos genéticos propios, muy valiosos para recombinar la resistencia a las dos enfermedades más importantes del café : la roya y el CBD.

CONSERVACIÓN Y EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA DE CAFÉ.

Las actividades del proyecto MEG05.00 "Conservación y evaluación de germoplasma de café"

giraron en torno a la documentación y reorganización de los lotes de ASIV y Etiopía I. Y como resultado de lo anterior se programaron actividades de mantenimiento, propagación, evaluación y eliminación.

Adicionalmente se inició una amplia evaluación del germoplasma para resistencia a broca y parcial a roya y se mantuvieron actualizadas al bases de datos de los Árboles Sobresalientes III, Clones del Internacional, Banco de Germoplasma II y Clones de Variedad Colombia.

Por último se continuó con el programa de propagación clonal de árboles seleccionados en los diferentes experimentos de la disciplina, y con la realización de actividades de mantenimiento para asegurar la permanencia del germoplasma colombiano de café.

MEJORAMIENTO POR HIBRIDACIÓN INTERESPECIFICA EN CAFÉ.

Se presentaron los informes finales de los experimentos MEG06.38 y MEG06.39. En el primero se estudiaron 6 progenies F2 RC2 y 11 progenies F3 RC1 y en el segundo 33 progenies F2 RC1 provenientes de diferentes progenitores de *C. canephora*. En estos informes se analiza la resistencia a roya y las características agronómicas del material estudiado y de acuerdo con ello se hace la selección, que para el experimento MEG06.38 incluye 37 individuos y para el MEG06.39, 34.

Material	Progenies probadas	Progenies resistentes	Con resistencia a:		
			1 aislamiento	2 aislamientos	3 aislamientos
Componentes V.Colombia	24	11	8	3	-
Posibles componentes	27	16	8	6	2
Total	51	27	16	9	2

Estas plantas seleccionadas, tienen alta resistencia a la roya, heredada del progenitor de *C. canephora*, y características de grano cercanas en la mayoría de los casos a las aceptadas comercialmente. El tipo de planta y la altura, especialmente en las seleccionadas en el experimento MEG06.38 es bastante similar al de la variedad Caturra. Se programó el estudio de las progenies de estas plantas seleccionadas.

PROPAGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE LA VARIEDAD COLOMBIA.

El plan de propagación de la Variedad Colombia se lleva a cabo en las Subestaciones Experimentales de Maracay, El Rosario, La Trinidad y San Antonio. En la actualidad se encuentran sembradas 179.800 plantas que ocupan un área aproximada de 20 hectáreas.

Los recientes ajustes en la composición genética de la variedad, han permitido adicionar nuevas progenies seleccionadas por atributos sobresalientes de producción, grano y resistencia a la roya. Resultado de estas selecciones, es el notable mejoramiento en el tamaño del grano, el cual inicialmente, cuando se entregó la variedad era de 55.5% en promedio; ajustes posteriores lograron incrementar la proporción de café supremo al 72.0%, y la conformación actual permite alcanzar niveles cercanos al 82.9% en tamaño del grano.

Con las áreas sembradas en la actualidad y ejecutado los planes de renovación previstos, es factible mantener una oferta de semilla de cerca de 50.000 kilos al año.

EVALUACIÓN DEL GERMOPLASMA DE CAFÉ POR RESISTENCIA A BROCA.

Se presentan los resultados de las primeras evaluaciones realizadas dentro de los experimentos MEG08.08 a MEG08.14, en los cuales se están estudiando introducciones de la colección de la FAO a Etiopía, diferentes variedades comerciales y algunos cruzamientos con ellas.

El análisis de varianza realizado con los porcentajes de infestación acumulados del primer semes-

tre de 1997 muestran, como era de esperarse, diferencias significativas entre genotipos en todos los experimentos, y un alto coeficiente de variación. La prueba de Dunnet señala diferencias de algunos genotipos etíopes con el testigo Caturra, aunque ninguna introducción tiene resistencia cercana a la inmunidad.

Queda sin embargo, por determinar si las diferencias se mantienen durante la cosecha principal (1997) cuando la producción del Caturra que ha sido baja, aumente y si son suficientes para considerar algún genotipo como una fuente de interés para el programa de mejoramiento.

EVALUACIÓN DE LA EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA EN GENOTIPOS DE INTERÉS.

1. Se estudiaron algunos factores que afectan la inducción y diferenciación de la Embriogénesis somática:

Genotipo. Se regeneraron 23 genotipos mediante embriogénesis somática directa (ESD) e indirecta (ESI), de los cuales cinco (BK.620, BK.50, BK.45, BI.698 y BI.391) tienen capacidad embriogénica alta vía ESD., y cinco (BK.620, BK.50, BI.391, BK.640 y BI.698) tienen capacidad embriogénica alta vía ESI

Remoción mecánica de flores y frutos: El objetivo es evitar la traslocación de asimilados de la hoja al fruto. La práctica favorece la respuesta vía ESD, dependiendo de la época de recolección del material vegetal. En la ESI la práctica mejora la respuesta, independientemente de la época de recolección de los explantes.

Floración: Vía ESD, la respuesta de explantes tomados antes, durante y después de la floración es igual, pero en el caso de la ESI, la respuesta es mejor cuando los explantes se toman durante la floración.

Localización de las hojas: Se evaluó la respuesta de hojas del primer y segundo par, de la parte superior e inferior del árbol. Esta localización no afecta la respuesta vía ESD, pero vía ESI las hojas de la parte superior producen mejor respuesta.

Época de recolección del material vegetal: Se confirmó que la mejor respuesta embriogénica coincide con la época de crecimiento vegetativo de los árboles. Los genotipos evaluados vía ESD produjeron mejor respuesta en abril, junio y agosto. Vía ESI la mejor respuesta embriogénica fue en junio.

Reguladores de crecimiento: El 2-IP, en una concentración de 1 mg/L, mejoró la respuesta embriogénica del genotipo Bl.698, vía ESD.

Tipo de agar: El agar Difco aumenta la respuesta embriogénica vía ESD, en comparación con el Oxoid.

2. Experimentos de maduración de embriones somáticos en medio germinación.
 - Se estudiaron dos tiempos de fotoperiodo (8 y 10 horas), con y sin subcultivo, vía ESD y vía ESI. En el primer caso, la precocidad en el desarrollo de los embriones somáticos no fue afectada por el fotoperiodo, pero la respuesta fue mejor sin empleo de subcultivos.

En la ESI, el fotoperíodo de 10 horas favoreció la formación de embriones normales, produjo mayor crecimiento de los embriones y mayor número de hojas, pero en este caso, no hubo efecto del empleo de subcultivos.

- Se probaron tres medios de germinación (MS, WP, B5) y cinco concentraciones de agar (6, 10, 12, 14 y 16 g/l), con los siguientes resultados: los medios MS y WPM favorecen la producción de hojas; el medio B5 mejora la formación de la raíz; la normalidad de las plántulas y la elongación de los tallos fueron similares con todos los medios. La menor concentración de agar probada (6 g/l), favorece la elongación de los embriones somáticos.

PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PLANTAS HAPLOIDES EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CAFÉ. EVALUACIÓN MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE PLANTAS DE CAFÉ REGENERADAS *IN VITRO*.

Investigaciones en la producción de haploides.

Avances en el cultivo de anteras: Con el objeto de optimizar la metodología de regeneración de plantas a partir de anteras de café, fueron adelantados diferentes experimentos que incluyeron la evaluación de 1824 anteras durante tres épocas de siembra y utilizando tres genotipos diferentes. Los resultados permitieron definir una serie de condiciones propias de cada genotipo con respecto a la temperatura de inducción, las sales básicas del medio y los reguladores de crecimiento adecuados. Las variedades Caturra y Catuay así como el híbrido F1 de Caturra X Híbrido de Timor, mostraron una clara respuesta diferencial a los factores evaluados.

Se encontró que la inducción a temperaturas de 33°C no inhiben la respuesta de las anteras medida como porcentaje de callogénesis. Sin embargo, la viabilidad de las microsporas se ve reducida en un 63 %, como se pudo demostrar al aislar las microsporas contenidas en la antera.

Caracterización de plantas regeneradas: Se evaluaron dos poblaciones de plantas obtenidas por cultivo de anteras de la variedad Catuay y del híbrido F1 de Caturra X *Canephora*. Aplicando un análisis multivariado utilizando 3 características morfológicas relacionadas con el número de cromosomas, fue posible separar individuos por diferencias en su nivel de ploidía. Se propone ahora confrontar tales resultados con una cuantificación del DNA total, para verificar la validez de estos indicadores morfológicos indirectos, cuya utilidad en la discriminación de progenies híbridas ya ha sido demostrada.

EVALUACIÓN MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE SOMACLONES

Se continuó la evaluación morfológica y agronómica de los somaclones regenerados a partir de embriogénesis somática directa. La caracterización realizada hasta hoy e iniciada dos años atrás con 220 árboles, muestra una alta homogeneidad fenotípica con respecto a las plantas obtenidas por semilla. Diferencias significativas pero estrechas se han encontrado para el número y longitud de los entrenudos a favor de los somaclones, sin embargo, estas características no representan una ventaja agronómica importan-

te. Aunque la evaluación de la producción y la resistencia a roya aún no se completa, no se han detectado diferencias significativas entre los dos tipos de árboles estudiados.

ESTUDIO BIOQUÍMICO Y MOLECULAR DE LA PRINCIPAL PROTEÍNA DE RESERVA DE LA SEMILLA DEL CAFETO

Se aisló ADN genómico a partir de hojas liofilizadas de *Coffea arabica*, cv. Colombia y se sometió a digestión con 12 enzimas de restricción. Después de realizar la electroforesis de los productos de digestión se realizó una transferencia "southern" del ADN digerido a una membrana de nylon y se hibridizó con una sonda marcada con [³²P] y de un tamaño aproximado de 900 pares de bases correspondiente a gran parte de la región codificadora de la proteína de reserva predominante en el endosperma del café. En condiciones de alta astringencia se logró la hibridización de 8 de las 12 muestras analizadas, las cuales mostraron señal positiva en una sola banda. Los resultados sugieren, en forma preliminar, que el cDNA clonado de la legumina 11S del café es reconocido en el genoma de *Coffea arabica*, L. como un solo gen, a diferencia de otros genes de proteínas de reserva de especies leguminosas y no leguminosas los cuales hacen parte de una familia de genes.

ESTUDIO BIOQUÍMICO DE LA ARABICINA EN RELACIÓN CON CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL CAFÉ BEBIDA

Uno de los objetivos específicos del proyecto BTE0603 es determinar las características bioquímicas de las proteinasas presentes en el grano verde de café. Se realizó la extracción de proteinasas (pH 7.0) a partir de granos recién cosechados y secados a la sombra de *Coffea arabica* cv. Caturra. Se estableció un protocolo preliminar para la determinación de la actividad enzimática de estos. La técnica se basa en la medición espectro fotométrica de la absorbancia correspondiente a la azocaseína que actúa como

substrato artificial de las proteinasas. La máxima absorbancia de la azocaseína es a una longitud de onda de 330-340 nm. El extracto de proteinasas del café contenía gran cantidad de compuestos que absorben en esta región lo que dificultó la lectura de absorbancia de la azocaseína a una de 330 nm. Estos compuestos parecen ser de naturaleza fenólica por lo que se obtuvieron extractos de proteinasas en un buffer con un inhibidor de la fenolización de los granos, el ácido dietilcarbámico (DIECA) que ha sido empleado en varias ocasiones en aislamiento de biomoléculas del café. La actividad enzimática del extracto obtenido con DIECA y a pH 7.0 mostró un reducido porcentaje de proteólisis comparado con los extractos obtenidos sin el agente inhibidor. Para iniciar los experimentos de inhibición de las proteinasas del café, los extractos obtenidos con y sin DIECA se incubaron durante 16 horas con un inhibidor de las cisteín proteasas, el E-64 (N-[N-(L-3-trans-carboxirano-2-carbonil)-L-leucil] agmatina), y se determinó la actividad enzimática. No se obtuvo una inhibición significativa de los extractos con este inhibidor a un pH 7,0

CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN GENÉTICA PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS RESISTENTES A LA BROCA DEL CAFÉ *hypothenemus hampei* (FERRARI).

Se iniciaron los cultivos de células en suspensión de los genotipos BK50, BK620, y BI698. Después de aproximadamente 4 meses en cultivo se logró el establecimiento de las suspensiones celulares. Se realizaron los primeros aislamientos de protoplastos de los genotipos BK50 Y BK620. Se tienen resultados preliminares sobre la producción de protoplastos para estos dos genotipos. En promedio se han obtenido $0,8 \times 10^6$ protoplastos viables/g de peso fresco para el genotipo BK50 y $1,2 \times 10^6$ protoplastos viables/g de peso fresco para el genotipo BK620.

Se realizó la evaluación del título de la biblioteca de cDNA de semillas del componente S34 de la variedad Colombia. El título se estimó en $5,3 \times 10^5$ ufc/ml y una concentración de $1,06 \times 10^6$

recombinantes/ g de DNA. Se realizó un primer "screening" de la biblioteca de cDNA para identificar clones de bajo número de copias. Las primeras hibridaciones se realizaron con DNA total extraído de hojas liofilizadas de la variedad Colombia. Se determinó la concentración y la pureza del DNA, mediante espectrofotometría y por digestión con diferentes enzimas de restricción. En las primeras hibridaciones solo se obtuvo una señal positiva.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE GENOTIPOS DE CAFÉ.

El trabajo de laboratorio permitió la identificación y aislamiento por primera vez de diversos transposones del genoma del tomate. Dentro de las secuencias aisladas estuvieron retrotransposones del tipo "gypsy", presentes en otras plantas, y transposones del tipo FB, presentes principalmente en *Drosophila*. Las secuencias de estos transposones serán usadas en café como **marcadores moleculares** para estudiar el nivel de polimorfismo de diversos genotipos en el proyecto de "Caracterización molecular de genotipos de café" que tiene como objetivo a largo plazo la construcción de un mapa genético del café. De igual forma estas secuencias de transposones podrían eventualmente ser usadas como **vectores** en el proyecto de transformación de café ya que muchas de ellas se ha encontrado se insertan en sitios específicos en el genoma. Los resultados obtenidos en este trabajo fueron presentados en varios congresos y reuniones a nivel nacional y en un seminario en Cenicafé.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE GENOTIPOS DE CAFÉ POR MEDIO DE LAS TÉCNICAS DE AFLP Y RAPD

El objetivo general de este proyecto es el de obtener marcadores moleculares asociados con diferentes genotipos de café. Este sería el trabajo inicial ha realizar dentro del proyecto de construir un **mapa genético de café** que eventualmente se realizaría en colaboración con la Universidad de Cornell.

Los pruebas preliminares realizadas en este proyecto han sido el ensayo de técnicas de extracción de ADN de café. La técnica de extracción de ADN ensayada produjo un **ADN de una calidad muy pobre**, que de acuerdo a la curva espectrofotométrica obtenida presenta gran contaminación. El color final de la muestra es un indicativo adicional de la gran contaminación y este varió de muestras sin contaminación mayor aparente (color claro) a muestras muy contaminadas (color óxido oscuro) (Anexo 1). Adicionalmente, **la cantidad de ADN obtenida fue muy baja** y en ningún caso se obtuvieron más de 500 ng/g de muestra procesada.

ADN obtenido de muestras diferentes muestras de café fueron usadas en varios ensayos para pruebas de **RAPD**. **En ningún caso se obtuvo amplificación del ADN**. Debido al resultado negativo con esta técnica de extracción para los ensayos de RAPD, se ensayará la técnica de Chaparro (1993) que ha producido mejores resultados para la obtención de ADN de mejor calidad y en mayor cantidad (Chaparro 1993; García, A.M., comunicación personal).

PROPAGACIÓN VEGETATIVA IN VITRO DE LA ESPECIE FORESTAL *Swietenia macrophylla*.

Swietenia macrophylla es una especie forestal nativa de América Central y Caribe, con madera de alta calidad y valor económico por lo que se ha incluido en el programa de reforestación de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

Debido a que su semilla presenta bajos índices de germinación, se ha empleado la propagación vegetativa por métodos tradicionales, pero esta técnica presenta índices bajos de multiplicación y enraizamiento, factores que pueden ser superados a través de la propagación asexual *In vitro*.

Con el objetivo de estandarizar las condiciones más eficientes para la propagación vegetativa *In vitro* de ***Swietenia macrophylla***, se indujeron brotes axilares a partir de segmentos nodales de 1 cm de longitud obtenidos de plántulas germinadas *In vitro*. Para este proceso los segmentos

nodales se sembraron en un medio de MS suplementado con las vitaminas de Gamborg (B5), sacarosa al 3% y cisteína HCl 0,037 mg/l. La mejor respuesta se logró con 0,5 mg/l de AIA y 4 mg/l de kinetina. La mayor eficiencia en la inducción de las raíces se logró en un medio de MS/4 suplementado con azúcar al 3%, carbón activado al 0,3%, y ANA 1,0 ó 0,5 mg/l. Las plantas regeneradas *In vitro* con 2 ó 3 pares de hojas y raicillas bien desarrolladas, se sembraron en tierra:arena (2:1) y se aclimataron con altas intensidades de luz y reducción gradual de la humedad.

CAPACIDAD DISCRIMINANTE DE ALGUNOS METABOLITOS SECUNDARIOS PRESENTES EN VARIEDAD COLOMBIA Y OTROS GENOTIPOS DE CAFÉ.

El objetivo de este trabajo es encontrar metabolitos secundarios que tengan capacidad para discriminar genotipos de café de interés comercial y científico: variedades Colombia, Típica y Caturra, de *C. arabica*, introducciones del Híbrido de Timor, generación F1 de Cat. X H. de T. y especie *C. canephora*. Se han obtenido resultados parciales que indican:

Compuestos alcaloides: La cafeína es la única metil xantina presente en las muestras, pero las diferencias en concentración encontradas no sirven para la discriminación dentro de una misma especie.

Compuestos fenólicos: Existen diferencias cualitativas en algunos compuestos, que permitirían establecer relaciones entre las muestras. Actualmente se trabaja sobre la caracterización de uno de estos compuestos.

Compuestos glicósidos: No existen diferencias cualitativas en los perfiles cromatográficos de las muestras. Se está analizando la variación cuantitativa como probable fuente de discriminación.

CRECIMIENTO DEL CAFETO.

Crecimiento del café en tres altitudes

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 570 días desde la siembra (dds). Las plantas completaron la etapa de crecimiento vegetativo y han iniciado el primer ciclo reproductivo.

En relación con el **crecimiento vegetativo**, no se observan diferencias apreciables en altura y número de ramificaciones primarias entre las altitudes; en cambio el número de ramificaciones secundarias muestra mucha variación. Este fue mayor a 1400 m, con un valor promedio de 65 ramificaciones, seguido por la altitud de 1100 m, con un valor de 40 y 1900 m con un valor promedio de 25. 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 a 1400 m. El desarrollo foliar fue muy similar hasta los 210 dds (ago/96), con un promedio de área por planta de 0.40 m². A partir de este momento y hasta los 480 dds (mayo/97) se observa una tendencia a mayor desarrollo foliar a 1100 m, intermedio para 1900 m y menor a 1400 m. A los 570 dds (ago/97), se observa mayor desarrollo foliar a 1400 m (3,5 m²), seguido por 1100 m (3,3 m²) y por 1900 m (2,9 m²). La caída de hojas se empieza a observar desde los 120 dds y continúa en forma creciente de ahí en adelante. A los 570 dds los valores promedio de hojas caídas por planta fueron de 1015 a 1100 m, 564 a 1400 m, y 281 a 1900 m.

En lo que respecta al **crecimiento reproductivo**, los primeros indicios de diferenciación de yemas florales se observaron a 1100 m a los 230 dds, luego a 1400 m a los 260 dds y finalmente a 1900

m a los 290 dds. Los primeros indicios de diferenciación de flores se obtuvieron a 1100 m a los 200 dds, luego a 1900 m a los 230 dds y finalmente a 1400m a los 245 dds. Las primeras flores abiertas se observaron a 1100 m a los 275 dds, luego a 1400 m los 350 dds y finalmente a 1900 m a los 380 dds. Los frutos pequeños (F1) se registraron primero a 1100 m en el muestreo de los 300 dds. En las otras dos altitudes se detectaron a los 390 dds. Los frutos lechosos (F2) se presentaron en las tres altitudes por primera vez en el muestreo de los 390 dds. Su cantidad a 1900 m fié mínima. Los frutos llenos (F3) se encontraron primero a 1100 y 1400 m a los 390 dds. En la altitud de 1900 m se detectaron en el muestreo de los 480 dds. Los frutos maduros (F4)se detectaron primero a 1100 m en el muestreo de los 480 dds. En las otras dos altitudes se observaron en el muestreo de los 570 dds.

A los 570 dds todavía no se observan diferencias apreciables entre las altitudes en la cantidad de materia seca acumulada en los tallos y ramas primarias, en cambio esta fue mayor en las ramas secundarias a 1400 m y menor a 1900 m. La materia seca acumulada en las hojas de las ramas primarias de la planta fié muy similar hasta los 210 dds (ago/96), alcanzándose un promedio de 41,6 g a 1400 m , 35,1 g a 1100 m y 45,9 g a 1900 m. A partir de este momento y hasta los 480 dds (mayo/97) se empezaron a observar diferencias entre las altitudes con una tendencia a mayor acumulación a 1900 m, intermedio para 1100 m y menor a 1400 m. A los 570 dds (ago/97), se observa una tendencia a mayor desarrollo foliar a 1900 m (409,5 g), seguido por 1400 m (318,9) y 1100 m (308,6 g). La acumulación de materia seca en las hojas de las ramas secundarias a los 570 dds fue mayor a 1400 m (118,9 g), seguido por 1100 m (69,4 g) y 1900 m (65,2 g). Esto refleja la mayor formación de ramas secundarias a 1400 m.

La cantidad de materia seca total acumulada en frutos hasta los 570 dds fue mayor a 1400 m (349,6 g), seguida por 1100 m (219,6 g) y menor a 1900 m (141,2g)

La maduración de los frutos 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.

Tomando como referencia la altitud de 1400m, hasta los 600 dds se había recolectado la mayor cantidad café cereza a 1100 m (247%) y la menor a 1900 m (13%). No obstante haberse observado mayor producción a 1100 m, es probable que estas diferencias se disminuyan por mayor incidencia de broca y de pasilla en esta localidad en comparación con las otras altitudes. Sólo hasta el próximo año se dispondrá de suficiente cosecha para evaluar la conversión a cps.

FLORACIÓN 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.

Los resultados de las mediciones de crecimiento vegetativo (altura y número de cruces) hasta los 270 días, muestran que los promedios de altura alcanzado por las plantas en las diferentes localidades varió entre 46.8 y 82.9 cm. Este crecimiento en altura fue 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 270 días, varió entre 6 y 13.

En relación con el 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 han observado valores mínimos de 229 ddspf y máximos de 365, sin considerar varias localidades donde esta condición

todavía no se ha cumplido. Hasta el momento se observa que en la localidad de Marquetalia se obtuvo el menor número de ddspf, mientras que en Pueblo Bello, Santa Barbara, El Tambo y Alban se van a necesitar mas de 400 ddspf.

Las primeras floraciones comenzaron a presentarse en los lotes desde el mes de julio/97 y fueron inducidas en gran parte por las altas deficiencias de agua que se presentaron en la zona cafetera durante los meses de julio y agosto. El mayor número de flores se observó en las localidades en el siguiente orden: Naranjal (17471), Gigante (13725), Paraguaicito (12563), La Catalina (11641), Cenicafé (7085), Convención (2717), El Rosario (1956), La Unión (1508), El Líbano (976), Santander (187), Maracay (100), Marquetalia (72), Albán (65), Sta Barbara (23), Pueblo Bello (7), La Sirena (2), El Tambo (sin datos).

Efecto de la altitud sobre la fisiología reproductiva del café *Coffea arabica* L.

Se evalúa 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 evaluaciones de crecimiento vegetativo muestran que en las ramas, a partir de los 35 d.d.s, en las tres altitudes se tenía respectivamente los siguientes promedios unitarios de área foliar: 15,74; 17,42 y 18,21. Estos promedios incrementan luego hasta los 125 d.d.s con valores de 42.34, 49.19 y 48.17. En este momento esta variable tiende a un valor constante. El promedio de la longitud de ramas fue mayor a los 605 d.d.s. en la altitud de 1400 m, con 47,43 cms, seguido por 1100 m con 44,18 cms y 1900 m con 42 cms.

El número de nudos es el componente más importante de la producción y el promedio de esta variable de nudos por rama varió con relación a la localidad y a los estratos (inferior, medio y superior). La formación de nudos además requirió de diferentes tiempos y acumulación de unidades térmicas (UT).

La iniciación del botón floral tiene lugar en las axilas de las ramas, y para llevar a cabo esta

evaluación se observaron a nivel morfológico nudos en sus diferentes estados del desarrollo (E1, E2, E3 y E4), con base a una escala de calificación descrita por Moens (1968) la cual fue modificada para este trabajo. Se encontró que la cantidad, distribución y tiempo de duración de los diferentes estados variaron con respecto a la localidad de estudio. Además se observó que a 1100 m el número de botones florales por nudo (estado del nudo E4) fue mayor, seguido por 1400 y 1900m.

Con respecto a las variables de crecimiento reproductivo, se hizo un seguimiento de los diferentes estados del crecimiento tanto de los botones florales como de frutos, a partir de dos escalas de calificación. Las localidades de 1100 y 1900 m fueron las que registraron de manera temprana el primer estado del botón floral (FL1) a los 185 d.d.s. y 90 días después se observaron a 1400 m (275 d.d.s). Los frutos en estado FR1 (pequeños) se presentaron a los 305 d.d.s. para las localidades de 1100 y 1900 m.

Este mismo comportamiento se observó para los otros estados de los botones florales y frutos, teniéndose en cuenta que la cantidad y distribución de estos órganos varía con relación a las diferentes zonas altitudinales.

Comportamiento de la floración para cosecha principal de 1997 en Chinchiná-Caldas.

El patrón de floración para cosecha principal de 1997 en las estaciones experimentales Cenicafé y Naranjal presenta las siguientes características:

1. Floraciones prácticamente nulas (menos de 0,1%) en Diciembre (recolección de de Agosto).
2. Muy baja floración (menos de 2,4%) en la primera quincena de Enero (recolección de primera quincena de Septiembre) y en la segunda quincena de Enero (recolección de segunda quincena de Septiembre).
3. Floraciones bajas (5,5-7,0%) en la primera quincena de febrero (recolección de principio de octubre) y medias (14,9%) en la segunda quincena de febrero (recolección de finales de Octubre).

4. Ninguna floración en la primera quincena de Marzo (recolección de principios de Noviembre) y floraciones altas (30,7-39,9 %) en la segunda quincena de este mes (recolección de finales de Noviembre).
5. Floraciones altas a muy altas (35,7- 54,8%) en la primera quincena de Abril (recolección de principios de Diciembre).

Con base en lo anterior se puede afirmar que las floraciones para la cosecha principal de 1997 se presentaron en la región principalmente en el período comprendido entre el 15 de Marzo y el 25 de Abril y se pueden calificar entre altas y muy altas. El comportamiento de la floración del año 1997 muestra un desplazamiento de un mes y medio en las fechas de floración, ya que en la zona las floraciones más importantes se presentan en el mes de Febrero. Es importante anotar que la cosecha principal de 1997 en la zona será muy tardía (Diciembre /97 y Enero/98).

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 septiembre en casi toda la zona cafetera, razón por la cual se espera una cosecha de mitaca muy abundante en la primera quincena de mayo/98.

Evaluación de la expresión de genes durante el período dormancia - antesis en la floración de *Coffea arabica* var. Colombia.

Durante las etapas de dormancia y antesis, el análisis de los mecanismos 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 los genes que intervienen en la diferenciación y desarrollo de las flores, los cuales permi-

tirán en el futuro obtener genotipos con patrones diferenciales de floración.

Hasta el momento se han realizado extracciones preliminares del ARN total en botones florales provenientes de diferentes tratamientos de riego con el fin de mantenerlos en las etapas de dormancia y antesis. Para esto se empleó el protocolo utilizado por Acuña (1) y se encontró que el ARN total obtenido, en una electroforesis mostró claramente dos bandas definidas correspondientes a los ARN ribosomales (28S y 18S) y entre estas bandas un barrido bastante amplio de población de ARNm no degradados, demostrando la integridad de la muestra. El rendimiento del ARN total obtenido fue de 350 g de ARN / g de tejido. En cuanto a la pureza se obtuvo una relación de absorbancia $A_{260/280}$ de 1,7.

REGULADORES DE CRECIMIENTO

Regulación de la cosecha de mitaca y su relación con *Hypothenemus hampei* (Ferr.).

Como una alternativa más en el control de *Hypothenemus hampei* Ferr. se busca interrumpir la continuidad de su ciclo de vida, para esto en Pereira (Risaralda), se evaluó la distribución de la floración y la cosecha de *Coffea arabica* L. Variedad Colombia, al aplicarle reguladores de crecimiento como el Ácido Giberélico, Hidracida Maléica, Paclbutrazol, Etefón y Carbaril. Se realizaron aplicaciones en plena floración y en prefloración correspondientes a la cosecha de mitaca, además se evaluó el crecimiento vegetativo, efectos nocivos en la planta, calidad de la cosecha y nivel de infestación de *H. Hampei* Ferr. En las aplicaciones en plena floración todos los reguladores de crecimiento tienden a incrementarla, reflejándose esto en la producción; mientras que 6 meses después tienden a disminuir la floración hasta en un 42%, aunque no se observó efecto en la producción. En las aplicaciones en prefloración los reguladores de crecimiento tienden a incrementar la floración en la siguiente época a su aplicación, y produciendo también un incremento en la producción. La Hidracida Maléica tiende a disminuir la floración en un 41%, 3 meses después de aplicada pero no lo refleja en la producción, y 6 meses después de su aplica-

ción el Ácido Giberélico tiende a reducir la floración en un 25% y el Etefón en un 27%.

FOTOSÍNTESIS DEL CAFETO

PROYECTO COLCIENCIAS - FEDERACAFE»
Estudio de la actividad fotosintética en hojas y frutos de diferentes especies de *coffea* sp.»
Cofinanciado por Colciencias y la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Convenio N 064.

CARACTERIZACIÓN DE LAS ENZIMAS FOTOSINTÉTICAS DEL CAFETO

Comparación de la actividad de PEPC y RUBISCO en tejido foliar de diferentes materiales de café (*Coffea* sp) y en maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot sculenta*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Se está llevando a cabo un programa de investigación que durante el presente año ha enfocado a la comparación de las actividades de PEPC y RUBISCO en la cubierta de granos verdes de café de 8, 18 y 26 semanas en seis genotipos diferentes (Borbón, Colombia, Típica, Colombia, Híbrido de Timor y Canephora).

Los resultados muestran que existe un efecto inhibitorio de las bajas temperaturas ocurridas en la noche anterior a la toma de las muestras sobre la actividad de PEPC en la cubierta de los granos verdes en los tres estados de desarrollo estudiados y en todos los genotipos. El anterior resultado puede ser explicado porque por un lado la enzima tiene un óptimo de actividad a los 35 C y por el otro las bajas temperaturas inhiben la síntesis *de novo* a nivel de los ribosomas.

Las concentraciones de clorofila y de proteína tienden a reducirse a medida que avanza el proceso de maduración del grano en todos los genotipos aunque la concentración de proteína es más estable en el Híbrido de Timor. La variedad Borbón presentó una concentración de proteína soluble absoluta mayor que los otros genotipos en los tres estados de desarrollo.

Para la actividad de PEPC por gramo de peso fresco, por miligramo de clorofila y por miligramo de proteína, el análisis de varianza arroja diferencias altamente significativas para el efecto de genotipo, de estado de desarrollo y de la interacción genotipo por estado, aunque las diferencias de actividad de PEPC por gramo de peso fresco no son tan notables entre estados, lo cual hace pensar que la actividad de la enzima es relativamente constante con independencia del estado de desarrollo del grano de café verde. Lo anterior está relacionado con el hecho de que a medida que el grano madura, la actividad de PEPC con base en la concentración de clorofila de la cubierta tiende a aumentar ya que la cantidad absoluta de clorofila desciende con el proceso de maduración del grano. Igual respuesta se puede evidenciar de los resultados de actividad con respecto a la concentración de proteína en la cubierta que desciende a medida que avanza el proceso de maduración del grano.

El análisis de varianza para la actividad de RUBISCO por gramo de peso fresco, por miligramo de clorofila y por miligramo de proteína muestran diferencias altamente significativas para genotipo, estado y la interacción genotipo por estado. En general la actividad de RUBISCO en términos de peso fresco de la cubierta del grano tiende a descender a medida que avanza el proceso de maduración en contraste con la actividad de PEPC que tiene una mayor estabilidad, mientras que la actividad de RUBISCO en términos de concentración de clorofila tiende a descender en dos genotipos (Caturra, Borbón) y a ascender en los cuatro genotipos restantes.

La actividad de RUBISCO por miligramo de proteína tiende a ascender ligeramente en los genotipos Colombia, Borbón, Típica y Canephora que a pesar de mostrar diferencias significativas aparentan una relativa estabilidad. Los genotipos Caturra e Híbrido de Timor muestran tendencia al descenso en la actividad de la enzima en términos de concentración de proteína, lo cual quiere decir que para estos genotipos la maduración del grano representa un efecto reductor de la actividad de la enzima que puede estar ligado a la disminución de la concentración de proteína con el proceso de maduración.

Los resultados permiten sugerir que a medida que avanza el proceso de maduración del fruto de café se va haciendo mayor la importancia relativa de la carboxilación fotosintética vía PEPC en la cubierta del grano.

La modificación del protocolo de aislamiento y purificación de PEPC de tejido foliar de maíz introduciendo la cromatografía de intercambio iónico en gel de hidroxapatita permitió la purificación cercana a homogeneidad de la enzima (0.853 mg) con una actividad cercana a las 20 unidades por mg de proteína. La proteína aislada se utilizó para la obtención de antiPEPC en suero sanguíneo de conejo.

DETERMINACIÓN DE LAS TASAS DE FOTOSÍNTESIS Y OTRAS VARIABLES FISIOLÓGICAS RELACIONADOS CON ESTE PROCESO.

Determinación de las tasas de fotosíntesis y otras variables fisiológicas de la planta de café bajo condiciones de laboratorio.

Se realizó un estudio sobre la concentración diaria de CO_2 , para CENICAFE, plan alto, encontrándose que la mayor concentración se da a las 3:00 am con 394 ppm y la menor a las 3:00 pm con 368 ppm. Se observa también que actividades como guadañar en los alrededores, incrementa la concentración y días nublados la reduce.

Caracterización de la fotosíntesis en diferentes genotipos de café.

Se realizó una caracterización de la fotosíntesis para doce genotipos de café bajo condiciones de campo, encontrando alta disparidad en los resultados de las variables de intercambio gaseoso, lo cual no permite realizar agrupamientos o caracterizar la mayor actividad del intercambio gaseoso por genotipos, esto es debido a que las diversas condiciones ambientales en el campo para el momento de la medición fluctúan en forma continua y no permite tener las mismas condiciones para cada medición, por lo cual se repitió el

estudio bajo condiciones controladas; también se estudió la cantidad de clorofilas, proteínas, tamaño y número de estomas entre otras. Se encontró que la mayor actividad fotosintética se da en plantas de 8 meses de edad y a medida que se incrementa la edad decrece la actividad fotosintética. La fotosíntesis mas alta en Típica con un promedio de 8.6 moles de $\text{CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$ y la menor, en el Híbrido de Timor con un promedio de 1.17 moles de $\text{CO}_2/\text{m}^2.\text{s}$.

Se encontró una alta similitud en los comportamientos de la conductancia estomática y transpiración, sugiriendo que ambos procesos van ligados. Se observó que el genotipo que mayor cantidad de agua pierde por transpiración es Caturra y este también presenta la mayor conductancia estomática.

Efecto de la temperatura sobre el comportamiento fotosintético y otras variables fisiológicas de la planta de café.

En tres altitudes del departamento de Caldas (1900, 1400 y 1100 m), se evaluó con un analizador de gas infrarrojo (LCA-ADC) durante tres horas del día (09, 13 y 15 horas) la fotosíntesis y variables fisiológicas de la planta de café durante su fase vegetativa. Los resultados indican que las condiciones climáticas asociadas a la altitud influyen en la fotosíntesis, ya que se observa un incremento de ésta en respuesta al aumento de la altitud de 1100 a 1900 m (7,8 a 9,8 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{h}^{-1}$, 6,6 a 8,0 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{h}^{-1}$ y 4,8 a 5,2 $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2\cdot\text{h}^{-1}$ para las 09, 13 y 15 horas respectivamente). Este comportamiento se encuentra relacionado con disminuciones en la temperatura (31,1°C a 27°C a las 09, 33,9°C a 28,0°C a las 13 horas y 31,6°C a 25,7°C a las 15 horas), con disminuciones en la radiación (1432,9 a 1022 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a las 09 horas, 1337,7 a 731,5 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a las 13 horas y 502,9 a 230,8 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a las 15 horas) y a su vez con incrementos en la humedad relativa para las mismas altitudes y horas (59,4% a 66,9%, 61,3% a 64,1% y 54,2% a 58,3%, respectivamente).

La transpiración no presenta un patrón definido de comportamiento tanto a la misma altitud durante las tres horas evaluadas como a una

misma hora altitudes. Se encuentra además, una tendencia a la disminución en la concentración interna de CO_2 en cada altitud durante las horas del día; en tanto que entre altitudes la tendencia es al incremento en la concentración al aumentar la altitud en cada una de las horas (258,2 a 301,2 mol mol^{-1} , 219,7 a 248,8 mol mol^{-1} y 200,7 a 262,0 mol mol^{-1} entre las 09 y 15 horas respectivamente).

La conductancia estomatal, disminuye en cada altitud durante el día, mientras que al aumentar la altitud de 1100 a 1900 m se asocia un incremento de la misma (0,09 a 0,19 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a las 09 horas, 0,054 a 0,095 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a las 13 horas y 0,035 a 0,061 $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ a las 15 horas).

De los resultados obtenidos en las tres altitudes evaluadas, se puede concluir que a 1900 m se asocian condiciones de temperatura, radiación y humedad relativa más favorables para el proceso fotosintético en comparación con las condiciones respectivas a los 1400 y 1100 m, las cuales durante las diferentes horas de evaluación en el día, o bien entre altitudes, en ciertas ocasiones no presentan variaciones considerables.

Variación en la fotosíntesis neta y punto de compensación de CO_2 en varios genotipos de *Coffea* sp.

La variedad Colombia, Caturra y el Híbrido de Timor y especies C_3 y C_4 como fríjol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea mays*), fueron expuestos a diferentes temperaturas (15°C, 25°C y 35°C) y concentraciones de CO_2 , para determinar la respuesta fotosintética y el punto de compensación de CO_2 en función de la concentración interna del mismo y de la temperatura de la hoja. Las tasas de fotosíntesis neta en hojas de café fueron similares para los tres cultivares expuestos a temperaturas de 15°C (5,0-5,3 $\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$) y 35°C (4,9-5,5 $\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$), estos resultados fueron menores que las tasas fotosintéticas observadas a 25°C (5,4-11,7 $\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$). El cultivar Colombia presentó la tasa fotosintética más alta (11,7± 0,6 $\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$), seguida por Caturra (10,9± 0,5 $\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$) e Híbrido de Timor (5,4±0,3 $\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$). El punto de compensación de CO_2 se incrementó con la

temperatura y se observó que el Híbrido de Timor presentó los valores más altos, tales como: 75,9 ppm y 99,8 ppm con temperaturas de la hoja entre 15°C, 25°C y 35°C respectivamente y el cultivar Colombia los más bajos (38,2, 40,6 y 48,5 ppm).

Foto-respiración, respiración mitocondrial y fotosíntesis en hojas de cultivares de *Coffea arabica* L.

Al comparar la tasa fotorrespiratoria con patrones metabólicos de plantas C_3 y C_4 se puede argumentar que el café es una planta con metabolismo fotosintético tipo C_3 , además existe una estrecha relación entre la tasa fotorrespiratoria y la presencia de peroxisomas en las células del tejido del mesófilo, los cuales se pudieron detectar a través del estudio de la ultra estructura de la hoja. En cuanto a la respiración mitocondrial se observó que existe respuesta por genotipo en el porcentaje de liberación de CO_2 tanto en plantas expuestas a la luz como a la oscuridad. El genotipo que presentó los mayores gastos porcentuales de CO_2 por respiración fue el Híbrido de Timor, mientras que las variedades caturra y Colombia presentaron valores más bajos.

ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA EN FRUTOS DE CAFÉ

Caracterización de la actividad fotosintética en frutos de café (*Coffea* sp.).

La morfología, anatomía y ultra estructura, intercambio de CO_2 y actividad de las enzimas ribulose 1,5 bisfosfato carboxilasa/oxigenasa (Rubisco) y PEP carboxilasa (PEPC) fueron evaluadas en frutos de diferentes genotipos de café, con el objeto de determinar la importancia de la contribución fotosintética de este órgano a su propio crecimiento y al de toda la planta. El pericarpio del fruto en desarrollo presenta estomas protuberantes (137. mm^2 a los 45 días de edad; 80. mm^2 a los 195 días), cloroplastos con granas bien desarrollados y clorofila (0,45 ± 0,09 g.g^{-1} p.f.). La actividad de rubisco (1,53 $\text{micromol NADH. min}^{-1}\text{ mg}^{-1}$ clorofila) fue más baja y la de PEP carboxilasa (1.54) fue más alta que en hojas (4,28 y 0,50 respectivamente). La relación PEPC/

Rubisco presentó valores cercanos a 1,0 sugiriendo así que la ruta de PEPC es posiblemente el mecanismo de carboxilación predominante en frutos de café. El intercambio de CO_2 fue alto (2,16 micromol $\text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) en frutos jóvenes y disminuyó (0,18 micromol $\text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) con la edad. Existen diferencias en este comportamiento entre especies y cultivares de *Coffea sp.*

ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR DE LA FOTOSÍNTESIS DEL CAFETO

Aislamiento y caracterización del cpDNA DE *Coffea arabica*, cv. Caturra.

Se construyó una genoteca representativa de cpDNA de *Coffea arabica*, cv Caturra. La evaluación del 43% de la genoteca realizado con la sonda *rbc L* de *Nicotiana tabacum*, no identificó clones *rbc L* de *Coffea arabica*, cv Caturra. Se logró la extracción y análisis de restricción con Pst I del cpDNA de *Tetragonia tetragonioides* conocida como espinaca de Nueva Zelanda, vegetal consumido en la región cafetera.

Caracterización de los genes de la Glicina Decarboxilasa y de la Glicolato Oxidasa de diferentes genotipos de Café (*Coffea sp.*)

Se realizó extracción de ADN de *Pisum sativum* y de 4 especies de café (*Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Coffea congensis* y *Coffea eugenioides*) los 6 genotipos propuestos de buena integridad, calidad y concentración y se logró amplificar por PCR utilizando primers específicos diseñados a partir de la secuencia del gen de la Glicina decarboxilasa (Subunidad P) de *Pisum sativum* un fragmento de 427 pb en todos los genotipos a excepción del Híbrido de Timor. Los fragmentos obtenidos fueron clonados en plásmidos vectores (pCRII y pMOSblue) y transformados en la cepa Dh5a de *E. Coli*. Una vez seleccionadas las colonias recombinantes todos los fragmentos clonados fueron secuenciados.

El análisis de las secuencias mostró que existe una alta homología entre las secuencias de los genotipos de café (98 % en ácidos nucleicos y

99% en aminoácidos) y que mantiene un estrecha relación con *Pisum sativum* y otros géneros de plantas (78 % en ácidos nucleicos y 83 % en aminoácidos). Así mismo la comparación con los genes homólogos de otros organismos como Pollo (*Gallus gallus*), Humano (*Homo sapiens*), *E. coli* y *S. Cerevisiae* no bajan del 60% en ácidos nucleicos y del 63% en ácidos nucleicos.

Como conclusiones de este trabajo se tiene la estandarización de las técnicas para aislamiento y purificación de ADN total de especies de café de excelente calidad y de PCR para amplificación de genes específicos utilizando iniciadores diseñados a partir de secuencias homologas de otras especies. Se obtuvieron además sondas del gen de la subunidad P de la Glicina decarboxilasa de *Pisum sativum* y de 4 especies diferentes de café (*Coffea arabica*, *Coffea canephora*, *Coffea congensis* y *Coffea eugenioides*). Se reconoció la alta homología existente en esta secuencia tanto entre el genero *Coffea* entre si como con relación a otros individuos filogenéticamente menos distantes como *Pisum sativum* y distantes como *Homo sapiens* o *E. coli*. Fue muy difícil correlacionar las diferencias de cada uno de los genotipos en el proceso de fotorespiración (del cual forma parte la Glicina decarboxilasa), con la evidencia encontrada.

NUTRICIÓN DEL CAFETO

Absorción y traslocación del Magnesio en presencia de Potasio y de Calcio en plantas de café (*Coffea arabica* L.) cultivadas en medio hidropónico.

Se realizó un trabajo para determinar la distribución natural del Mg^{2+} , K^+ y Ca^{2+} en los diferentes órganos de la planta de café variedad Colombia (durante su primer ciclo reproductivo), y en segunda instancia un ensayo de simulación del nivel de concentración de los tres bioelementos.

En el primer trabajo se generó un modelo de distribución de los tres bioelementos en los órganos de la raíz, el tallo, las ramas y las hojas, a partir de sus respectivos estados de concentración.

Las raíces secundarias registraron mayores contenidos de Mg, K y Ca que las raíces primarias en un 56,3%. Las concentraciones promedio para Mg, K y Ca, durante el primer período reproductivo fueron de 0,12; 0,67 y 0,27% M.S, respectivamente.

Con excepción del Ca que no mostró diferencias significativas entre estratos, los mayores contenidos promedio en tallos para el Mg y el K, se presentaron en el estrato superior con concentraciones de 0,19 y 1,67 % M.S, respectivamente.

Únicamente la presencia de Mg y K en ramas, mostró concentraciones diferenciales entre los estratos; coincidiendo en su mayor concentración promedio en el estrato superior, con registros de 0,41 y 2,08% M.S. respectivamente. Los tres bioelementos presentaron mayor concentración promedio en la posición distal de las ramas.

Se evidenciaron variaciones significativas en las concentraciones foliares de Mg, K y Ca entre los tres estratos, reportándose para Mg y K contenidos máximos promedio de 0,32% M.S. en el estrato inferior y 1,55% M.S. en el estrato superior respectivamente. Adicionalmente la mayor concentración de K en hojas se obtuvo en la posición distal de las ramas. El Ca reportó su mayor concentración en la ubicación estrato inferior- posición basal con un valor de 1,04% M.S.

En el segundo trabajo, empleando un sistema hidropónico (HIDROCULTURE - LUWASA), se simularon tres niveles de concentración para el factor Magnesio (bajo=12, medio = 48 y alto = 84 ppm) y dos niveles tanto para el factor Potasio (bajo=40 y alto=428 ppm) como para el factor Calcio (bajo = 40 y alto = 360 ppm), en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3×2 . Se incluyó la concentración media de los tres bioelementos (MMM), como testigo absoluto.

La deficiencia de Mg en las raíces de las planta de café variedad Colombia con un valor de 0,46% M.S., se presentó por efecto de una baja concentración de Mg en la solución nutritiva. De otra parte, la deficiencia de Mg se presentó por efecto de una alta concentración de K en la solución

nutritiva, con una respuesta de concentración en la raíz de 0,42% M.S. La concentración normal de Mg en la raíz fue de 0,47% M.S.

La deficiencia foliar de Mg (valor más bajo reportado con respecto a la concentración del tratamiento MMM = 0,49% M.S.) se presentó en cuatro formas 1) Una alta concentración de K en la solución nutritiva, produjo una concentración foliar de Mg de 0,34% M.S. 2) Una baja concentración de Mg en la solución nutritiva, incidió en una baja concentración de Mg en las hojas (0,29% M.S.). 3) La aplicación de una alta concentración de K y alta de Ca en el medio nutritivo, así mismo, desarrolló un estado de insuficiencia del Mg (0,31 % M.S.). 4) La aplicación en solución nutritiva de un efecto combinado, de bajo Mg, alto K y alto Ca, repercutió en una deficiencia de Mg (0,27% M.S.).

Una concentración alta de K en el tejido foliar (6,22% M.S.), proveniente de una alta concentración de K en la solución nutritiva (428 ppm), incidió en una baja concentración de NO_3^- foliar; determinado a través de su reducción a NO_2^- (0,84 ppm NO_2^- / g hojas * hora), mediante la reacción catalizada por la enzima Nitrato Reductasa.

Una concentración baja de Ca en el tejido foliar (0,64% M.S.) proveniente de una baja concentración de Ca en la solución nutritiva (40 ppm), incidió en una baja concentración de NO_3^- foliar; determinado a través de su reducción a NO_2^- (0,87 ppm NO_2^- / g hojas * hora), mediante la reacción catalizada por la enzima Nitrato Reductasa.

De acuerdo a la cinética de Michaelis- Menten, las hojas de plantas de café con concentraciones normales de Mg, K y Ca (tratamiento MMM), a las cuales se les aplicó el trazador ^{45}Ca ; presentaron los máximos valores tanto de la velocidad máxima ($V_m=125,21$ Bq) como de la constante de afinidad ($K_m= 0,0030$), con respecto a los restantes tratamientos. De acuerdo con lo anterior, mientras mayor es el valor de la constante de Michaelis (K_m), mayor es la disociación entre el complejo ion transportador y el ^{45}Ca ; y por lo tanto, menor es la afinidad del ^{45}Ca por los sitios de enlace del ion transportador.

La adición de Mg como elemento portador de una solución de ^{86}Rb , produce al momento de aplicarse en los tejidos foliares de plantas provenientes de un tratamiento MMM (concentraciones normales de Mg, K y Ca), una inhibición no competitiva. Este tipo de inhibición se explica por el impedimento en la movilización del K (movilidad comparable a la de Rb) a las zonas apicales de la planta, producido por la adición de Mg a una fuente potásica con concentración media-baja.

Modelación matemática de la planta de 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, Desarrollo foliar, Absorción de radiación por el dosel, Fotosíntesis de hojas individuales, Fotosíntesis de la planta y del cultivo, Respiración de mantenimiento, Respiración de crecimiento y eficiencia de conversión, Desarrollo del fruto, Distribución de materia seca. 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

Durante el período del informe se realizaron evaluaciones cuantitativas de daño por granizo sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta y del efecto del déficit hídrico sobre el desarrollo del fruto de café

Efecto del Granizo sobre la planta de café.

El 7 de abril de 1997 se presentó una granizada en la predios de la Estación Central Naranjal. Con el objeto de cuantificar el daño causado sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo se realizó una evaluación 15 días después. Se encontró que un 64% de las hojas fueron rasgadas. Observaciones posteriores mostraron que cuatro meses después estas hojas permanecían en la planta y no había ocurrido defoliación. Tampoco se observó secamiento de hojas. En relación con los daños en frutos. Se encontró que aproximadamente un 13,4% de los frutos presentaban golpes superficiales y prácticamente ninguno presentaba rupturas como consecuencia del impacto del granizo. El grado de severidad de esta granizada en una escala de 10 se calificaría como 3.

Evaluaciones del efecto del déficit hídrico asociado al fenómeno de EL NIÑO sobre el crecimiento y desarrollo del fruto de café.

Debido al intenso verano que se presentó en la zona cafetera colombiana en los meses de julio y agosto de 1997, asociado al fenómeno de EL NIÑO, se produjo en muchas regiones un déficit hídrico muy marcado que afectó la cosecha, incrementando el vaneamiento y afectando el llenado de los frutos, especialmente en aquellas regiones con mayor susceptibilidad al déficit hídrico caracterizadas por baja altitud, suelos con poca capacidad de retención de agua, o manejo deficiente del cultivo. El daño en frutos por efecto de una deficiencia hídrica se puede clasificar en cuatro tipos:

1. **Granos Vacíos (Flotantes):** uno o ambos lóculos del fruto aparecen vacíos, sin ninguna formación de endospermo. Estos granos al beneficiarlos producen el defecto "espuma" o "pasilla".
2. **Granos parcialmente formados:** uno o ambos lóculos del fruto presentan formación parcial del endosperma, sin que se llegue al llenado completo. Estos granos alcanzan a madurar y producen el defecto "averanado".

3. Grano negro: Frutos en un estado de desarrollo muy avanzado con una ligera tonalidad amarillenta y que al partirlos muestran una o ambas almendras desarrolladas y de un color café muy oscuro, casi negro. Estos granos al beneficiarlos producen el defecto "espuma" o "pasilla".

4. Granos pequeños: El fruto se desarrolla pero adquiere un tamaño inferior al normal. Este tipo de grano se hace más perceptible al momento de la trilla.

El fenómeno de EL NIÑO sobre el crecimiento y desarrollo del fruto de café.
 Se sabe que el café es un cultivo muy sensible a las variaciones de temperatura y humedad. Durante el período de desarrollo del fruto, cualquier cambio en las condiciones ambientales puede afectar el crecimiento y desarrollo del fruto. El fenómeno de EL NIÑO, que se caracteriza por un aumento de la temperatura y una disminución de la humedad, puede causar un desarrollo prematuro del fruto, lo que resulta en granos más pequeños y con un color más oscuro. Este tipo de grano se conoce como "grano negro" y puede causar defectos como "espuma" o "pasilla" al beneficiarse. Por otro lado, una disminución de la temperatura y un aumento de la humedad pueden causar un desarrollo más lento del fruto, lo que resulta en granos más grandes y con un color más claro. Este tipo de grano se conoce como "grano blanco" y puede causar defectos como "pasilla" o "espuma" al beneficiarse.

El fenómeno de EL NIÑO sobre el crecimiento y desarrollo del fruto de café.
 El fenómeno de EL NIÑO es un fenómeno climático que se caracteriza por un aumento de la temperatura y una disminución de la humedad. Este fenómeno puede afectar el crecimiento y desarrollo del fruto de café de varias maneras. En primer lugar, el aumento de la temperatura puede causar un desarrollo prematuro del fruto, lo que resulta en granos más pequeños y con un color más oscuro. Este tipo de grano se conoce como "grano negro" y puede causar defectos como "espuma" o "pasilla" al beneficiarse. En segundo lugar, la disminución de la humedad puede causar un desarrollo más lento del fruto, lo que resulta en granos más grandes y con un color más claro. Este tipo de grano se conoce como "grano blanco" y puede causar defectos como "pasilla" o "espuma" al beneficiarse. Por lo tanto, es importante monitorear las condiciones climáticas durante el desarrollo del fruto de café para poder tomar las medidas adecuadas para evitar estos defectos.



ETÍA

9 Investiga la adaptación agronómica y la productividad de las especies vegetales que sirvan para proporcionar ingresos complementarios al cultivador cafetero, en monocultivos o asociadas al café.

NORMALIZACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

Está en marcha un programa nacional de transferencia de resultados a todos los niveles que hacen parte del proceso producción-comercialización.

El proceso de ratificación de las propuestas de Norma, se concluyó en el mes de abril de este año. El país tiene a disposición para su consulta y aplicación Normas Técnicas Colombianas, soportadas por un trabajo de investigación.

Para este proceso se cuenta con la participación de Comités Departamentales de Cafeteros, Secretarías de Agricultura, UMATAS, asociaciones de productores y cadenas de supermercados.

Producto	Número de la Norma
Naranja Valencia (<i>Citrus sinensis</i> Osbeck)	NTC 4086
Tangelo Mineola(<i>Citrus reticulata</i> x <i>Citrus grandis</i>)	NTC 4085
Lima Tahití (<i>Citrus aurantifolia</i>)	NTC 4087
Higo (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Miller)	NTC 4100
Granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss)	NTC 4101
Mora (<i>Rubus glaucus</i>)	NTC 4106
Tomate de árbol (<i>Cyphomandra betacea</i> Send.)	NTC 4105
Piña manzana (<i>Ananas comosus</i> L. Meer)	NTC 4102
Fresa var. Chandler (<i>Fragaria chiloensis</i>)	NTC 4103
Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalantus</i> Haw)	NTC 3554
Piña Cayena lisa (<i>Ananas comosus</i> L. Meer)	NTC 729-1
Alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.)	NTC 4104
Espárrago verde (<i>Asparagus officinalis</i> L.)	NTC 4107

AGUACATE

El aguacate es un fruto que se cosecha y comercializa en estado de madurez "hecho", debido a que así soporta la manipulación, el empaque y transporte desde los cultivos hasta los puntos de venta.

Las variedades evaluadas son: Hass, Fuerte, Trinidad, Booth 8, Trapp, Lorena, Santana y Choquette, a través del calibrado con la medición del peso, longitud y diámetro mayor, es posible establecer las diferencias en forma y tamaño que existen entre ellas. Esta información es el soporte de la Norma Técnica Colombiana.

GUANÁBANA

En el país el 63,2 % de la producción tienen peso entre 1701 g y 3000 g. Frutos de tamaño mediano o pequeño son preferidos para consumo en fresco y los de mayor tamaño (>3600 g), pueden ser utilizados en las plantas procesadoras de pulpas.

MANGO

A diferencia de otras frutas, en el mango no se presenta una relación directa entre la coloración externa (cáscara) con el avance de la madurez, debido a esto, se estableció una tabla de color, con base en la coloración interna (pulpa), para cada variedad.

Se estableció el peso como parámetro para determinar el calibre, debido a que la longitud y el diámetro presentan un estrecho rango de variación con relación al peso. Este comportamiento se observa en las variedades evaluadas.

Con respecto al tamaño, se pueden clasificar como mangos grandes las variedades Keitt, Kent y Tommy Atkins (peso > a 500 g).

Con respecto a la variación de tamaños, los siguientes son los rangos de peso más representativos dentro de la producción:

Mango Var. Irwin:	301 - 650 g	74,4 %
Mango Var. Tommy Atkins:	> 650 g	77,8 %
Mango Var. Van Dyke:	> 500 g	88,2 %
Mango Var. Kent:	501 - 800 g	76,1 %
Mango Var. Keitt:	501 - 1000 g	86,1 %

Con relación a las características internas se destaca:

- Que independiente de la variedad el contenido de pulpa es superior al 65 %, presentando el mayor rendimiento la variedad Keitt.
- Las variedades que presentan mayor contenido de acidez son Van Dyke y Keitt (superior a 0,7 % ácido cítrico) y el de menor contenido de ácido cítrico la variedad Kent (entre 0,6 y 0,7% ácido cítrico).
- Presentan el mayor contenido de sólidos solubles totales, las variedades Van Dyke e Irwin en los últimos estados de madurez definidos en la tabla de color (17 y 13,7 ° Bx respectivamente).
- Con relación al índice de madurez la variedad Irwin presenta desde los primeros estados los valores más altos.

MELÓN VARIEDAD CANTALOUPE

La relación peso - longitud y diámetro, indica que los calibres para este producto están determinados por la variable peso.

El 87 % de la producción se encuentra concentrada en frutos con peso menor a 1600 g, destacándose el calibre de 801 g - 1200 g con el 39,5 %.

Teniendo en cuenta que el ciclo de producción de este producto es muy corto, de 15 a 25 días, en función de la zona de producción (Tolima o Valle), entre los días 10 y 14 se presentan los mayores valores de peso promedio.

La maduración interna del melón, se presenta desde la semilla hacia la cáscara, reportando los mayores valores de sólidos solubles (7 °Bx) y los menores contenidos de acidez (0,011 meq/100 ml de jugo) en la zona cercana a la semilla.

La determinación de la consistencia, se relaciona con la tabla de color, ya que presenta valores desde 8,2 Kgf/cm² en el color 0 hasta 5,6 Kgf/cm² en el color 6.

UCHUVA

La producción general se concentra entre 15,1 mm y 22.0 mm de diámetro ecuatorial con el 89,8 %.

Existe una relación directa entre el tamaño del fruto y el estado de madurez, ya que el diámetro y el peso aumentan con respecto a la tabla de color.

No es posible elaborar una tabla de color por cada calibre, puesto que el tamaño del fruto (peso y diámetro ecuatorial), tiende a aumentar con el avance de la madurez.

Los análisis físicos y químicos tienen una relación directa con la tabla de color, ya que presentan las siguientes tendencias:

- Contenido de pulpa: aumenta desde 28,3 % en el color 0 hasta 54,5 % en el color 6.
- Sólidos Solubles Totales: aumentan desde 9.5°Bx en el color 0 hasta 14,9 °Bx en el color 6.
- Acidez Titulable: el contenido de ácido cítrico disminuye desde 2,64 % en el color 0 hasta 1,49% en el color 6.
- Índice de Madurez: la relación °Brix/% ácido cítrico aumenta desde 3,63 en el color 0 hasta 10,47 en el color 6.

CAUCHO

Los registros de producción indican un buen potencial productivo de varios clones; los más destacados son: el FX 3864, RRIM 703, RRIC 110.

Otro aspecto importante es que los clones más antiguos (11 años de plantados, aún no estabilizan la producción la cual sigue en aumento).

Las pruebas de calidad muestran que en el grupo de materiales evaluados existe una amplia gama de calidades lo que permite ofrecer materia prima para varios usos.

Para el año 97, y en forma general, la incidencia de problemas patológicos disminuyó en las tres localidades en donde se llevan las evaluaciones. Se registraron porcentajes del orden del 5% de incidencia de raya negra ocasionada por *Phytophthora* sp., en los clones Brasileños, sin embargo en los clones asiáticos y debido a la alta humedad que se registra en el cultivo como consecuencia de la asociación con cacao, se observa que los IR-22 y RRIC-110 al igual que el aZo anterior presentan los mayores porcentajes de incidencia.

El único problema patológico que presentó un incremento fue *Rosellinia pepo*, causante de la llaga estrellada. Para este aZo se inició un manejo diferente, el cual consiste en podas de raíces.

Es importante resaltar el incremento del secamiento de árboles debido al Brown Bast, en la mayoría de los clones evaluados, tanto Brasileños como Asiáticos.

Debido a problemas administrativos en los sitios de evaluación, se suspendieron las evaluaciones en las localidades de Riosucio y Victoria.

CITRICOS

Del trabajo de evaluación de variedades y portainjertos se han detectado variedades de naranja que por las características de calidad tienen potencial para su explotación como materia prima para la agroindustria, tales como la Galicia, Enterprise, Salustiana y Hamlin.

Del grupo de las mandarinas sobresale la Clementina por su productividad, la excelente calidad y la tolerancia a *Alternaria*, la Arrayana también ha mostrado muy buen comportamiento.

Con respecto a los portainjertos, los trifoliados como Suky x English, Sunky x Jacobson, C-4475, Kryder y Rich 21-3, muestran gran adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas y son muy precoces, productivos y tolerantes a problemas sanitarios como la gomosis. Los de porte bajo tienen una gran ventaja sobre los de porte alto porque los superan en eficiencia (kg/m^3) con rendimientos superiores, cercanos al 100%.

El buen comportamiento y la adaptación de gran parte del banco de germoplasma introducido de Córcega, ofrece una alternativa para ampliar la gama de especies y variedades a cultivar, tanto para el mercado fresco como procesado.

Se concluyó el trabajo sobre la epidemiología de la Mancha foliar de los cítricos ocasionada por *Alternaria tenuissima* en dos localidades con los siguientes resultados:

- La enfermedad present\ un comportamiento epidémico en Tanambí-Risaralda y endémico en La Cristalina- Antioquia.
- Aquellas regiones con valores del 76% o menos de humedad relativa y temperatura de 23/C o m°s , presentan las mejores condiciones para evitar epidemias severas de la enfermedad.
- En la localidad donde se presenta la enfermedad en forma endémica (La Cristalina - Antioquia), se obtuvieron producciones contrastantes de 20 ton/ha, en comparación con aquella localidad donde la enfermedad es severa (Tanambí- Risaralda) con una producción de 1 ton/ha.
- Donde se presenta la enfermedad en forma epidémica (tanambR), fué encontrada una relación directa entre el número de horas lluvia y la tasa de desarrollo de la enfermedad en hojas.
- En TanambR, con la enfermedad en forma epidémica se afecta la calidad de la fruta (Diámetro ecuatorial y peso).

FORESTAL

A nivel Nacional se seleccionaron 112 Poblaciones de las especies de interés, como Fuentes Semilleras para la obtención de semilla. A nivel internacional se efectuaron contactos con algunas Instituciones especializadas en Centroamérica.

La recolección de semillas se efectuó, a nivel Nacional, en 92 progenies dentro de las poblaciones seleccionadas. A nivel Internacional se adquirió semilla de 28 procedencias ubicadas en 4 países Centroamericanos. Lo anterior totaliza 11,688 gramos de semilla recolectados a nivel Nacional y 2,600 gramos obtenidos a nivel Internacional.

Para el establecimiento de las plantaciones se han seleccionado 14 sitios, totalizando 58 hectáreas, propiedad de Cenicafé, Comités Departamentales de Cafeteros, Corporaciones Autónomas Regionales y Particulares. Estos sitios se ubican en 10 Departamentos bajo diferentes condiciones bioclimáticas.

Para el estudio y conservación de bosques naturales se seleccionaron 4 relictos de bosques, a los cuales se les efectuó la caracterización florística y estructural. Se destaca dentro de los estudios realizados a la fecha, la ubicación de especies importantes como Roble (*Quercus humboldtii*), Guayabo (*Alfaroa colombiana*), Mondey (*Lecythis sp*), Cedro negro (*Juglans neotropica*) y Mediacaro (*Pouteria lucuma*).

La producción de plántulas se efectuó en dos viveros, ubicados en los municipios de Chinchiná y Valledupar, permitiendo la producción de 52,890 plántulas de las especies de interés para el establecimiento de las investigaciones.

MACADAMIA

De los 15 materiales que se vienen evaluando en tres localidades (Paraguacito, La Romelia y La Catalina), la variedad HAES 741 ha registrado los mayores valores en cuanto altura (5,96 m). La variedad HAES 246 ha registrado los mayores diámetros de copa (3,56 m y 3,69m). La variedad Beaumonth ha presentado las mayores

producciones, le siguen en su orden la variedad HAES 800 y la Yonik entre otras. Para este año se inició la producción de macadamia en La Romelia.

En general las evaluaciones indican que los porcentajes de frutos sanos se mantuvieron estables, sin embargo se encontró variabilidad en la caída de frutos biches en las diferentes variedades. Para este año se confirma el manejo que se le viene dando al daZo por el perforador de los frutos (*Ecdyolopha* sp.), es decir, la recolección periódica de los frutos permite mantener los niveles de daño por debajo del 5%. En general se ha observado muy buen comportamiento tanto agronómico como fitosanitario. Igual comportamiento se registró en el jardín clonal y en el lote donde se están evaluando las 5 variedades procedentes de Costa Rica.

En cuanto a la producción de café, se observa variabilidad de la producción en las tres localidades.

El huerto sembrado en 1.969, presenta una disminución en la producción, básicamente por la muerte de árboles ocasionada por la llaga estrella. Sin embargo los tres materiales que se seleccionaron como promisorios han mantenido su comportamiento y productividad.

PASSIFLORACEAS

La productividad, la calidad y la longevidad de varios de los materiales evaluados, indica que es posible ofrecer al gremio de productores, nuevas variedades para renovar el parque productivo con unas mayores posibilidades de incrementar la productividad, la calidad y la eficiencia en los huertos; de la misma forma mejorar la oferta de materia prima para la agroindustria, con unos parámetros de calidad que permitan a las plantas procesadores lograr una mayor eficiencia en sus procesos, obtener unos productos terminados de mejores características y ser más competitivos.

Los resultados logrados en la multiplicación vegetativa a través de los injertos permiten la posibilidad de instalar viveros para multiplicar materiales destacados y fomentar siembras con variedades más homogéneas en producción y calidad.

PLATANO

Germoplasma

Excelente comportamiento del Clon Mbourucú (Africa) en las condiciones de la Estación Central de Naranjal: peso del racimo 12,5 Kg y 90% fruta extra y primera calidad.

Comportamiento agroeconómico de materiales de siembra D. Harton.

En términos prácticos no hay diferencias en producción/calidad entre vitroplantas, yemas en bolsa y cepas en las condiciones de Paraguaicito y Hda. Chagualito.

Se ha incrementado en vitroplantas (Paraguaicito) la variación somaclonal consistente en el tipo de racimo "dominico".

Ecofisiología de los plátanos en altitud.

En metabolismo primario: fotosíntesis/transpiración hay diferencias entre las variedades FHIA-1, Fougamou y D. Hartón y estas son más acentuadas por encima del 1.400 m.s.n.m.

En eficiencia en el uso de agua, FHIA-1 es el mejor y Fougamou el peor.

La acumulación de Flavanas es distinta para cada variedad y lugar, pero globalmente Fougamou mostró 30% más que FHIA-1 y D. Hartón

No hay una relación clara entre la concentración Flavanas y la infección por la Sigatoka amarilla, en ninguna de las variedades.

Dinámica de nutrientes en tres unidades de suelo (Unidad Montenegro, Unidad Chinchiná y Unidad Líbano).

Hay diferencias en los efectos de la fertilización sobre el complejo de cambio: en las unidades Montenegro y Líbano se observó acidificación y fijación del fósforo.

En la Unidad Chinchiná y Unidad Líbano hubo enriquecimiento en K⁺, pero no ocurrió en la Unidad Montenegro, lo que significa en éste caso, una alta pérdida del fertilizante aplicado.

Hay evidencia de que el nivel del k⁺ intercambiable, se modifica (pierde) en relación con la lluvia acumulada.

La respuesta del Dominico Hartón en desarrollo y producción a la fertilización está en relación al enriquecimiento por K⁺ en el complejo de cambio.

PRODUCCION ANIMAL

El hato fue manejado en forma comercial, pero la meta era mejorar los índices de producción y reproducción, presentando los siguientes parámetros:

Edad a la primera concepción: 24 meses

Edad al primer parto: 33 meses

Porcentaje de natalidad: 71,66%

Edad de destete: 113 días

Largo de lactancia: 328 días

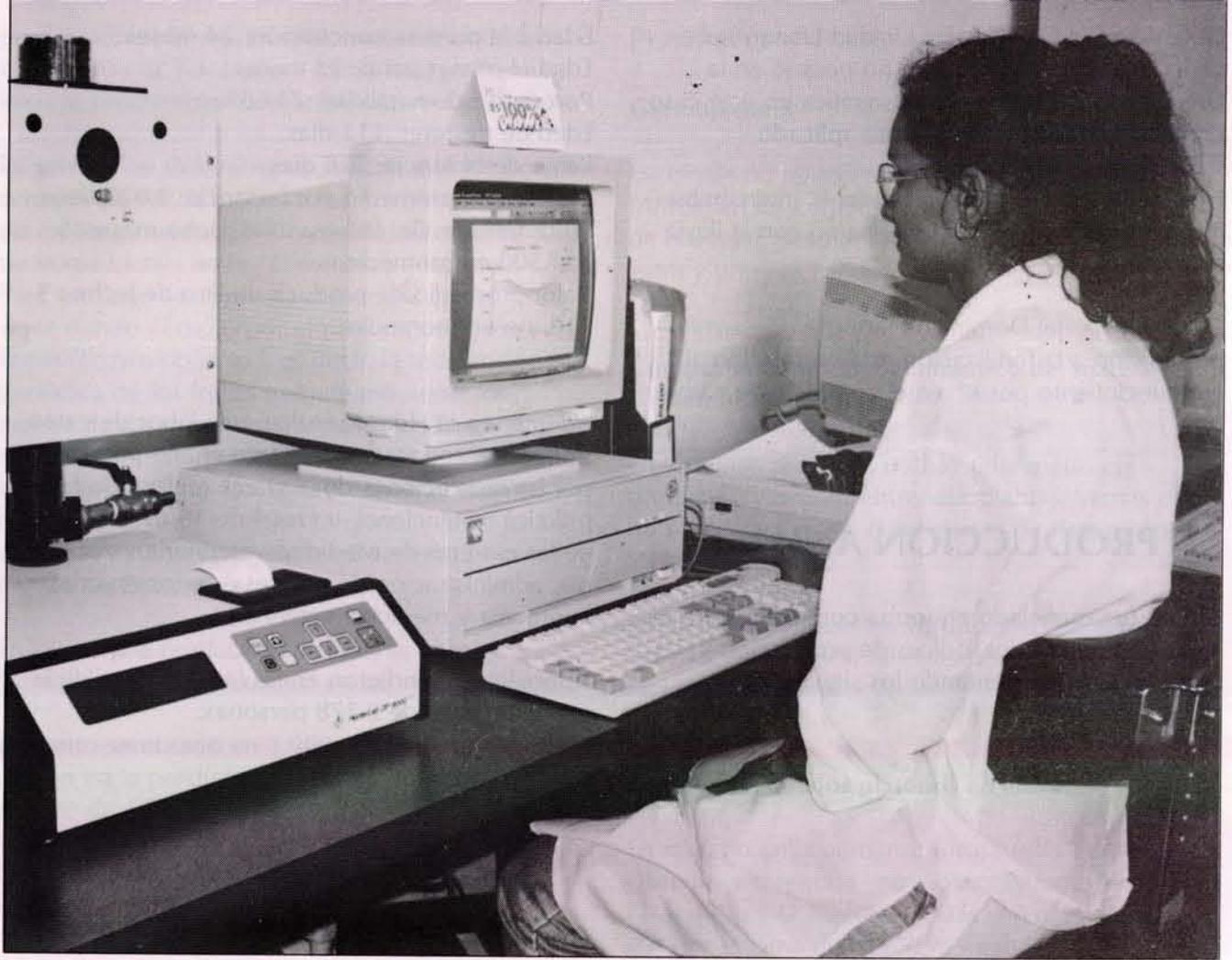
Producción promedio por lactancia: 3.927 litros

Valor ternera de ternera a los ocho meses: \$ 327.500 en promedio

Valor promedio de producir un litro de leche : \$ 218, 00 en promedio.

Además en la Hda. se realizó una labor de extensión y de capacitación, durante el año pasaron por las instalaciones de la granja realizando la práctica institucional, un total de 16 estudiantes de las carreras de Medicina veterinaria y zootecnia, administración de empresas agropecuarias, zootecnia y medicina veterinaria.

También se atendieron en las instalaciones de la granja un total de 2.378 personas.



PASSIFLORACEAS

La producción de los variedades de los materiales para mejorar el grado de producción, nuevas variedades para renovar el parque productivo con una mayor productividad de cosecha, la calidad y la resistencia, funciones de la sistema de agua para la gestión de materia prima para la agremiación, con unos parámetros de calidad que permitan a las plantas procesar los productos de una manera adecuada en sus procesos.

G

enera, adapta y transfiere conocimientos científicos y tecnológicos en el área industrial para mejorar la calidad del café y de otros productos y recursos naturales de las zonas cafeteras, con el fin de incrementar la competitividad en el mercado nacional e internacional.

comunidad de ingenieros jóvenes para multiplicar talentos, destacadas y fomentar siembras con variedades más homogéneas en producción y calidad.

En relación con el uso de agua, FHIA 1 es el

La variedad y el tipo de suelo son factores para cada variedad y lugar, pero globalmente Fougasse mostró 30% más que FHIA 1 y O-Torre.

Hay diferencias en los efectos de la concentración de azúcar y la acidez por la digestión amarilla en ninguno de las variedades.

Hay diferencias en los efectos de la fermentación sobre el contenido de azúcar en los granos de Monserato y Fougasse en términos de azúcar y acidez.

El Programa de Industrialización tiene como objetivo la generación, adaptación y transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos en el área industrial del procesamiento del café, de otros productos y recursos naturales de zonas cafeteras, con el fin de incrementar su consumo y competitividad en el mercado de productos de calidad, nacional e internacionalmente. Con este propósito se desarrollaron las siguientes actividades en la vigencia del año en curso.

Se dió final término a las siguientes nueve (9) 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 1996, y que a continuación se resumen los resultados más importantes:

DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FISIOLÓGICAS Y FISICOQUÍMICAS DE FRUTAS EN ALMACENAMIENTO CONTROLADO

La aplicación de sistemas de preservación a los productos agrícolas para la comercialización nacional e internacional, requiere la investigación de los procesos de maduración y senescencia para cada producto, a fin de establecer las condiciones de almacenamiento y transporte adecuados.

Esta investigación realizó estudios sobre las características del adsorbedor "soda lime", y sobre el comportamiento fisiológico y fisicoquímico en poscosecha de la feijoa, almacenadas a tres temperaturas (7°C, 12°C y temperatura ambiente) con el fin de obtener los parámetros básicos aplicables a la conservación en atmósferas controladas de CO₂ y O₂, en las proporciones efectivas, a temperatura ambiente. La reducción de la temperatura de almacenamiento se tradujo en resultados que favorecieron el mantenimiento de atributos de calidad de la feijoa. Todas las variables evaluadas mostraron interacción significativa entre el tiempo y la temperatura de almacenamiento a excepción del contenido de vitamina C, la cual mostró pérdidas significativas al final del

almacenamiento a 12 °C y 7 °C. De acuerdo a la evaluaciones fisicoquímicas la feijoa puede ser conservada por más de 16 días a temperaturas de almacenamiento de 12 °C y 7 °C, permaneciendo apta para el consumo sin diferencias significativas a estas dos temperaturas para el pH, la acidez, concentración de sólidos solubles y dureza. La presencia de un máximo respiratorio, característico de en frutas climatéricas, fue observado en el sistema de medida abierto como cerrado.

EMPAQUES PARA CAFÉ TOSTADO : SECUESTRANTES DE OXÍGENO, GAS CARBÓNICO Y AGUA

El conocimiento del comportamiento del café tostado empacado en diferentes envases y condiciones atmosféricas diferentes, determina la rotación por el envejecimiento del producto en los supermercados y distribuidores. Conociendo las diferentes técnicas que se aplican actualmente para extender la conservación del producto como los empaques al vacío, en atmósferas inertes, modificadas o controladas, se investigó la utilización de adsorbedores específicos de gran capacidad para CO₂, O₂, y H₂O, que hasta el momento no se han utilizado a nivel nacional. Con el conocimiento de las isotermas de sorción del café tostado y la medición de los gases liberados y el contenido de lípidos, se determinó la estabilidad y tiempo de vida útil del café tostado en grano y molido a diferentes condiciones de almacenamiento: dos tipos de empaque (uno flexible, bolsa de polipropileno bioorientado metalizado; y otro rígido, frasco) introduciendo los secuestrantes "Ageless" para eliminar el oxígeno residual y el dióxido carbonico. Se almacenaron en tres condiciones de temperatura: Honda, 30 °C; Letras, 10 °C y Manizales, 17 °C. Se realizaron análisis fisicoquímicos y sensoriales a los 50, 90 y 155 días de almacenamiento.

En las condiciones de este estudio se estableció que los cambios dados en el café tostado almacenado con secuestrantes no alteran la calidad del producto. El café tostado en grano y envasado en frasco conservó mejor las condiciones iniciales, mientras que el café molido y empacado en

bolsa, no. La temperatura que presento la mayor consistencia en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales evaluadas fue en Letras con 10 °C.

INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE TORREFACCIÓN Y ENFRIAMIENTO NO CONVENCIONALES SOBRE LA CALIDAD DEL PRODUCTOS FINAL

De algunas experiencias a nivel de laboratorio sobre los procesos de torrefacción rápida, desrollados a altas temperaturas y tiempos cortos, comparados con los procesos convencionales, se trabajó en la determinación de las características físicas, fisicoquímicas y sensoriales del producto final con relación al tipo de torrefactor, sistema de enfriamiento y calidad de materia prima (humedad, mezclas). Es una investigación apoyada activamente por la Fábrica de Café Luker, dado su interés por el conocimiento de los procedimientos modernos de torrefacción y sus efectos sobre la calidad del producto final.

La materias primas utilizadas fueron: mezcla patrón de café verde, cafés con humedades de 3,5, 12 y 15 %, clasificados en mallas 15, 16 y 17 respectivamente.. Estas muestras se prepararon y torrefactaron tradicionalmente y por tostación rápida a nivel de laboratorio. Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de Componentes principales, encontrándose diferencias en los atributos fisicoquímicos de los cafés según el tostado por los diferentes métodos, y según las condiciones del café verde. Según estos atributos, puede establecerse su influencia del método de tostado y el tipo de la materia prima sobre la calidad del producto final, pudiéndose discriminar entre muestras, identificando las variables responsables de esta discriminación.

EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CAFÉ, A PARTIR DE CAFÉS DE BAJO PRECIO. PARTE 1: CAFÉ BROCADO.

Con el fin de explorar las posibilidades de industrialización del café brocado, se evaluó su potencial para la producción de aceite esencial del café,

estudiando diferentes procesos de extracción para escoger el que mejor rendimiento produzca y asegure la mejor calidad. Las expectativas de mercado del aceite de café es promisorias por sus aplicaciones en productos alimenticios, cosméticos, aromatizantes, etc..

Se utilizó café afectado por el daño de la broca, tostándolo en condiciones normales. Para la extracción de aceite de café se utilizaron dos métodos: extracción por extrusión (exprimido) del cual se obtiene un aceite fijo con una alta carga volátil (aceite esencial) y extracción con solventes, del cual se obtiene solamente aceite fijo de café. Se evaluaron las características sensoriales del aceite de café, además de un análisis cualitativo de los volátiles del aceite.

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico de las pruebas sensoriales indican que el aceite obtenido por extrusión tiene buenas características sensoriales, de acuerdo a la escala utilizada, mostrando un mejor comportamiento para el café brocado grado 1, y aceptable para café brocado grado 2 y 3. El análisis de los compuestos volátiles mediante cromatografía de gases, de los aceites de café brocado grado 1 y 2, comparado con el aceite de café en buen estado, presenta una alta similitud, confirmado los resultados sensoriales. Los compuestos heterocíclicos (furanos, pirroles, piridinas, pirazinas, etc.) constituyen la principal familia en estos compuestos volátiles.

UTILIZACIÓN DE ENZIMAS HIDROLÍTICAS EN LA EXTRACCIÓN DE CAFÉ

Uno de los productos definitivos en el procesamiento del café para la producción de cafés solubles o instantáneos es el extracto industrial. Normalmente, el extracto se obtiene en baterías de extracción bajo condiciones extremas de altas presiones y temperaturas (180 °C, 20 bars) con variaciones de acuerdo a un compromiso de rendimiento del proceso y calidad del extracto.

Como alternativa se investigó la aplicación de enzimas hidrolíticas para la extracción de materiales solubles a temperaturas inferiores a la de

ebullición del agua y a presión atmosférica. Se seleccionaron cinco (5) complejos enzimáticos en determinados sustratos para establecer la eficiencia de la extracción, determinar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas y comparar estas propiedades con los extractos obtenidos por los métodos tradicionales. Para esto se utilizaron finalmente tres enzimas comerciales (Gamanasa, Pectinex AR y Xylanasa) y una mezcla de éstas, en concentraciones de 0, 100, 300 y 500 ppm, en tiempos de extracción de 30, 60 y 90 minutos.

Se empleó como materia prima café tostado y molido con granulometría promedio de 0,7829 mm, suministrado por la Fábrica de Café Liofilizado. Se realizó la extracción en un reactor acondicionado, empleando 150 g de café y 1350 g de agua para cada preparado enzimático. Se ha encontrado que no hay efecto significativo del tiempo en las variables medidas. La concentración de sólidos solubles aumenta con las enzimas Gamanasa y Pectinex AR en concentraciones de 200 ppm. El pH del extracto se reduce con la enzima Xylanasa. La Gamanasa tiene mayor efecto en reducción de la acidez.

El rendimiento de la concentración es mayor cuando se emplea la mezcla de enzimas con una concentración de 300 ppm. También se comparó el efecto combinado con y sin enzimas en extracciones a presión atmosférica y a presión de 45 psi. La viscosidad del extracto a presión atmosférica tiene una reducción del 40 % cuando se compara la del extracto con enzima que la del extracto sin enzima, mientras que la reducción a presión de 45 psi resulta ser de 30 %. En los análisis de los azúcares de los extractos con enzimas se observa un aumento de su contenido y la aparición de nuevos monosacáridos.

APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA DEL CAFÉ: ALTERNATIVAS PARA LA BORRA

Los residuos producidos por las fábricas de solubles de café están representados por la gran cantidad de borra o café agotado (cerca de 22.270 ton/año en base seca). Estos residuos generan

un impacto ambiental en cualquiera de las formas que los tratan actualmente: incineración, rellenos sanitarios. Para contribuir en la solución de algunos de estos problemas, se investigó la extracción de colorantes y la separación de pulpas con alta proporción de celulosa por métodos fisicoquímicos. Los compuestos obtenidos se caracterizaron químicamente y se evaluó la factibilidad económica de los procesos.

La caracterización de la borra del café se puede resumir así: 37,52 % de solubles en NaOH al 1 %; 29,83 % extractable con alcohol-benceno; 27,55 % de lignina y 38,83 % de alfa celulosa, con relación al peso inicial de borra en base seca, valores similares a los reportados por Blaire (Clarke, 1987)

Utilizando la técnica de cromatografía de capa fina se detectaron en una primera aproximación tres lípidos en el material colorante con posibilidades de aplicación en la curtiembre de pieles y en la fabricación de pinturas a base de aceites. La cantidad de material extractable con cloroformo es del 32 % para un tiempo de 16 horas. Se recomienda utilizar tiempos de proceso entre 3 y 4 horas y una relación solvente/borra de 2 l/Kg borra en base seca, lográndose eficiencias del 75 % del total del material extractable con cloroformo. Del residuo de la extracción de colorantes se obtienen pulpas con un contenido de 8,72 % de lignina, 85,75 % de alfa celulosa y 0,44 % de extractos con alcohol: benceno. Las condiciones óptimas de operación son de 9 atmósferas, 22 % sulfidez 3 horas. La pulpa se puede purificar hasta un 95 % de alfa celulosa si se emplea la secuencia de blanqueo coloración - extracción alcalina - tratamiento con hipoclorito de sodio, eficiencia del 86 %, con base en la cantidad de pulpa cruda a blanquear.

AISLAMIENTO E HIDROLIZACIÓN DE PROTEÍNA DEL CAFÉ ALMENDRA DEFECTUOSO

Continuando con la valoración de subproductos del café, se buscaron alternativas para el café defectuoso como fuente de otros productos de interés industrial y nutricional. Para esto se trabajó en el aislamiento, hidrolizado y en la determina-

ción del contenido de proteína del café verde brocado y del café ripio, comparado con el café verde normal, aplicando métodos de procesamiento similares al de la soya.

El mejor solvente resultó ser el acetato de etilo con el que se obtuvieron contenidos finales de 0,33 % de cafeína y 0,27 de grasas. Usando ripio desgrasado y descafeinado de esta manera, con un contenido de proteína de 13,45 % (Nx 6,25 Kjeldahl) para encontrar las condiciones óptimas de su extracción y aislamiento (40 °C, pH = 9, relación agua/sólidos en peso a volumen de 6,5 y dos horas tiempo de extracción). Para la precipitación por acidificación, se seleccionó el pH = 3,4 como valor óptimo donde se obtiene la cantidad de precipitado. La mejor concentración de la sal cloruro de calcio que se encontró para la precipitación fue de 0,12 molar.

Para el análisis de las propiedades fisicoquímicas de la proteínas se han elaborado cuatro aislados de proteína precipitados con sal con un promedio del 25 % (Nx6.25) y dos aislados con ácido por el método Kjeldhal con un promedio del 55 % (Nx6.25) de proteína.

EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO DE FRUTAS Y HORTALIZAS BAJO LA TÉCNICA DE ATMÓSFERAS MODIFICADAS. PARTE 3: UCHUVAS

Conocida la demanda ascendente de la uchuva en el país y en el exterior como fruta exótica, PROEXPOR y el Comité de Cafeteros de Caldas están interesados en promover su cultivo en zonas cafeteras como alternativa de cultivo intercalado. Se hace necesario investigar en diferentes frentes sobre este cultivo, en especial en la poscosecha donde el tema de la conservación de la fruta es definitivo.

Para el almacenamiento y transporte en fresco de la uchuva se utilizó la tecnología de las Atmosferas Modificadas (AM) ya aplicada al caso de los champiñones con éxito, pero con adecuación al tipo de película del empaque, y la composición de la atmósfera que debe emplearse, según los estudios de la respiración de este producto.

La uchuva resulta ser una fruta no climatérica aunque para las tres condiciones de la fruta (con y sin cáliz, y cáliz despuntado) se presentó un aumento de la tasa respiratoria durante el día 12 para la uchuva sin cáliz y en los días 28 al 33 para la uchuva con cáliz, y en los días 26 al 28 para la uchuva con cáliz despuntado. De todas las películas de empaques utilizadas (PEBD, PEAD y Cryo-Vac, Aluminizada, Poly-ac y EVOH, Poliéster/Polietileno) para el almacenamiento de la uchuva con y sin cáliz en atmósfera modificada resultó ser la de Poliéster/Polietileno dado que no presenta el efecto de abombamiento del empaque. Con este empaque con atmósfera compuesta de CO₂, O₂ y N₂ en la proporción de 5, 10 y 85%, y a temperatura de 4°C, se obtuvieron las mejores características sensoriales y microbiológicas, hasta por 30 días sin cáliz y hasta por 60 días con cáliz como tiempo de conservación.

OBTENCIÓN Y ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL ACEITE DEL GUSANO DE SEDA

El aceite de crisálida del gusano de seda *Bombyx mori* es un producto industrial de la sericultura y una fuente potencial de ácido linoleico. Como subproducto en la producción de la seda, el aceite presenta un alto contenido de ácidos grasos esenciales y esteroides, sustancias que tienen aplicación en la cosmetología y dermatología.

Dado que no existen estudios a nivel nacional sobre la obtención y utilización de este recurso, se realizaron extracciones por métodos Soxhlet y maceración, con diferentes solventes como el éter de petróleo, benceno y hexano para determinar el mejor rendimiento, evaluando sus propiedades organolépticas, físicas, químicas, composición de los ácidos grasos y los perfiles de los compuestos terpénicos y esteroides, mediante la cromatografía de gases - espectrometría de masas.

El porcentaje de sustancias extraídas a partir de las crisálidas está asociado a la interacción entre solvente y método de extracción, lo mismo ocurre con los índices de yodo, saponificación,

peróxidos y acidez. Las características de densidad, índice de refracción y viscosidad dependen de los solventes empleados. Se encontró que el aceite extraído por medio de cuatro de los seis tratamientos evaluados, presenta ácido linoléico en mayor porcentaje por el método Soxhlet-éter de petróleo, lo que posibilita el uso del aceite con las propiedades cosméticas atribuidas a este ácido graso.

El análisis de Cromatografía de Gases acoplada a la Espectrometría de Masas muestra que de los ácidos grasos de interés cosmético del aceite extraído de las crisálidas del gusano de seda están los siguientes; Saturados: Mirístico (14:0), Palmítico (16:0), Esteárico (18:0); Monoinsaturados: Oléico (18:1) y Linoléico (18:2).

OTRAS INVESTIGACIONES

Los siguientes proyectos de investigación, cuya preparación fue desarrollada en el curso del año pasado, fueron presentados a la consideración del Comité Coordinador de Investigaciones donde fueron analizados y aprobados para su ejecución. A continuación se resumen los resultados más importantes obtenidos hasta el momento:

Capacidad discriminante de algunos metabolitos secundarios en la Variedad Colombia y otros genotipos de café

En la parte experimental se ha realizado la extracción y fraccionamiento líquido-líquido de los grupos de compuestos propuestos, controlando la separación por cromatografía de capa delgada (CCD) encontrándose diferencias apreciables entre las muestras de interés, como es el caso del 16-O-metil cafestol en el Híbrido de Timor y la Variedad Colombia. También, se están poniendo a punto las técnicas de extracción de fenoles y alcaloides en café verde así como la separación por la técnica de HPLC para la identificación de los compuestos de las fracciones de mayor interés.

Se ha empleado el método de separación para los compuestos fenólicos como el de Rakotomalala (HPLC) para compararlo con los métodos de

extracción y fraccionamiento con solventes empleados en Cenicafé, mediante la evaluación de todas las fracciones obtenidas por CCD. La comparación de perfiles cromatográficos (HPLC) de los compuestos en la fracción de acetato de etilo (fenoles) obtenidos en Cenicafé con los del Cirad, se encontró degradación de algunos compuestos en los de Cenicafé, probablemente por el largo tiempo de almacenamiento. En la evaluación de los alcaloides se observa notablemente la cafeína pero la identificación de otros alcaloides no es posible por la baja concentración en la que se encuentran. Esto exige una concentración mayor, por lo que se adoptará la cromatografía líquida preparativa. La cuantificación de la cafeína y los ácidos clorogénicos muestra valores esperados de diferencia para las diferentes muestras de café. Sin embargo, el examen por CCD de la fracción de interfase presenta diferencias entre las muestras de café, considerándose que se trata de fosfolípidos. Así, se puede concluir lo siguiente:

- La cafeína fue la única metil xantina detectada en los diferentes genotipos de café en estudio.
- No existen diferencias cuantitativas de importancia entre genotipos de una misma especie ni entre *coffea arabica* e Híbrido de Timor, se deduce de esto que el contenido de cafeína no sirve como un criterio de discriminación entre las muestras seleccionadas para el estudio.
- Hay diferencias muy claras entre los perfiles cromatográficos de las especies *C. canephora* y *C. arabica* estudiadas pero en general el comportamiento de las variedades o introducciones de una misma especie conserva características muy similares
- El perfil cromatográfico de los compuestos fenólicos del Híbrido de Timor tiene un comportamiento intermedio entre *coffea arabica* y *coffea canephora*.
- Se encontraron diferencias importantes en ciertas zonas del perfil cromatográfico de los compuestos fenólicos, principalmente en el área de los ácidos dicafeilquínicos y la de los feruloilquínicos.

- El análisis estadístico mostró que existen diferencias significativas ($P= 99\%$) entre los genotipos en cuanto al contenido de ácidos fenólicos.
- La introducción Bp4 tiene un contenido menor de Ácidos fenólicos que Centro 1 y la introducción Bp46
- La introducción 832 presentó un contenido superior de ácidos fenólicos que la introducción 2252 y 1343.
- En el contenido de ácidos fenólicos de Cafés arabicas el comportamiento fue muy heterogéneo. Se encontró una diferencia muy marcada entre Típica y Caturra.
- Típica tiene un contenido de Ácidos fenólicos muy por encima del dato reportado en literatura para cafés arabicas.
- En general los valores obtenidos en la cuantificación de los ácidos fenólicos están por encima de los rangos reportados por literatura, debido a que el método de análisis empleado no se encontraba dentro del grupo de técnicas reportadas en la revisión.
- Se separó y purificó un compuesto químico de la zona de los ácidos feruloilquínicos presente en Típica y ausente en Caturra.
- No hay una marcada diferencia entre los perfiles cromatográficos de los glicósidos presentes en los genotipos de estudio.

INTERACCIÓN ALELOQUÍMICA DE FRUTOS DE CAFETO (*COFFEA SPP*) Y LA BROCA *Hypothenemus hampei* (FERRARI)

En esta investigación se trata de estandarizar el sistema para el muestreo y análisis de compuestos volátiles de frutos de café, caracterizar la composición química de las sustancias volátiles emitidas por frutos del café en diferentes estados de desarrollo fisiológico y analizar el poder interactivo de los compuestos volátiles obtenidos

de los frutos del café en el comportamiento de la broca.

El conocimiento de los compuestos volátiles emitidos por los frutos del café, 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.

Esta investigación se adelanta en las siguientes etapas:

1. Estandarización del sistema de muestreo de compuestos volátiles de frutos de café y del método de análisis químico.
2. Análisis de la evolución de compuestos volátiles de frutos de café, sanos e infestados, en diferentes estados de desarrollo, en laboratorio y en campo.
3. Bioensayos de comportamiento de la broca utilizando compuestos representativos de volátiles de frutos de café, y sus combinaciones, como estímulos olfativos.

Para el examen de los compuestos volátiles de los frutos de café, 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 instalación y puesta en funcionamiento del sistema VG Trio-2000 (CG - EM) se empezó a principios del pasado mes de enero, con el estudio del programa de control y tratamiento de datos que dispone dicho equipo (Lab-Base Data System, según manuales disponibles). Con este conocimiento de base se procedió a operar el equipo en el modo de espectrometría de masas, observándose el siguiente estado de funcionamiento:

- El sistema de tratamiento de datos anteriormente anotado funciona correctamente en sus diferentes operaciones de análisis, cuantificación e identificación. Sin embargo, hubo necesidad de cambiar el teclado del computador por lo defectuoso de su operación. Por otro lado hubo necesidad de hacer reparar el motor eléctrico de la bomba mecánica para el prevacío de la sección del Analizador del espectrómetro. Con esta reparación el sistema de vacío en general, tanto prevacío como de alto vacío funciona regularmente bien, salvo en ocasiones esporádicas en la que aparentemente deja de operar el control del alto vacío de la sección del Analizador. Se ha revisado el estado de la bomba difusora en cuanto su calentador eléctrico y nivel de aceite, siendo éstos correctos. Se presume que la tarjeta de comando y control del alto vacío debe tener un defecto en su funcionamiento continuo. Este defecto está actualmente en estudio. En un análisis posterior se logró encontrar la causa del funcionamiento intermitente de esta bomba, adjudicando el desperfecto al funcionamiento irregular del circuito de refrigeración de las bombas difusoras. Hubo necesidad de purgar este circuito de refrigeración, resolviendo de esta manera el desperfecto anotado.
- Se observa que el calentador eléctrico de la línea de interfase del Cromatógrafo de Gases al Espectrómetro de Masas se encuentra abierto, defecto que no permite fijar la temperatura normal de funcionamiento de esta parte, necesaria para la operación conjunta del sistema cromatógrafo-espectrómetro. Desafortunadamente, no se dispone de repuesto de este calentador.
- Se abrió cámara de la fuente de ionización con el fin de cambiar el filamento que se encontraba quemado. En cuanto al funcionamiento de la fuente de ionización con el nuevo filamento, se observó que no había control de la corriente de ionización, manteniendo la corriente de filamento como la de emisión al máximo e indicado corriente de trampa cero. Se procedió a revisar la fuente limpiándola y corrigiendo contactos. Se decidió, entonces a revisar el funcionamiento de la tarjeta de la electrónica de control de la fuente, encontrándose defectuoso el funcionamiento del relay de conmuta-

ción El / Cl (ionización por impacto de electrones / ionización química). Con la corrección de este defecto, se observa que el funcionamiento es correcto, quedando pendiente el funcionamiento del voltaje del electrodo de enfoque "Focus 3", que no reacciona, y en el momento queda difícil analizar el circuito que lo produce porque no se dispone de la tarjeta extensora específica.

Por otro lado, se entrado en contacto con la firma Micromass, recientemente nueva compañía que reemplaza a Fisons, y que se entiende con estos instrumentos. Se ha solicitado cotización de los principales elementos de consumo que aconsejan para la operación rutinaria como filamentos, porcelanas, calentadores, sellos, aceite de bombas, etc.

También se ha hablado recientemente con el Doctor Edgar Bautista en relación con el proyecto de "Mediadores químicos de frutos de cafeto y la broca" además de obtener una mayor información sobre el estado y funcionamiento del Espectrómetro. Como se sabrá este instrumento y el Laboratorio donde se encontraba ubicado en Bogotá, estaba a cargo del Doctor Baustista, y en la época del traslado del instrumento a Chinchiná (diciembre de 1994) no hubo un empalme de entrega concreto ni inventario definido. De modo que en la instalación del instrumento en Cenicafé, se ha tenido que ir recurriendo al sentido común y a la información disponible encontrada, que en cierta forma no resulta suficientemente abundante. Se convino con el Doctor Bautista realizar algunas sesiones de trabajo conjunto sobre el funcionamiento del VG Trio-2000 aquí en Cenicafé. La primera de estas sesiones se ejecutó a principios del mes abril pasado, en la que básicamente se repasó lo que hasta el momento se había adelantado individualmente. También se encontró el defecto de la inestabilidad de la señal con el gas de referencia en la operación del espectrómetro y se encontró que dicho defecto tiene que ver con probable fugas en las válvulas electromagnéticas del circuito de introducción del gas de referencia, recomendando la revisión y reparación.

Se concertó una segunda sesión cuando llegaron los repuestos solicitados. Mientras tanto, se

continuó por mi parte con el estudio de operación y control del instrumento con base en la información disponible en manuales.

Al final del mes de septiembre llegaron los repuestos solicitados, entre los cuales los más importantes: el calentador de la interfase CG -EM y el aceite de las bombas de vacío, se usaron para las correspondientes reparaciones pendientes. Además se instaló el detector de ionización de llama (FID) en el cromatógrafo Hewlett Packard del sistema VG Trio 2000. El Funcionamiento del sistema después de estas modificaciones muestra la mejoría normal para las condiciones de operación del sistema de vacío y la interfase CG - EM opera correctamente. Sin embargo, la operación general del espectrómetro con muestra de gas de referencia anota una detección con apreciable reducida sensibilidad en las masas bajas. Con esta situación se decidió, acordar la segunda visita prevista con el Doctor Bautista para principios del mes de octubre, con el fin de continuar con la evaluación del sistema. En esta visita se procedió a realizar la limpieza de la fuente de iones en sus partes esenciales de los electrodos repelidor y de extracción como de las lentes de enfoque. Como resultado de esto, aparentemente se observa mejoría en la señal pero con fuerte ruido de fondo. Como siguiente etapa se recomienda desorber la fuente en vacío y en calentamiento de 300 °C por 24 horas. A continuación de esto, se procederá a tomar cromatogramas de prueba.

EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO DE CAFÉ TOSTADO Y MOLIDO BAJO VACÍO Y EN ATMÓSFERAS DE N₂ Y CO₂

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 empacado es de óptima calidad.

La materia prima utilizada es café 100 % excelso, grado de tuestión 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 aluminizada 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 (O₂, N₂ y CO₂) y análisis microbiológico.

Los empaques que menor Índice de peróxido mostraron, medidos en los tiempos de almacenamiento de 0, 15, 45 y 60 días, resultaron ser el de las películas de Polyvac, la aluminizada con válvula, la aluminizada y la de poliéster/polietileno. Sin embargo hay que anotar que la película de Polyvac se opaca con el tiempo, siendo no muy favorable en la comercialización. Las mejores condiciones de empaque resultaron ser al vacío de 40 %, con nitrógeno y con gas carbónico, de acuerdo a los menores Índices de peróxido, aumentando su tiempo de conservación inhibiendo el desarrollo de microorganismos. En esta experimentación se observa que la evolución de los gases en condiciones de empaque al vacío del 50, 70 y 80 % no cambia su estado inicial con el que se empacaron; el tratamiento con CO₂ conserva su atmósfera por el tiempo de observación de dos meses hasta ahora analizado. Los tratamientos con 40 y 90 % de vacío como el de atmósfera de N₂, presentan bajo porcentaje de gases. El análisis sensorial muestra preferencia por muestras empacadas en atmósferas de N₂ y CO₂, ya que estas atmósferas conservan mucho el aroma del café.

INDUSTRIALIZACIÓN DE CAFÉS DE BAJO PRECIO: EXTRACCIÓN, TORREFACCIÓN Y CONCENTRACIÓN DE CAFÉ BROCADO

La industria torrefactora y de solubles nacionales está procesando en el momento café brocado con porcentajes en mezclas hasta un 30 %, límite en el que se considera no resulta el sabor leñoso en la prueba de taza. Con el objeto de conocer de manera precisa el uso posible del café brocado en las operaciones de procesamiento como la torrefacción, extracción y concentración, se plantea este trabajo con el fin evaluar la calidad y comercialización de los productos como el café

tostado y molido, los extractos concentrados y no concentrados.

La Fábrica de Café Liofilizado ha manifestado su interés de participar en la ejecución de esta investigación, para lo cual se han realizado reuniones entre representantes del Programa de Industrialización de Cenicafé y la Fábrica, para adelantar formas de colaboración y definir detalles técnicos en el diseño y construcción de una batería de extracción del tipo piloto. Por el momento todavía se espera la gestión de la Fábrica para decidir sobre la construcción de esta batería en el país o adquirirla en la firma Nyro Atomizer.

Mientras tanto se adelantan estudios a nivel de laboratorio de las características sensoriales y fisicoquímicas del café tostado y molido, con diferentes porcentajes de mezcla de café brocado, ajustando los parámetros de torrefacción a este tipo de materia prima para mejorar la calidad del producto final.

La materia prima empleada para este trabajo se ha clasificado realizando una escala de tres grados de brocado definidos como 1: un solo agujero, 2: varios agujeros, pero menos de un cuarto de grano perdido y 3: más un cuarto de grano perdido. Con cada grado de brocado se han formado muestras con nueve niveles de infestación, así: 0, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 y 100%. Las muestras tostadas bajo condiciones fijas de temperatura, velocidad de agitación y grado de tostación, se han evaluado en su variable principal de análisis sensorial y las variables fisicoquímicas de densidad, humedad, color, acidez, análisis granulométrico, sólidos solubles, rendimiento.

La conclusión del resumen del análisis sensorial según los perfiles sensoriales muestran el hecho de que en promedio, y para cada grado de brocado, el producto mejor calificado no correspondió al de la infestación de 0 %, y que en todos los casos definitivamente el producto que presenta menor área es el correspondiente a la infestación del 100 %. La acidez organoléptica, como la acidez titulable y el pH confirman una disminución promedio de la acidez al aumentar los niveles de infestación y el grado de brocado, concordando con la progresiva baja de acidez notada al emplear materias primas de

baja calidad en la producción de café tostado y molido.

La densidad del grano de café verde disminuye linealmente con el nivel de infestación para cada grado de brocado, siendo mayor la disminución para el grado de brocado 3. En la densidad del café tostado y molido no existe dependencia significativa con el nivel de infestación para el grado de brocado 1. Para el grado 2 se nota una disminución promedio para los niveles de infestación superiores al 75 %. Para el grado 3 si existe diferencia significativa con la infestación, además de mostrar una disminución de cerca del 20 % para infestaciones superiores al 75 %, lo que implica problemas de empaque.

La humedad del café tostado y molido muestra una disminución significativa con el nivel de infestación más no con el grado de brocado. Los parámetros para la preparación de la bebida como son la granulometría, rendimiento, sólidos solubles, no presentaron efecto significativo con el nivel de infestación ni con el grado de brocado. Los contenidos de azúcares no mostraron diferencia entre el café normal y los cafés 100 % brocados en los tres grados.

OBTENCIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE MIELES Y JUGOS SABORIZADOS A PARTIR DE CAÑA PANELERA

Es bien conocida la importancia que tiene el cultivo de caña de azúcar para el país, tanto en el aspecto económico y social como nutricional, por la extensión de los cultivos para la fabricación de azúcar y panela, por la cantidad de mano de obra que absorbe en su producción y elaboración, además por ser un cultivo muy útil para la conservación de suelos y regulación de aguas en las cuencas. Las fuentes de azúcares son la panela (85 % de carbohidratos) el azúcar (99,3 %) y las mieles vírgenes de caña (76,6 %). Nutricionalmente son de mejor calidad la panela y las mieles vírgenes de caña comparadas con el azúcar, debido a que no han sufrido procesos de refinación.

Por estas razones, a través de esta investigación se pretende contribuir al desarrollo de la industria

transformadora de la caña panelera, produciendo nuevas formas comerciales aptas para el consumo directo, como son los jugos y mieles de caña saborizados con aceites esenciales de plantas aromáticas 100 % naturales. Para este efecto se trabajará en la concentración e inversión de los jugos de caña por hidrólisis ácida y enzimática, y en la saborización de jugos y mieles con aceites esenciales de plantas aromáticas extraídos mediante destilación con arrastre de vapor.

Se han realizado extracciones de aceites esenciales de l anisillo (*Piper auritum*) y del limoncillo (*Cymbopogon citratus*) de hojas de las plantas, utilizando diferentes cantidades de material, mediante destilación con arrastre, para determinar el rendimiento de extracción

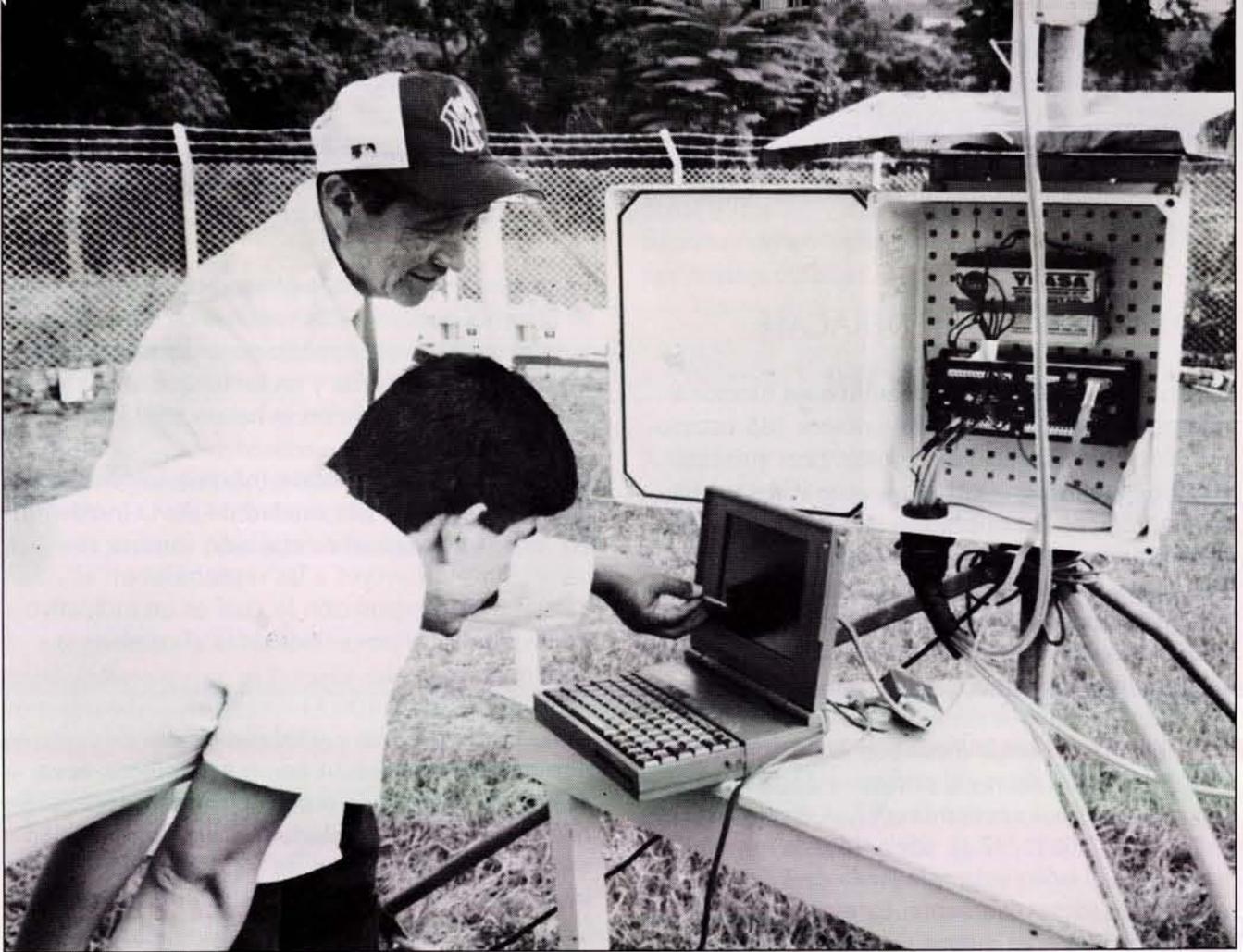
Resulta recomendable utilizar 400 g (entre 300, 400, 500 g) para el anisillo, mientras que para el limoncillo no hubo diferencias significativas entre las cantidades analizadas (300 y 350 g).

De los análisis por cromatografía de gases se observa que el mayor componente del aceite

esencial del anisillo es el safrol, constituyendo más el 50 % del total del aceite. En la actualidad su utilización como aditivo alimenticio ha sido prohibida por sus efectos cancerígenos, y a falta de normatividad no se empleará en esta investigación.

La producción de jugos de caña como bebida refrescante presenta las mismas características de claridad y microbiológicas al trabajar a partir de caña con corteza y sin corteza. El rendimiento de la extracción es mayor para la caña sin corteza en 0.271 l, valor que no puede ser significativo al trabajar a nivel industrial, debido a los costos que puede representar el proceso de descortezar la caña, por lo que se recomienda trabajar con caña con corteza.

En la obtención de mieles de la caña panelera se observa por los resultados hasta el momento que a medida que aumenta la acidez ($> \text{pH}$) aumenta la hidrólisis de la sacarosa, aumentando el contenido de azúcares reductores en la miel, sin que éstos lleguen al 50 % P/p:



APOYOS BÁSICOS

Comprende las dependencias que tienen funciones de asesoría a la investigación y experimentación en aspectos estadísticos, de sistemas, económicos y climáticos, así como también los relativos a la documentación y a la divulgación y transferencia de los resultados de investigación.

En este período las actividades más destacadas desarrolladas por la Disciplina de Agroclimatología fueron las siguientes:

RED CLIMÁTICA DE FEDERACAFÉ

El Servicio Meteorológico mantuvo en funcionamiento en toda la geografía cafetera 185 estaciones discriminadas en 54 climatológicas principales, 9 heliopluvigráficas, 4 pluviográficas y 118 pluviométricas. Su operación se realizó a través de 143 visitas de inspección y mantenimiento según las pautas dadas por la Organización Meteorológica con lo cual fué posible obtener información completa, de buena calidad y comparable a nivel mundial.

Se verificó y evaluó la lluvia y el brillo solar horarios de 65 estaciones de primero y segundo orden de octubre/96 a septiembre/97. A nivel diario de octubre/96 a julio/97 se adelantó esta misma labor para el brillo solar y la lluvia de 52 y 107 estaciones respectivamente. La evaporación diaria se procesó para las cuatro estaciones que la registran de octubre/96 a julio/97.

En cuanto a la evaluación de intensidades de lluvia cada cinco minutos, ésta se efectuó para 41 estaciones de octubre/96 a agosto/97 y 29 estaciones de octubre/96 a diciembre/96.

Con lo anterior se estima que la información generada por la red meteorológica de FEDERACAFÉ se encuentra al día y disponible en su mayor parte, quedando por actualizar las variables de vientos e intensidades de lluvia cada cinco minutos para algunas estaciones.

Para mejorar el cubrimiento meteorológico de la zona cafetera colombiana se instalaron tres nuevas estaciones climatológicas principales (dos en el departamento de Antioquia y una en el departamento del Tolima) y una estación pluviométrica en la finca Moravo en el municipio de Chinchiná, Caldas.

De las medidas realizadas en el bosque y en cafetales bajo sombrío y a libre exposición se destaca lo siguiente:

En una muestra de 1821 observaciones de lluvia se observa que los datos registrados en el bosque y en el cafetal bajo sombrío superan en un 17% los de la parte externa y en tanto que los del cafetal a libre exposición lo hacen en 23%.

Las tasas de interceptación máxima (unidad de agua interceptada por unidad de lluvia incidente) en el bosque y en el cafetal bajo sombra son semejantes y mayores a las registradas en el cafetal a libre exposición lo cual es un indicativo de las modificaciones inducidas al cambiar la cobertura vegetal.

Un estimativo de las cantidades reales de nutrientes que entran en un ecosistema, llevadas por el agua lluvia o por deposición seca, son difíciles de obtener debido a la gran variabilidad espacial de éstas dentro de las comunidades vegetales.

Se aprecian altos lavados foliares de potasio en el bosque y en cafetales bajo sombrío entre 7 y 8 mg/l y éstos se reducen a 2 mg/l para las condiciones a libre exposición solar.

REGIONALIZACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Utilizando los conceptos de macroclima (Zona de Confluencia Intertropica), topoclima y métodos de agrupación estadística se adelantó la regionalización de la lluvia mensual en Colombia. Se determinaron 26 grupos de comportamiento diferente con sus correspondientes intervalos de lluvia al 95%.

Se observan distribuciones del tipo unimodal en los Llanos Orientales, Vertiente del Amazonas y la Región Atlántica; bimodal en la Región Andina entre 4 y 7° de latitud norte y hay algunas en las cuales no existen máximos definidos como en el

Nudo de los Pastos, la cuenca alta del río Magdalena y en la llanura del Pacífico.

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DIURNAS Y NOCTURNAS

Se ensayaron varias combinaciones de horas para la estimación abreviada de la temperatura y humedad relativa en el día (06:00-18:00horas) y la noche (18:00-06:00horas) y su precisión se comparó con los valores obtenidos en base a los registros horarios, consolidados a partir de lecturas de cada 60 segundos, procedentes de las estaciones automáticas Adlas de Cenicafé (Chinchiná, Caldas) y El Rosario (Venecia, Antioquia) para el período 1994-1995.

Se encontró para la temperatura y humedad relativa diurnas que el horario más apropiado corresponde a las 08:00+13:00+17:00/3 con errores alrededor de 0.30°C y 2% respectivamente. La coincidencia del mismo horario se explica por el hecho de que estas dos variables presentan un comportamiento opuesto.

En cuanto a la temperatura y humedad relativa nocturnas, el mejor cálculo se obtuvo con la combinación 20:00+01:00+06:00/3 cuyas desviaciones quedaron cerca a 0.20°C y 1% en su orden. La mayor precisión durante la noche radica en la ocurrencia de condiciones más estables ante la ausencia de radiación solar.

ECOTOPOS CAFETEROS DE LA CUENCA DEL RÍO CAUCA

Para los ecotopos 201A, 202A, 203A y 204A en la vertiente occidental de la cordillera central y los 101B, 102B y 103B de la vertiente oriental de la cordillera occidental se continuó con la caracterización de la lluvia en tiempo y espacio, número de días lluviosos, máxima en 24 horas y su distribución en los períodos diurno y nocturno. En estos ecotopos se encuentran establecidas cerca de 95.000 ha de café según el Censo Cafetero de 1980-1981.

Se analizaron a nivel mensual las variables de temperatura media, mínima y máxima, brillo solar

y humedad relativa con respecto a la altitud para los ecotopos 206A a 214A encontrándose una estrecha asociación con coeficientes de correlación superiores a 0,9 en su gran mayoría. Las ecuaciones derivadas son la base para espacializar las variables estudiadas y generar información en lugares donde no existen estaciones meteorológicas.

BIOMETRIA

A través de conceptos macroclimáticos, topoclimáticos y de métodos estadísticos de conglomeración. Se determinaron trece regiones con diferente distribución mensual de temperatura media del aire. Para cada región se calculó una ecuación de regresión que estima la temperatura en función de la altura sobre el nivel del mar. Para alturas menores de 2800 msnm, la temperatura en las vertientes orientadas hacia las grandes llanuras (Atlántica, pacífica y llanos Orientales) es mas baja que la encontrada en los valles interandinos. El gradiente térmico encontrado para la región Andina fue igual a 0,61C°/100m; para la región Oriental 0,57C°/100m, para la Atlántica 0,55C°/100m y para el Pacífico 0,57C°/100m. Estos gradientes indican que a medida que se asciende altitudinalmente disminuye mas rápido la temperatura en la región Andina que en las demás regiones.

Dentro del proyecto de desarrollo floral del café, se estimaron funciones de regresión dinámica simple, entre las probabilidades de transición de un estado a otro, del nudo y del botón floral y las variables climáticas: Brillo solar, temperatura media, temperatura mínima e índice de humedad del suelo. Se encontró que P12, la probabilidad de pasar el nudo del estado uno al estado dos se correlacionó con la temperatura mínima ocho y siete semanas antes, el cambio de valores bajos de temperatura mínima a valores altos parece estimular esta transición. La p23 se correlacionó con el índice de humedad del suelo cinco semanas antes. P34 con la temperatura mínima ocho semanas antes y P45 con la temperatura mínima cinco semanas antes y con el índice de humedad del suelo en la misma semana.

Para los botones florales las relaciones encontradas fueron las siguientes: B12 se correlacionó con el índice de humedad del suelo cinco semanas antes y con el brillo solar una semana antes. B23 con el brillo solar tres semanas antes. B34 con el índice de humedad del suelo seis y siete semanas antes, el incremento de déficit a suficiente agua produce mas rápidamente transferencia. B34 que es cuando se produce la apertura floral con el índice de humedad del suelo tres semanas antes. Los modelos presentan buen ajuste a los datos y los resultados concuerdan con los reportados por otros autores.

Se desarrolló un programa en S.A.S. para analizar información proveniente de las técnicas de electroforesis de marcadores moleculares, el programa indica como digitar los datos, da la posibilidad de escoger la formula para calcular los índices de similitud o distancias y el método de conglomeración; produce la matriz de distancias, la forma de construir los conglomerados, la contribución al R^2 , el diagrama de árbol y el dendograma, el cual es susceptible llevarlo a un procesador de texto o de gráficos.

Cenicafé (la disciplina de Fitotecnia), ha realizado numerosos experimentos sobre fertilización en la zona cafetera (se estudiaron 10 ensayos): elementos simples solos y combinados, dosis y frecuencias de aplicación, distancias de siembra y dosis de fertilizante, efecto de la pulpa más fertilizante químico, elementos menores, fertilización bajo sombrío.

En general se observó poca consistencia en la respuesta de un sitio a otro y sólo se encontró interacción significativa de localidad por fertilizante en pocos ensayos, aún en algunos donde sus respuestas particulares no fueron significativas. La clasificación de las localidades experimentales se hizo utilizando la respuesta media de la producción de todos los ensayos a la fertilización. No se encontró una respuesta determinante que permita integrar este factor en la función de producción de café.

Se utilizó el análisis de superficies de respuesta con los datos de los proyectos cuyos tratamientos fueran cuantitativos y con arreglo factorial. Se observó que aunque hubo máximos, el punto

estacionario estuvo por fuera del rango de exploración. Hubo falta de ajuste altamente significativa. En pocos casos se encontró máximo en la región de exploración. También fue común encontrar punto de silla, debido a que el rango de exploración no fue bien escogido.

Naranjal no debería considerarse más para estudios de fertilización, si se quiere detectar diferencias por efecto de aplicación de fertilizantes, los ensayos deberían hacerse en sitios con limitantes de nutrientes.

Se terminó la primera versión del modelo de simulación matemática para la roya del cafeto. Para aplicar este modelo, a los noventa días después de la floración principal, se requiere de la siguiente información de entrada: Número medio de hojas presentes y presentes con roya por árbol, número acumulado de hojas caídas con roya; entre los 90 días y 90 más el período de incubación y de latencia, la temperatura media diaria local, el número de días con lluvia mayor o igual y menor a 1.6 mm, número medio de horas de brillo solar por día y el período de incubación y de latencia de la localidad. La información que se obtiene al aplicar el modelo es la siguiente: Nivel de infección aparente por roya a los tres meses después de la floración, tasa diaria de infección, según los modelos descriptivos Gompertz, monomolecular y logístico, el intervalo de confianza para la disminución media de producción de café cereza, en porcentaje, la pérdida por árbol, incluyendo la conversión a café pergamino seco y el comportamiento de la infección por roya, durante el proceso de formación de la cosecha, según los modelos descriptivos mencionados. La validación del modelo mostró: una relación lineal entre datos simulados y observados (coeficiente de correlación mayor del 0,92); el coeficiente de regresión fue igual a uno, lo que indica una relación uno a uno entre el valor observado y el simulado. La diferencia absoluta, mínima y máxima, entre valor observado y simulado, fue de 0,1% y 5,4%, respectivamente.

El análisis de la información para evaluar el efecto de la broca en la calidad del café, mostró que a mayor porcentaje de infestación en campo, mayor porcentaje de infestación del café recolectado y a su vez, mayor es el porcentaje de infesta-

ción en café pergamino seco y menor el peso de café almendra infestado, llegando hasta una reducción, en promedio, del 55,1%. No siempre se cumple que a mayor nivel de infestación, mayor es la proporción de almendras en los grados de daño tres y cuatro. La distribución estadística de la proporción de almendras perforadas en cada grado, depende del nivel de infestación. Un porcentaje de infestación menor o igual del 15%, en grado de daño uno o dos, no altera la calidad en taza. El café almendra con 10% de infestación, en los grados de daño uno (beso de broca) y dos, almacenados durante dos meses, no altera la claidad en taza. Se recomienda estudiar períodos de almacenamiento más prolongados, para estos niveles de infestación y grados de daño.

Las primeras evaluaciones de un método de muestreo teniendo en cuenta la proporción de árboles infestados para hacer el diagnóstico de la infestación en campo, han mostrado que en siete de nueve casos, la estimación obtenida con el plan aleatorio, ha caído en el intervalo de confianza del plan de muestreo propuesto. Así mismo, la infestación en café almendra de los lotes evaluados, está en el intervalo de confianza para la estimación de la infestación en café almendra, de acuerdo con la proporción de árboles infestados e infestación del lote.

Las pruebas preliminares del experimento ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA COSECHA MANUAL DE CAFÉ consistieron en observar: métodos de cosechar, macro y micromovimientos para la cosecha manual de café en la estación central Naranjal, diseñar y evaluar preliminarmente cinco dispositivos asistentes para la recolección manual de café (prototipo Robocob, Tobogán, Canguro, Coco aligerado y Trineo) y la evaluar preliminarmente tres metodologías para recorrer el cafetal durante la recolección (Rolos, serpentín e intercalado). Los resultados muestran que: El flujo operativo general de operaciones unitarias para la cosecha manual de café, se compone de 11 operaciones unitarias o macromovimientos. La secuencia de los micromovimientos de las manos de los recolectores de alto rendimiento, se componen de 10 movimientos elementales típicos. Ningún dispositivo evaluado superó, en rendi-

miento, al dispositivo tradicional o coco. Los métodos para acceder al lote tienen relación con el desempeño de los recolectores (calidad y rendimiento de recolección).

DIVULGACION

IMPRESOS

REVISTA CENICAFÉ

Volumen 47, número 3

4 artículos, 1 nota técnica

Volumen 47, número 4

4 artículos, 1 nota técnica

Volumen 48, número 1

4 artículos, 1 nota técnica

Volumen 48, número 2

4 artículos, 1 nota técnica

AVANCES TÉCNICOS

Se editaron y publicaron los siguientes números:

232 Oct. 1996

"Respuesta de plantas de café en etapa de almácigo a la fertilización foliar"

233 Nov. 1996

"Por qué no se debe usar el azadón como herramienta de desyerba en sus cafetales"

234 Dic. 1996

"Control químico de la mancha foliar del tangelo mineola *Alternaria tenuissima*"

235 Ene. 1997

"Establezca coberturas nobles en su cafetal utilizando el selector de arvenses"

236 Feb. 1997

"Evaluación de equipos de aspersión para el control de la mancha foliar de los cítricos".

237 Mar. 1997

"Arvenses y su interferencia en el cultivo del café".

238 Abr. 1997

"Desarrollo de la tecnología BECOLSUB para el beneficio ecológico del café"

239 May. 1997

"Observaciones sobre el comportamiento agronómico de algunas musáceas en la zona cafetera"

Reimpresión de Avances Técnicos: En total se reimprimieron 5.000 ejemplares de 4 números de esta publicación:

1.000 ejemplares:

196 Nov. 1993

"Embolse de frutos en guanábana para el control de insectos plagas".

2.000 ejemplares:

197 Dic. 1993

"Fermente y lave su café en el tanque tina".

1.000 ejemplares:

200 Mar. 1994

"Estabilización de la producción en las fincas cafeteras".

2.000 ejemplares:

238 Abr. 1997

"Desarrollo de la tecnología BECOLSUB para el beneficio ecológico del café".

BOLETINES TECNICOS

Se publicó el Boletín Técnico No. 17.

ANUARIO METEOROLÓGICO

Se publicó el Anuario Meteorológico Cafetero correspondiente al año 1996.

BROCARTA

(Boletín Informativo sobre la broca del café):
Se publicará un número.

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 41 y 42

COORDINACIÓN CON TODOS LOS ESTAMENTOS DEL CENTRO

Se editaron, diagramaron e imprimieron 42 Resúmenes de los Seminarios internos que se realizaron en CENICAFÉ entre el 1° de octubre de 1996 y el 30 Septiembre de 1997.

RELACIONES PUBLICAS

Atención a visitantes

Se recibieron 152 visitas, atendiendo durante ellas un total de 2.397 personas a las cuales se les ilustró sobre los aspectos generales y principales logros de CENICAFÉ. Esta actividad significó una gran proporción del tiempo laboral de los empleados de Divulgación. Al final de este Informe se anexa la lista de visitantes.

Es importante destacar que del mismo total de visitantes, un 13% estuvo constituido por líderes cafeteros y grupos de caficultores, en Programas de atención entre 1 y 3 días. En ellos se programaron charlas técnicas con el fin de discutir y plantear las tecnologías y sus resultados.

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

Información a medios

Videos. Se realizó un comercial sobre Cenicafé para ser utilizado en los programas de TV y en las exposiciones.

ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS (EXPOSICIONES, CONGRESOS, ETC.)

1996

Café de Colombia
Bucaramanga
7 al 10 de noviembre.

El Rastrillo
Santafé de Bogotá
5 al 10 de noviembre

1997

Feria Internacional del Café
Stand de Cenicafé: Tecnología, rentabilidad y calidad.
Armenia
20 al 23 de febrero

Congreso Latinoamericano de Parques Nacionales y otras Areas Protegidas
Stand de Cenicafé: Tecnología, rentabilidad y calidad.
Santa Marta
21 al 28 de mayo

Primera semana de la cultura cafetera
Stand de Cenicafé: Tecnología, rentabilidad y calidad.
Ciudad Bolívar, Ant.
12 al 17 de agosto

Agroexpo/97
Stand: El café y el medio ambiente.
Santafé de Bogotá
20 al 30 de junio

Exposición sobre café/97
Stand: Tecnología, rentabilidad y calidad.
Pasto
7 al 11 de agosto

Agrocampo/97
Se colaboró con el diseño y con material ilustrativo del stand del Comité del Quindío.
Armenia
11 al 14 de agosto

Congreso de Socolen/97
Pereira
16 al 18 de julio

SERVICIOS DE COMUNICACIONES

Se apoyó al personal técnico de Cenicafé y al del Servicio de Extensión, en la elaboración de papelógrafos y carteleras para la realización de sus reuniones técnicas y días de campo.

FOTOGRAFÍA

Revelado de diapositivas de 35 mm y formato 120 732 rollos

Copias en papel (tamaño 6 x 9 cm, 10 x 15 cm y 15 x 21 cm) 11.260

Ampliaciones (20 x 25, 30 x 40, 50 x 70 y 70 x 100 cm) 200

Revelados y contactos 500

DISTRIBUCIÓN DE PUBLICACIONES

Se distribuyeron 220.700 ejemplares de las siguientes publicaciones:

Revista CENICAFÉ:

Volumen 47 Número 3
Volumen 47 Número 4
Volumen 48 Número 1

Anuario Meteorológico: 1996
Avances Técnicos: 232 al 239
Brocarta: 32

El número de suscriptores por publicación, a septiembre de 1997, según base de datos, es el siguiente:

Revista CENICAFÉ
Anuario Meteorológico

APOYO DE COMUNICACIONES

- Se colaboró con las distintas disciplinas en la revisión de informes, circulares y todo tipo de material con información a la comunidad.
- Carteleras para exposiciones y Días de Campo.

CURSOS Y EVENTOS DE CAPACITACIÓN

Cursos y Seminarios

Durante el período se organizaron y coordinaron, los siguientes:

- Seminario Internacional sobre Caficultura Sostenible, Beneficio Ecológico del Café. Octubre 16, 17 y 18 de 1997.

Reuniones técnicas

- Se coordinó la reunión entre el Servicio de Extensión de Federacafé y CENICAFÉ entre los días 24 y 28 de febrero de 1997
- Reunión de la Gerencia Técnica y División de Extensión de los Comités de Cafeteros. Agosto 8 de 1997.
- Reunión de la Gerencia Técnica con funcionarios de Hidrocafé y Cenicafé. Agosto 12/97.
- Charla técnica de los Investigadores de Cenicafé al Comité de Cafeteros de Caldas. Agosto 19 al 21 de 1997.
- Reunión de la Gerencia Técnica con funcionarios de Hidrocafé. Septiembre 16 de 1997.

Días de campo

Se apoyó a la Sección de Fitopatología en la realización de un día de campo sobre Diagnósti-

DOCUMENTACION

El Centro de Documentación, entre Octubre de 1996 y Septiembre de 1997, desarrolló estas actividades:

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, 1.018 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 20.164 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 1996 a Septiembre de 1997 se adicionaron 3.050 referencias, totalizando 40.050 registros. En este período se adquirieron y procesaron 1.946 documentos, de los cuales 762 correspondieron a libros y 1.184 a artículos de revistas y folletos, los cuales fueron debidamente catalogados y clasificados. Las referencias bibliográficas de éstos se publicaron quincenalmente en el boletín electrónico «Últimas Adquisiciones»

Las revistas son la principal fuente de consulta en un Centro de Investigación, constituyéndose en valioso material dentro de la Biblioteca, por esto se le ha prestado un cuidado especial. En esta época se recibieron y registraron 2.506 revistas, las que incluyeron aproximadamente unos 75.180 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 1996 y 1997 se recibieron, por canje,

456 revistas y 130 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 442 solicitudes de libros especializados y se hizo la renovación de suscripción de 276 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 120 documentos sobre café, 762 libros técnicos, 1.184 artículos y folletos y 2.836 revistas.

La afluencia de lectores a la Biblioteca es un indicador del uso y consulta de sus materiales. En esta temporada hubo 4.539 usuarios, se consultaron 25.771 documentos, se realizaron 8.791 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 339 resúmenes, los cuales posteriormente fueron objeto de revisión y edición.

SISTEMAS

En el presente año la Disciplina de Sistemas llevó a cabo grandes tareas como la estandarización de la instalación de Windows 95 en todos los computadores de Cenicafé. Se logró la instalación de este sistema operativo en más de 140 computadores del Centro. De manera similar, se ejecutó la instalación de los nuevos computadores de Cenicafé (31 en total) para lo cual se llevó a cabo una etapa de estandarización del proceso de instalación que nos permitió contar con configuraciones finales similares.

También se procedió a la actualización de buena parte del soporte físico de cómputo al reemplazar los barebone de los PS/1 (486SX-33) por Pentium 166 MHz y tarjeta graficadora Diamond Stealth con 4 MB con salida de video. Esta última característica brindará al personal de Cenicafé la capacidad de grabar las presentaciones elaboradas en los computadores a formatos de VHS y Betamax.

Se dieron los primeros pasos en la segmentación de la red y la búsqueda de dar un mayor desempeño a la red mediante la adquisición de un switch Hewlett Packard y un servidor con una capacidad efectiva de 17 GB. Se espera que a mediados del año entrante Cenicafé cuente con un sistema de cableado estructurado que brinde mejores tiempos de respuesta a nuestros usuarios y adecuadas capacidades de administración de la red y sus componentes.

Se continuó con el desarrollo de los módulos del Sistema de Información, unos con un enfoque de robustecimiento del sistema como el que se llevó a cabo con el Módulo de Presupuesto; otros con el fin de brindar nuevas facilidades a nuestros Sistema de Información como es el Submódulo de Viáticos, Gastos de Viaje y Transporte perteneciente al Módulo de Trámites y Gestión. En lo que respecta al Módulo de Suministros y Bienes y el Submódulo de Solicitudes de Bienes y Servicios, este último perteneciente al Módulo de Trámites y Gestión, fué necesario iniciar nuevamente el diseño y el desarrollo. Aunque se planeó la continuación de los desarrollos alrededor del Módulo de Personal, no ha sido posible hasta ahora que el analista encargado los pueda llevar a cabo pues ha sido necesario dedicar muchos recursos a la labor de Soporte Técnico y Atención a Usuarios.

En general, la Disciplina ha incrementado el desempeño en las labores que tiene por objeto llevar a cabo. Sin embargo, existe un desfase muy grande entre las tareas a desarrollar y el personal con que se cuenta, lo cual impide que se preste el servicio que nuestros usuarios se merecen. Del año 90 a hoy se ha incrementado el número de computadores de 29 a 198 y el número de usuarios de unos 35 a 339 definidos hoy en la red, mientras que la planta de personal no ha mostrado variación en el número de empleados asignados a la Disciplina.

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
Alvaro 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 AGRONOMÍA

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.

Química Agrícola

Senén Suárez V., Ing. Agrónomo Ph. D.
Ignacio Federico Carrillo P., Químico
Martha Cecilia Henao T., Geólogo M. Sc.
Juan David Piñeros G. Ing. Agrónomo

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

Jairo Leguizamón C., Coordinador

Entomología

Alex 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 Velázquez 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 Lucia 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 Crisancho A., Microbiólogo Ph. D.
Hernando Alfonso Cortina G., Ing. Agrónomo M. Sc.
Alvaro León Gaitán B., Microbiólogo*
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 S., Biólogo M. Sc.

PROGRAMA DE POSTCOSECHA

Carlos Eugenio Oliveros T., Coordinador

Ingeniería Agrícola

Gonzalo Roa M., Electromecánico Ph. D.*
Jairo Rafael Alvarez H., Ing. Agrícola M. Sc.
José Alvarez G., Ing. Agrónomo
Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph. D.
Cesar Augusto Ramirez 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
Diego Antonio Zambrano F., Ing. Químico
Nelson Rodríguez V., Ing. Químico

PROGRAMA ETIA

José Arthemo López R., Coordinador

Gloria Esperanza Aristizábal V., Bióloga M. Sc.
María Cristina Chaparro C., Tec. Alimentos, Químico
Claudia Rocío Gómez P., Tec. 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 EXPERIMENTACIÓN

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

Estación Central Naranjal

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 Tambo

Carlos Rodrigo Solarte P., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental el Rosario

Heli Marín N., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Gigante

Miguel Bonilla G., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental la Sirena

Luis Fernando Machado M., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental la Catalina

Javier García Alzate, Ing. Agrónomo M. Sc.

Subestación Experimental Líbano

Eduardo Hernández G., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Maracay

Luis Fernando Machado M., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Paraguaicito

Carlos Julio Ramírez H., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Pueblo Bello

Juan Carlos García L., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Santa Bárbara

Piedad Dulfary 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

Olga Cecilia Uribe U.

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 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

Peter Baker Ph.D. Convenio IIBC-ODA-FEDERACAFÉ

JOVENES INVESTIGADORES - CONVENIO FEDERACAFE - COLCIENCIAS

Luis Fernando Aristizábal A., Ingeniero Agrónomo

Iván Darío Aristizábal T., Ingeniero Agrícola

Gloria Cecilia Camayo V., Licenciada en Biología

Dagoberto Capera B., Ingeniero Agrónomo

Claudia Elena Quintero H., Ingeniero Agrónomo

Jorge Hugo Peralta C., Ingeniero Agrónomo

Martha C. Flórez M., Bacterióloga

Juan Carlos Vélez Z., Ingeniero Agrícola

Mario Andrés Giraldo T., Ingeniero Agrónomo

Gladys Stella Herrera A., Química Farmacéutica

* Comisión de Estudios

(E): Jefe encargado

