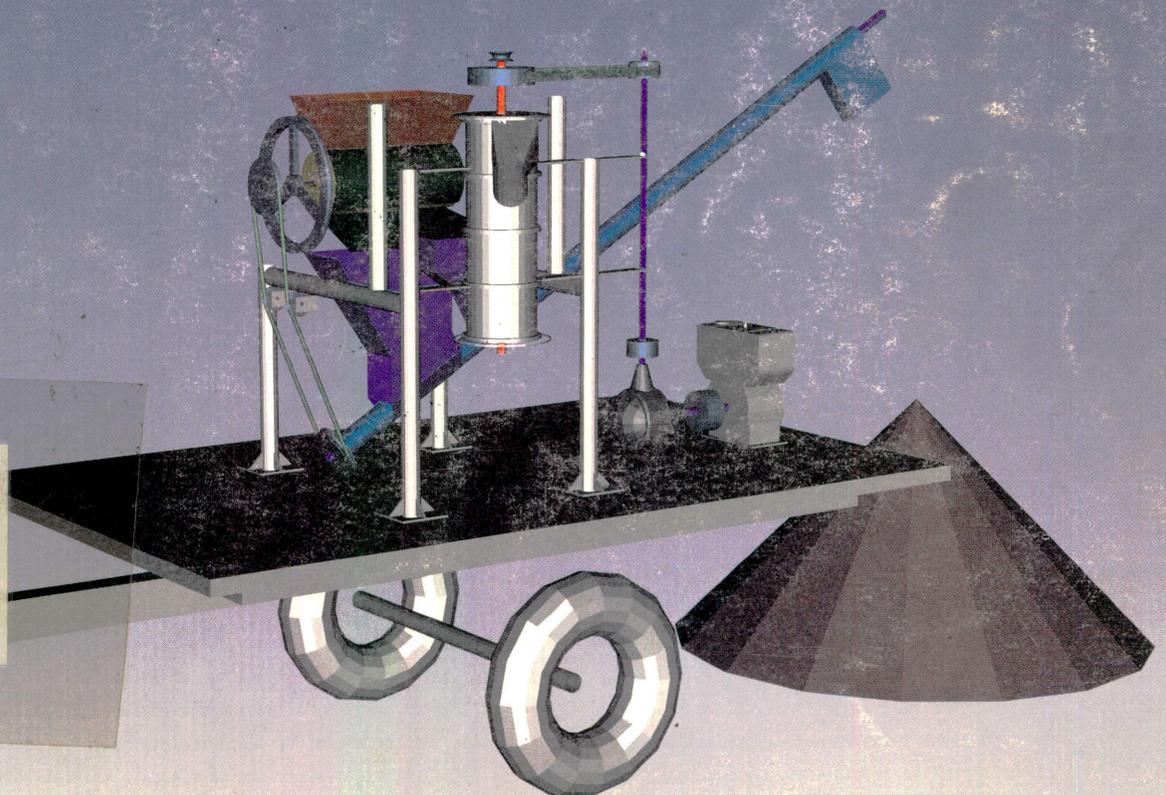


Cenicafé



RESUMEN DEL INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES 1995 - 1996



1A6Ga: xk
C25
1995-1996

~~Ilustración~~
~~arquitectónica~~

Carátula:

Módulo BECOLSUB móvil diseñado y construido por Cenicafé.

Ilustración elaborada en computador por el Arquitecto César Ramírez G. de la Disciplina de Ingeniería Agrícola.



FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL DE CAFETEROS

Ministro de Relaciones Exteriores
Ministro de Hacienda y Crédito Público
Ministro de Agricultura
Ministro de Comercio Exterior
Jefe del Departamento Nacional de Planeación
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
Yesid Castaño González
Rodrigo Múnera Zuloaga
Diego Arango Mora
Jesús Antonio Botero Gatner
Ernesto Sayer Martínez
Luis Ardila Casamitjana

SUPLENTES

Octavio Arizmendi Posada
Luis Gonzalo Giraldo Marín

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 HERRÓN ORTIZ

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

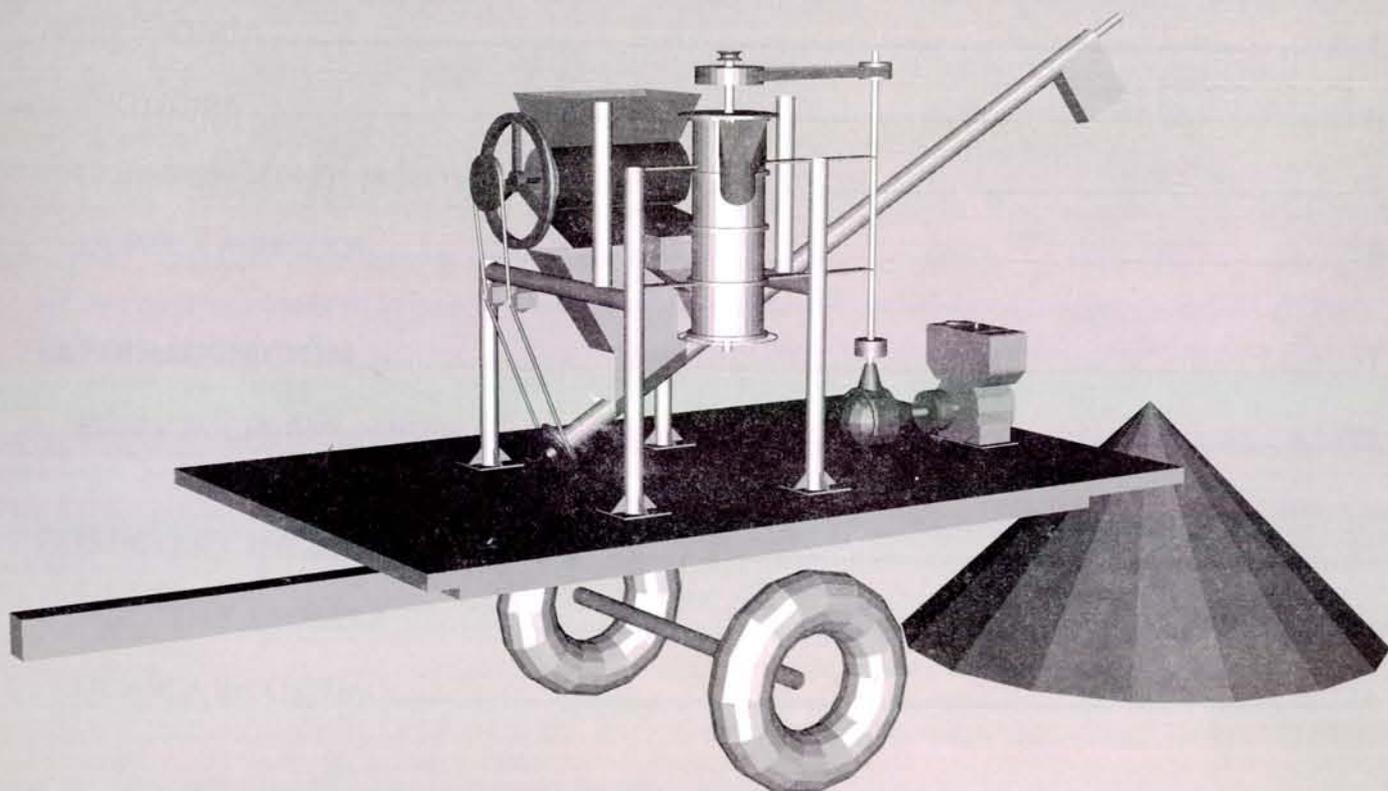
Cenicafé



RESUMEN DEL INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES 1995 - 1996

Cenicafé
CENTRO DE DOCUMENTACION

20527



1AGGa : 242
C25
1995-1996

012552

Cenicafé
CENTRO DE DOCUMENTACION

ONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
RESULTADOS SOBRESALIENTES	2
AGRONOMÍA	5
FITOTECNIA	6
CONSERVACIÓN DE SUELOS	16
QUÍMICA AGRÍCOLA	16
EXPERIMENTACIÓN	21
ESTACIÓN CENTRAL NARANJAL	23
POST-COSECHA	25
INGENIERÍA AGRÍCOLA	26
QUÍMICA INDUSTRIAL	34

BIOLOGÍA	51
· PROBLEMAS FITOSANITARIOS	53
BROCA DEL CAFÉ	53
ROYA DEL CAFETO (<i>Hemileia vastatrix</i>)	79
NEMÁTODOS (<i>Meloidogyne incognita</i> y <i>M. javanica</i>)	80
MANCHA DE HIERRO (<i>Cercospora coffeicola</i>)	80
MICORRIZAS	81
ENFERMEDADES DE CÍTRICOS Y ESPÁRRAGOS	81
VISITAS FITOSANITARIAS	83
· MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA	83
· ESTUDIOS FISIOLÓGICOS	90
ETÍA	101
NORMALIZACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS	103
OTROS CULTIVOS	107
PRODUCCIÓN ANIMAL	112
INDUSTRIALIZACIÓN	113
INVESTIGACIONES	114
APOYOS BÁSICOS	117
AGROCLIMATOLOGÍA	118
BIOMETRÍA	119
DIVULGACIÓN	122
DOCUMENTACIÓN	126
SISTEMAS	127

PRESENTACIÓN ORAL INFORME ANUAL DE LABORES 1995 - 1996

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

NOVIEMBRE 25

MODERADOR: JAIME ARCILA P.

INSTALACIÓN

NOV 25 8:00 AM

I. PRODUCTIVIDAD DE CAFETALES

Sistemas de producción

Edad de trasplante y tamaño de bolsa.
Proyectos sobre manejo de cafetales.

J. Néstor Salazar A.
Fitotecnia

NOV 25 8:30 AM

Distancia de siembra en variedad Colombia.
Manejo de cafetales: Comparación de zoqueo y siembra nueva.

Alfonso Mestre M.
Fitotecnia

NOV 25 8:45 AM

Cultivos intercalados con café: Fríjol, arroz, plantas medicinales y aromáticas.

Argemiro Moreno B.
Fitotecnia

NOV 25 9:00 AM

Experimentación

Actividades del programa de experimentación.	Manuel J. Echeverry L. Experimentación	NOV 25	9:15 AM
Tiempos y movimientos en el control integrado de arvenses.	Ma. Sonia Cardona A. Exptación. U. Nal. Mzles	NOV 25	9:30 AM
Costos del manejo integrado de arvenses en cafetales. Procesos dinámicos de erosión y erodabilidad de 5 suelos de la zona cafetera.	Horacio Rivera P. Conservación de Suelos	NOV 25	9:45 AM
RECESO			10:00 AM
Costos de instalación de una plantación de café.	Luis F. Machado M. Experimentación	NOV 25	10:30 AM

II. BROCA DEL CAFÉ

Manejo integrado de la broca

El enfoque de las investigaciones para el control de la broca del café.	Alex Bustillo P. Entomología	NOV 25	10:45 AM
---	---------------------------------	--------	----------

Biología

Fluctuación poblacional de la broca del café.	Reinaldo Cárdenas M. Entomología	NOV 25	11:00 AM
Avances en la cría de <i>H. hampei</i> en dieta merídica.	E. Jeanneth Pérez L. Entomología	NOV 25	11:15 AM
Estudio de la distribución del ataque de la broca del café <i>H. hampei</i> .	Ramiro Ruiz C. Entomol. U. de Caldas	NOV 25	11:30 AM
Interacción aleloquímica de frutos de cafeto (<i>Coffea</i> Spp.) y la broca <i>H. hampei</i> .	Américo Ortíz P. Prog. Industrialización	NOV 25	11:45 AM
Regulación de la cosecha de mitaca y su relación con <i>H. hampei</i> .	Julián E. Castaño O. Fis. Veg. U. de Caldas	NOV 25	12:00 M

MODERADOR: GERMAN MORENO R.

BROCA DEL CAFE

Efectos en la producción

Efecto de la broca <i>H. hampei</i> sobre la producción de café.	Dabey Alzate V. Entomología	NOV 25	1:30 PM
--	--------------------------------	--------	---------

Efectos en la calidad del grano

Efecto del daño causado por la broca en la calidad del café.	Esther C. Montoya R. Biometría	NOV 25	1:45 PM
--	-----------------------------------	--------	---------

Control con parasitoides

Programa de parasitoides de origen africano para el control de la broca.	Jaime Orozco H. Entomología	NOV 25	2:00 PM
--	--------------------------------	--------	---------

Acción de <i>C. stephanoderis</i> sobre adultos de broca y técnicas de liberación en el campo.	Luis F. Aristizábal A. Entomología	NOV 25	2:15 PM
Cría masiva de <i>C. stephanoderis</i> en estados inmaduros de <i>H. hampei</i> , desarrollados en dieta artificial.	Maribel Portilla R. Entomología	NOV 25	2:30 PM
Establecimiento y dispersión de <i>C. stephanoderis</i> y <i>P. nasuta</i> en tres municipios de Nariño.	Claudia E. Quintero H. Entomología	NOV 25	2:45 PM
RECESO			3:00 PM
Control químico			
Control químico de la broca del café.	Diógenes Villalba G. Entomología	NOV 25	3:30 PM
Evaluación del equipo motorizado de espalda a bajo volumen "Motax" en fincas cafeteras.	J. Jaime Arias H. Entomología	NOV 25	3:45 PM
Adopción de tecnología para control de la broca			
Evaluación posterior al zoqueo del potencial de la broca y su dispersión a cafetales vecinos.	Andrea Castaño S. Entomología U. Caldas	NOV 25	4:00 PM
Evaluación del manejo actual de la broca. Escape en el proceso de beneficio húmedo.	Pablo Benavides Entomología	NOV 25	4:15 PM
Evaluación del impacto de la broca en la calidad del café, y caracterización de su manejo en cinco municipios.	Hernando Duque O. Entomología	NOV 25	4:30 PM
Estudios sobre la eficacia del Re-Re.	Peter S. Baker Entomología	NOV 25	4:45 PM
Beneficio del café brocado			
El proceso de beneficio con desmucilaginado mecánico en la selección del café afectado por la broca.	I. Fernando Fajardo P. Ing. Agr. U. Subc- Neiva	NOV 25	5:00 PM

NOVIEMBRE 26

MODERADOR: LUIS A. MAYA M.

Control biológico de la broca con hongos y otros organismos

Estudios bioquímicos, producción y formulación de biopesticidas.	Elena Velásquez Entomología	NOV 26	8:00 AM
Formulación del hongo <i>B. bassiana</i> para la aplicación a bajo y ultrabajo volumen.	Francisco Posada F. Entomología	NOV 26	8:15 AM
Control de la broca del café con <i>B. bassiana</i> .	Anibal Arcila G. Entomología	NOV 26	8:30 AM
Eficacia de aspersiones al suelo de los hongos <i>M. anisopliae</i> y <i>B. bassiana</i> .	Martha G. Bernal U. Entomología	NOV 26	8:45 AM

Efecto de formulaciones comerciales de <i>B. thuringiensis</i> en el desarrollo de la broca. Nuevo sistema de bioensayo en dieta artificial.	Juan C. López N. Entomología	NOV 26	9:00 AM
Proyecto caracterización y obtención de cepas mejoradas de hongos entomopatógenos.	Patricia E. Vélez A. Entomología	NOV 26	9:15 AM
Actividad fenoloxidasa de la broca del café y amilolítica de <i>B. bassiana</i> .	Ma.Teresa González G. Entomología	NOV 26	9:30 AM
Producción de esporas de los hongos <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> cultivados en arroz y sobre la broca del café.	Mónica Narváez G. Entomología	NOV 26	9:45 AM
RECESO			10:00 AM
Utilización de fuentes de carbono y nitrógeno y evaluación enzimática de aislamientos de <i>B. bassiana</i> .	Beatriz Valdés D. Entomol. U. Católica	NOV 26	10:30 AM
Caracterización bioquímica y molecular de aislamientos de <i>B. bassiana</i> procedentes de <i>H. hampei</i> y otros hospederos.	Armando Rivera M. Entomología	NOV 26	10:45 AM
Selección de aislamientos de <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> por resistencia a la temperatura.	Clara I. Restrepo Entomología	NOV 26	11:00 AM
Selección de aislamientos de <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> por resistencia a la luz ultravioleta.	Sandra P. Tobar H. Entomol. U. Católica	NOV 26	11:15 AM
Caracterización de cultivos monoespóricos del hongo <i>B. bassiana</i> .	Ma. Nancy Estrada V. Entomología	NOV 26	11:30 AM
Parámetros de selección de cultivos mono-espóricos de <i>B. bassiana</i> para la obtención de protoplastos.	Martha C. Flórez M. Entomología	NOV 26	11:45 AM
Control de calidad de formulaciones de hongos entomopatógenos.	Patricia Marín Entomología	NOV 26	12:00 M

MODERADOR: JUAN D. PIÑEROS G.

III. BENEFICIO ECOLÓGICO Y UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Beneficio ecológico del café

Central de beneficio ecológico de Anserma-cosechador múltiple de café.	Gonzalo Roa M. Ingeniería Agrícola	NOV 26	1:30 PM
Evaluación y validación de la tecnología del beneficio ecológico del café y manejo de los subproductos (BECOLSUB).	Jairo Alvarez H. Ingeniería Agrícola	NOV 26	1:45 PM
Beneficiadero ecológico y manejador de subproductos BECOLSUB móvil.	César A. Ramírez G. Ingeniería Agrícola	NOV 26	2:00 PM
Evaluación y validación de la tecnología del BECOLSUB a nivel de finca y producidas por la industria.	José Alvarez G. Ingeniería Agrícola	NOV 26	2:15 PM

Estudio de la retención en pulpa del efluente líquido-sólido del proceso de beneficio.	Rosa T. Pascuas L. Ing. Agr. U. Subc. Neiva	NOV 26	2:30 PM
Efecto del ataque de la broca en la resistencia mecánica del grano de café. Avances en cosecha mecánica.	Carlos E. Oliveros T. Ingeniería Agrícola	NOV 26	2:45 PM
RECESO			3:00 PM
Efecto de la vibración del tronco del café en la selectividad de la cosecha.	Iván D. Aristizábal T. Ingeniería Agrícola	NOV 26	3:30 PM
Cosecha neumática del café.	Juan R. Sanz U. Ingeniería Agrícola	NOV 26	3:45 PM

Calidad del grano

Factores que influyen en la calidad del café.	Gloria I. Puerta Q. Química Industrial	NOV 26	4:00 PM
Influencia de la flora microbiana en el defecto fenólico del café.	Claudia M. Pérez Quím. Ind. U. Católica	NOV 26	4:15 PM

Tratamiento de aguas residuales

El impacto biológico de los efluentes del beneficio húmedo de café.	Vivian Matuk V. Quím. Ind. U. Javeriana	NOV 26	4:30 PM
Prototipos de finca de plantas de tratamiento de aguas residuales de lavado de café. Propuesta para pequeños productores.	Diego Zambrano F. Química Industrial	NOV 26	4:45 PM
Avances en el tratamiento de aguas residuales y valorización de subproductos del beneficio.	Nelson Rodríguez V. Química Industrial	NOV 26	5:00 PM
Adelantos en el modelamiento cinético del proceso de digestión anaerobia.	Angela Ma. Arango G. Quím. Ind. U. Cat. Mzles.	NOV 26	5:15 PM

NOVIEMBRE 27

MODERADOR: ALEX E. BUSTILLO P.

Utilización de Subproductos del Café

Lombricultura en la central de beneficio ecológico de Anserma.	Ma. Teresa Dávila A. Química Industrial	NOV 27	8:00 AM
Caracterización físico-química y microbiológica de la pulpa de café fresca y descompuesta naturalmente y por lombricultura.	Gladis C. Blandón Quím. Ind. U. Católica	NOV 27	8:15 AM
Caracterización microbiológica del mucílago de café.	Gabriel Osorio Quím. Ind. U. Cat. Mzales	NOV 27	8:30 AM
Composición química del mucílago de café.	Sara Rios A. Quím. Ind. U. Tec. Pereira	NOV 27	8:45 AM
Alimentación de cerdos con mucílago de café.	Adriana Garavito R. Quím. Ind. U. C. Agrop. Bgtá	NOV 27	9:00 AM

Cultivos de hongos comestibles en subproductos del café.

Fernando A. Gómez C.
Quim. Ind. U. Cat. Mzales

NOV 27

9:15 AM

IV. DIVERSIFICACIÓN

Equipo Técnico de Investigación Adaptativa (ETIA)

Avances de la investigación en cítricos y caucho.

Arthemo López R.
Prog. ETIA

NOV 27

9:30 AM

Control químico de alternaria en tangelo mineola.

Bertha L. Castro C.
Fitopatología

NOV 27

9:45 AM

RECESO

10:00 AM

Susceptibilidad de hojas, flores, frutos y tallos de tangelo mineola a *A. tenuissima*.

Jhon L. Gaviria
Fitopat. U. Caldas

NOV 27

10:30 AM

Avances agronómicos en plátano (material de siembra, fertilización y fisiología).

Francisco Grisales L.
Prog. ETIA

NOV 27

10:45 AM

Fertilización en piña.

Javier García A.
Prog. ETIA

NOV 27

11:00 AM

Investigación en caucho y macadamia.

Clemencia Villegas G.
Prog. ETIA

NOV 27

11:15 AM

Proceso de homologación de cinco productos hortifrutícolas y estado actual del proyecto Normalización de frutas y hortalizas.

J. Mauricio Rojas A.
Prog. ETIA

NOV 27

11:30 AM

Caracterización de la producción nacional de ocho productos hortifrutícolas.

Aida E. Peñuela M.
Prog. ETIA

NOV 27

11:45 AM

MODERADOR: MANUEL J. ECHEVERRY L.

Programa ETIA

Investigación forestal.

Raul J. Hernández
Prog. ETIA

NOV 27

1:30 PM

Manejo de la marchitez de los espárragos causada por *Fusarium* spp.

Juan C. Pérez
Fitopat. U. Caldas

NOV 27

1:45 PM

Resultados de los ciclos de ceba en pasturas asociadas.

María C. Cardona
Prog. ETIA

NOV 27

2:00 PM

V. INDUSTRIALIZACIÓN

Industrialización de cafés de bajo precio: Torrefacción de café brocado, resultados preliminares.

Jaime Castaño
Prog. Industrialización

NOV 27

2:15 PM

Propiedades térmicas del café en el proceso de torrefacción.

Liliana Salcedo
Prog. Ind. U. América

NOV 27

2:30 PM

La torrefacción no convencional y la calidad del producto final.	Campo E. Riaño L. Prog. Industrialización	NOV 27	2:45 PM
RECESO			3:00 PM
Determinación de características importantes en el proceso de adsorción de CO ₂ usando soda lime. Aplicación en atmósferas controladas.	Sandra P. Gallego Prog. Ind. U. Nal. Mzles	NOV 27	3:30 PM
Obtención de colorantes y celulosa a partir de la borra de café.	Andrés F. García Prog. Ind. U. Nal. Mzles	NOV 27	3:45 PM
Almacenamiento y empaque de café tostado. Isotermas de sorción.	Lucero E. Yela L. Prog. Ind. U. Nal. Mzles	NOV 27	4:00 PM
Empaque y almacenamiento de frutas y hortalizas bajo la técnica de atmósferas modificadas: Champiñones.	Mónica P. Pava Prog. Ind. U. Católica	NOV 27	4:15 PM
Influencia del agua de apagado sobre las propiedades físico-químicas del café tostado.	José L. Acevedo Prog. Ind. U. Nal. Mzles	NOV 27	4:30 PM

NOVIEMBRE 28

MODERADOR: JUAN CARLOS HERRERA P.

VI. CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL SUELO - FERTILIZACIÓN

Condiciones físicas de los suelos, productividad y recomendación de fertilizantes.	Senén Suárez V. Química Agrícola	NOV 28	8:00 AM
Investigación y análisis químicos de bases (K, Ca y Mg) en suelos de la zona cafetera.	Federico Carrillo P. Química Agrícola	NOV 28	8:15 AM
Actividad de la enzima Nitrato reductasa, como indicador del estado de concentración de los cationes Mg ²⁺ , K ⁺ y Ca ²⁺ .	Miguel E. Cadena R. Fis.Veg. U. Nal. Bogotá	NOV 28	8:30 AM
Laboratorio de química agrícola. Servicio de análisis.	H. Fernando Franco A. Química Agrícola	NOV 28	8:45 AM
Comportamiento del Nitrógeno del suelo en dos sistemas de producción de café.	Diego Molina R. Quim.Agr. U. Nal. Med.	NOV 28	9:00 AM
Caracterización de algunos andisoles y sus propiedades de intercambio catiónico.	Martha C. Henao T. Química Agrícola	NOV 28	9:15 AM

VII. MEJORAMIENTO GENÉTICO

Evaluación de germoplasma de café para resistencia a la broca.	Hernando Cortina G. Mejoram. Genético	NOV 28	9:30 AM
Avances en la obtención de nuevos materiales resistentes a la roya y al CBD.	L. Germán Moreno R. Mejoram. Genético	NOV 28	9:45 AM

RECESO

10:00 AM

Avances en el programa de selección por resistencia incompleta a la roya del café.

Gabriel Alvarado A.
Mejoram. Genético

NOV 28

10:30 AM

VIII. BIOTECNOLOGÍA

Evaluación y optimización de la embriogénesis somática en genotipos *C. arabica* x Híbrido de Timor.

Maria E. Aponte
Mej. Gen. Biotecnología

NOV 28

10:45 AM

Embriogénesis somática indirecta en genotipos de *C. arabica* x híbrido de Timor

Diana Molina V.
Mej. Gen. Biotecnología

NOV 28

11:00 AM

Evaluación en campo de plantas regeneradas por embriogénesis somática.

Juan C. Herrera P.
Mej. Gen. Biotecnología

NOV 28

11:15 AM

Estudio bioquímico y molecular de una proteína de reserva de *C. arabica*, var. Colombia.

Ricardo Acuña Z.
Mej. Gen. Biotecnología

NOV 28

11:30 AM

MODERADOR: MARTHA C. HENAO T.

IX. ENFERMEDADES DEL CAFETO

Efecto de los nemátodos en la producción y crecimiento. Control biológico de nemátodos y de la roya del caféto.

Jairo E. Leguizamón C.
Fitopatología

NOV 28

1:30 PM

Control biológico de nemátodos en almácigos de café con *Paecilomyces lilacinus*.

Mario A. Giraldo T.
Fitopat. U. de Caldas

NOV 28

1:45 PM

Inducción de resistencia a la roya del caféto por cuatro cepas de *Pseudomonas*.

Nohora C. Porras
Fitopat. U. Javeriana

NOV 28

2:00 PM

Evaluación de sustratos y micorrización de plantas de café in vitro. Potencial de micorrizas en cítricos.

Carlos Rivillas O.
Fitopatología

NOV 28

2:15 PM

Detección de razas de roya del caféto en Colombia.

L. Fernando Gil V.
Fitopatología

NOV 28

2:30 PM

X. INVESTIGACIONES SOBRE CLIMA Y PRODUCCIÓN DE CAFÉ

Red climática Federacafé.
Temperatura ecotopos cafeteros.

Orlando Guzmán M.
Agroclimatología

NOV 28

2:45 PM

RECESO

3:00 PM

Caracterización de la lluvia en los ecotopos cafeteros.

Vicente Baldión R.
Agroclimatología

NOV 28

3:30 PM

Ciclo hidrológico y de nutrientes en un bosque y en cafetales.

Alvaro Jaramillo R.
Agroclimatología

NOV 28

3:45 PM

Caracterización del clima con respecto a la incidencia de roya. Distribución de cosecha en las subestaciones.	Lucelly Orozco G. Biometría	NOV 28	4:00 PM
Regionalización de la zona cafetera por precipitación. Exploración de la relación clima producción.	Bernardo Chaves C. Biometría	NOV 28	4:15 PM

NOVIMEMBRE 29

MODERADOR: CARLOS A. RIVILLAS O.

XI. CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCTIVIDAD DEL CAFETO

Análisis de crecimiento del café. Deterioro del cilindro central del tallo y raíz.	Jaime Arcila P. Fisiología Vegetal	NOV 29	8:00 AM
Fisiología floral de <i>C. arabica</i> L. en la zona cafetera colombiana.	Beatriz E. Vélez A. Fisiología Vegetal	NOV 29	8:15 AM
Fotosíntesis en café, en condiciones de laboratorio y de campo.	Adriana M. Cadavid G. Fisiología Vegetal	NOV 29	8:30 AM
Efecto de la temperatura sobre el comportamiento fotosintético en condiciones de campo.	Juan C. López R. Fisiología Vegetal	NOV 29	8:45 AM
Actividad enzimática en hojas y frutos de café.	Yamel López F. Fis. Veg. U. Nal. Palmira	NOV 29	9:00 AM
Determinación de la actividad fotosintética en frutos de café.	L. Patricia Mosquera S. Fis. Veg. U. del Cauca	NOV 29	9:15 AM
Análisis de ácidos carboxílicos en hojas de café y su relación con la actividad fotosintética.	Jerson R. Domínguez T. Fisiología Vegetal	NOV 29	9:30 AM
Aislamiento y caracterización del cpDNA de <i>C. arabica</i> , cv. caturra.	Nelma M. Sánchez K. Fis. Veg. U. Nal. Bogotá	NOV 29	9:45 AM
Caracterización de los genes de la Glicina Decarboxilasa y Glicolato Oxidasa de diferentes genotipos de café (<i>Coffea</i> sp.).	Ana M. García C. Fis. Veg. U. Nal. Bogotá	NOV 29	10:00 AM
RECESO			10:15 AM

XII. INFORMÁTICA

Sistemas

Informe anual de labores de la disciplina.	L. Ignacio Estrada H. Sistemas	NOV 29	10:45 AM
--	-----------------------------------	--------	----------

Documentación

Actividades de documentación.	Luis A. Maya M. Documentación	NOV 29	11:00 AM
-------------------------------	----------------------------------	--------	----------

Divulgación

Actividades de Divulgación Científica.	Héctor F. Ospina O. Divulgación Cient.	NOV 29	11:15 AM
--	---	--------	----------

XIII. SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Resumen de labores del Departamento de Servicios Administrativos.

Luis C. Carmona L.
Depto. Servicios
Administrativos

NOV 29

11:30 AM

XIV. INFORME DE LA DIRECCIÓN Y CONCLUSIONES

Gabriel Cadena G.
Dirección

NOV 29

11:45 AM

PRESENTACIÓN



INTRODUCCIÓN

Tenemos el gusto de entregale al Gremio Cafetero, a sus directivas así como a los empleados especialmente del área técnica de la Federación Nacional de Cafeteros, los resultados de los proyectos de investigación y experimentación a cargo de CENICAFÉ, correspondientes al año cafetero 1995-1996.

Es ya una tradición desde el año de 1989, que los investigadores de CENICAFÉ no solo deban presentar un informe escrito sino que además deben presentar oralmente sus resultados. Se ha buscado con este ejercicio, fundamentalmente hacerle una evaluación y seguimiento a las actividades a cargo de CENICAFÉ pero también facilitar que todas las personas que componen el equipo del Centro se informen en una forma fácil y ágil acerca de todas las actividades realizadas por CENICAFÉ durante los doce meses anteriores. Se busca con esto no solo informar sino además facilitar que con base en ese conocimiento se puedan dar recomendaciones encaminadas a mejorar la actividad de investigación y tomar decisiones acerca del futuro de los proyectos. También se tiene el objetivo de hacer realidad la filosofía de trabajo

interdisciplinario que ha sido establecida en CENICAFÉ desde el año de 1988.

Con la invitación a asistir a este informe oral tanto a los directivos de la Federación a nivel nacional como a los directivos y Directores de las Divisiones Técnicas de los Comités Departamentales de Cafeteros, se busca además entregarles estos resultados no solo para mantenerlos informados acerca del desarrollo de los proyectos, sino además para buscar una mas rápida transferencia de dichos resultados a los caficultores. También se busca poder contar con la opinión autorizada de quienes tienen responsabilidades a nivel nacional y departamental para que nos ayuden en la orientación de la agenda investigativa de CENICAFÉ.

En esta ocasión se realiza el octavo informe anual oral de actividades de CENICAFÉ. Se tendrá la oportunidad de asistir a un total de 117 presentaciones, de las cuales 31 corresponden a estudiantes universitarios que están realizando sus tesis de grado en CENICAFÉ.

RESULTADOS SOBRESALIENTES

" Durante el año cafetero 1995 - 1996, se realizaron mas de 700 actividades de investigación y experimentación, representadas por los experimentos conducidos en los laboratorios y en el campo, tanto en la sede principal en Chinchiná, como en las 19 subestaciones experimentales localizadas en los departamentos cafeteros y en 49 fincas particulares en toda la zona cafetera."

" Especial énfasis se le esta dando a los proyectos que tienen como objetivo reducir los costos de producción del café. " Aunque la tecnología para producir café en general es de bajo costo, el proceso de la cosecha constituye uno de los factores que incide mas en la rentabilidad de la producción. Por esa razón en este periodo se iniciaron las primeras investigaciones sobre mecanización de la cosecha así como también de otras prácticas como la siembra y los estudios de tiempos y movimientos para conocer la eficiencia de las distintas prácticas de cultivo. En esa misma línea de reducción de costos de producción pero sin descuidar la sostenibilidad del cultivo, el

desarrollo y demostración de las bondades del uso del selector de arvenses nobles, el impulso al sistema de beneficio ecológico del café desarrollado por CENICAFÉ y entregado bajo licencia a 14 talleres nacionales para que produzcan el módulo BECOLSUB y la demostración de sus ventajas económicas por parte de la Universidad de los Andes, son contribuciones sobresalientes de CENICAFÉ a la competitividad del café colombiano. Para facilitar la administración de las fincas cafeteras, con el apoyo del Comité de Cafeteros de Caldas se continuo el desarrollo de un programa de cómputo denominado SIAF (Sistema Integrado de Administración de Fincas) que tiene como objetivo principal el de facilitarle a los caficultores el manejo administrativo de las fincas para conocer los factores que inciden en el aumento de los costos de producción y poder tomar las decisiones correctivas del caso.

" Se une a estos resultados la consolidación de las tecnologías de Manejo Integrado de la Broca del Café desarrolladas por CENICAFÉ y que le han permitido a los caficultores colombianos afrontar con éxito esta plaga que afecta considerablemente la producción del grano por el daño potencial que puede causar cuando no se la controla y los costos adicionales en que hay que incurrir cuando los niveles de infestación superan los márgenes tolerados en la comercialización de café para exportación. CENICAFÉ en seis de sus investigadores de Entomología recibió el reconocimiento de la Comunidad Científica Nacional por los resultados en el Manejo Integrado de la Broca, al otorgarseles el PREMIO de CIENCIAS de la Fundación Alejandro Angel Escobar correspondiente al año de 1996. Igual reconocimiento se ha recibido de los técnicos y caficultores de otros países que constantemente visitan a CENICAFÉ para informarse acerca de nuestros resultados. Actualmente Colombia es el único país cafetero que cuenta con los tres principales agentes naturales de control biológico de la broca (parasitoides) y que ha tenido éxito en su críamativa para realizar liberaciones en campo. En CENICAFÉ se han desarrollado las investigaciones fundamentales para hacer posible la introducción de estos agentes de control biológico ya no solamente en Colombia sino a 11 países mediante la ayuda económica del Fondo Comun de Commodities.

De otra parte se ha avanzado en el desarrollo de dietas artificiales para reducir sustancialmente el costo de producción de los parasitoides. En relación con el empleo de entomopatógenos para el control biológico de la broca, durante este periodo se han tenido avances significativos en sus conocimientos, en su producción y en su empleo como agentes de control biológico. Con la Universidad de Cornell se continuaron las investigaciones que conjuntamente con investigadores de CENICAFÉ se realizan con el objetivo de desarrollar una variedad con resistencia a la broca. En este periodo también se consolidaron los estudios sobre adopción de tecnología del Manejo Integrado de la Broca, realizados en distintos departamentos cafeteros y que han servido no solo para diagnosticar el nivel de adopción de estas tecnologías sino también como una herramienta muy útil al Servicio de Extensión para la orientación y priorización de sus actividades. Además se ha visto que esta metodología de estudio sobre adopción de tecnología sirve para conocer el grado de adopción de otras tecnologías como el análisis de suelos, las variedades mejoradas, el selector de arvenses, el beneficio ecológico o las prácticas de conservación de suelos.

Se continuó con el programa de mejoramiento genético para mantener la resistencia a la roya del café y además con el mejoramiento de las características de tamaño de grano en la Variedad Colombia. También se tiene los primeros resultados de las variedades de porte alto con resistencia a la roya. La contribución de la Variedad Colombia a la disminución de los costos de producción del café en Colombia es evidente, especialmente durante este periodo en el cual el clima fue especialmente favorable para la epidemia de la roya, y en el cual se comprobó una vez más el gran daño que esta enfermedad le causa a la producción y a la vida útil de las plantas de café. En este periodo se entregaron 44231 kilos de semilla de la Variedad Colombia, a través de los comités Departamentales. De otra parte se continuaron las investigaciones con el CIFC en Oeiras, Portugal para determinar la resistencia a la Enfermedad de las Cerezas del Café (CBD), resistencia que se ha detectado también en progenies de la Variedad Colombia.

Con el apoyo económico del Ministerio del Medio Ambiente, la Federación acordó la realización de investigaciones forestales, las cuales se iniciaron con la vinculación a CENICAFÉ de dos ingenieros forestales que tiene la responsabilidad de conducir los ensayos en toda la zona cafetera. También con el apoyo económico del Ministerio de Agricultura se continuaron las investigaciones sobre normalización de frutas y hortalizas y con el ICONTEC se están obteniendo las normas que serán de utilidad tanto para productores como para los comercializadores, industriales y consumidores de estos productos.

Especial énfasis ha tenido en este periodo las investigaciones en el campo de la industrialización del café, en coordinación con la Fábrica de Café Liofilizado y de otras industrias tanto de café tostado como de soluble en el país. Igualmente se han desarrollado investigaciones sobre la calidad del café colombiano y se le ha prestado un servicio de análisis a Almacafé con más de 800 muestras analizadas en este periodo.

Para la reducción de los costos de las investigaciones conducidas en CENICAFÉ, se ha recurrido a la presentación de proyectos a Colciencias. En este periodo se logró obtener cofinanciación para cuatro proyectos presentados a los programas de Colciencias y se inició el programa de jóvenes investigadores con la vinculación de diez jóvenes profesionales becados en un 70% por Colciencias.

En cuanto a la Experimentación Regional, se tienen 370 lotes experimentales y demostrativos, 80 de los cuales fueron instalados en el periodo correspondiente al presente informe: 22 de Fitotecnia (Manejo Agronómico); 16 de Fisiología del Café; 13 de Mejoramiento Genético del café; 8 sobre Manejo Integrado de la Broca del café; 5 sobre suelos, 5 sobre cultivos de diversificación; 1 sobre Mancha de Hierro y 10 de validación de fertilización.

En las subestaciones experimentales se atendieron 13558 caficultores, 687 técnicos y 2296 estudiantes y visitantes extranjeros para un total de 16541 personas. Sobresalen las Subestaciones de La Catalina (Risaralda) con 6280 visitantes, El Rosario

(Antioquia) con 3570 visitantes; El Líbano (Tolima) con 864 visitantes; Maracay (Quindío) con 809 visitantes; Santa Bárbara (Cundinamarca) con 735 visitantes; El Tambo (Cauca) con 627 visitantes; Naranjal (Caldas) con 615 visitantes y Floridablanca (Santander) con 535 visitantes. En las Subestaciones, mediante la aplicación de las recomendaciones sobre Manejo Integrado de la Broca se ha logrado mantener porcentajes de infestación por debajo del 3%.

Los resultados sobre el empleo de la fertilización líquida del café muestran que esta práctica resulta 2.5 veces más costosa que la fertilización granular basada en los resultados de los análisis de suelos. Respecto al ahoyado mecánico para la siembra del café se demostró que su rendimiento en cuatro pruebas preliminares es seis veces superior al obtenido con el palín (manual), aunque los costos fueron superiores.

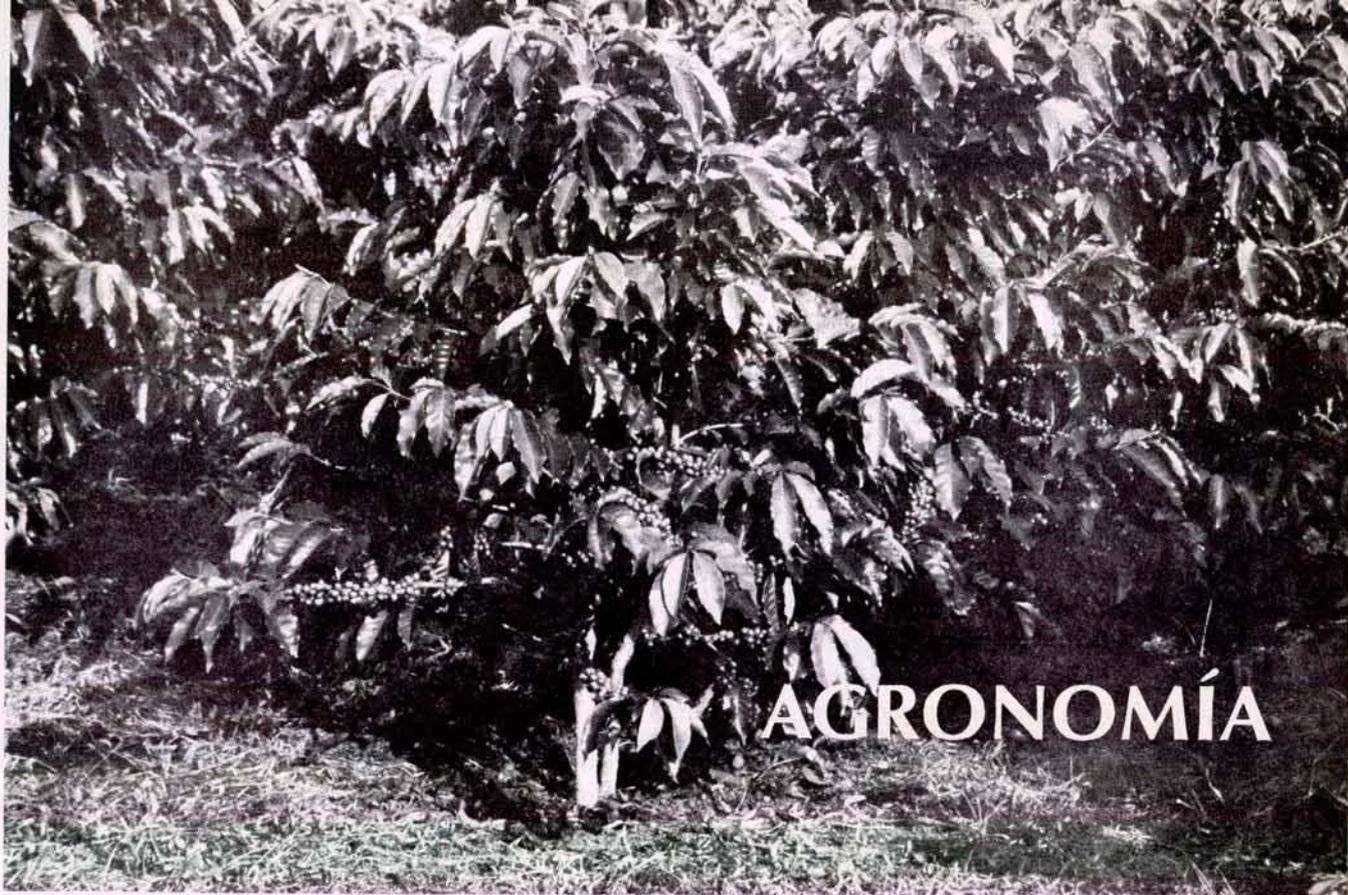
En cuanto a transferencia de tecnología, se debe destacar que en una convocatoria de Colciencias a todas las publicaciones científicas del país, la REVISTA CENICAFÉ ocupó el primer lugar por la calidad de su contenido, periodicidad y estructura de los artículos publicados. La Revista ahora incluye cinco artículos científicos por número debido al incremento de la productividad de CENICAFÉ. También en este periodo se publicaron 12 Avances Técnicos. Esta publicación que es reconocida por el Servicio de Extensión por lo útil, llegó a sus 25 años continuos de publicación y por este motivo se le cambió su presentación para hacerla aún más atractiva y de fácil lectura. También se destaca la realización en CENICAFÉ del Primer Seminario Taller Internacional sobre Caficultura Sostenible realizado en el primer semestre de 1996 y relacionado con el Manejo Integrado de la Broca del Café, el cual contó con la participación de técnicos cafeteros de diferentes países. También CENICAFÉ participó en diferentes eventos promocionales en distintos sitios

del país y se colaboró con los comités departamentales de cafeteros y con la Oficina Central en la promoción de los resultados de la investigación. Especial éxito tuvo el módulo BECOLSUB MOVIL que nos permitió la demostración de esta tecnología en días de campo organizados por la División Técnica del Comité de Caldas y en otros eventos nacionales. CENICAFÉ también ha participado en la capacitación de los técnicos del Servicio de Extensión que se ha adelantado en la Fundación Manuel Mejía.

Finalmente, debemos registrar que el Dr. Jaime Castillo Zapata, después de más de 40 años continuos de vinculación a las actividades de investigación en CENICAFÉ, se retiró para disfrutar de su jubilación. El Dr. Jaime Castillo Z. ha sido el más eminente investigador de CENICAFÉ en sus 58 años de actividades, a él le debe el Gremio Cafetero colombiano tecnologías de tanta trascendencia para la competitividad del café de Colombia como el desarrollo de la Variedad Colombia, con resistencia durable a la roya del café, reconocida por quienes la cultivan como la gran solución a un grave e importante problema que afecta a la caficultura mundial. Por sus logros científicos el Dr. Castillo ha recibido los más destacados galardones y reconocimientos tanto nacionales como internacionales pero indudablemente el más valioso reconocimiento es la gratitud de los cafeteros colombianos y el reconocimiento de las directivas de la Federación y de todos los que hemos tenido la fortuna de ser sus compañeros de trabajo. El Dr. Castillo seguirá haciendo parte de integral de CENICAFÉ, como Investigador Emérito, y como consejero, asesor y amigo de todos.

Gabriel Cadena Gómez
Director

Chinchiná, Noviembre de 1996.



AGRONOMÍA



El Programa de Agronomía, tiene a su cargo las investigaciones en Química Agrícola, Conservación de Suelos y Fitotecnia.

Tiene como objetivo desarrollar investigación básica y aplicada para aumentar la producción del café, contribuir a la reducción de costos de producción, explotar técnicamente los cafetales, conservar y usar racionalmente los suelos en la zona cafetera, y brindar alternativas de diversificación para aprovechar el espacio libre del cafetal en levante.

También, mediante la disciplina de Química agrícola, se prestan los servicios de análisis de suelos, para que los caficultores hagan un uso racional de los fertilizantes contribuyendo así a la reducción de los costos de producción y aumento de la productividad.

La investigación agronómica, siempre será el soporte tecnológico para garantizar la producción eficiente, rentable y sostenible de cualquier cultivo. En consecuencia, para estar a tono con la visión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia "Lograr una caficultura organizada y mundialmente competitiva", es necesario mantener la investigación de tipo agronómico,

con el fin de mantener actualizada la demanda tecnológica del cultivo y responder a los nuevos retos internos y externos de la caficultura colombiana. Al considerar las alternativas para cumplir con la misión y particularmente con lo relacionado al desarrollo y bienestar de los caficultores, el de su familia y las zonas cafeteras, la producción de nuevos conocimientos agronómicos ha cumplido y seguirá cumpliendo su cometido. Por ejemplo, el uso de densidades de siembra altas a libre exposición, la validación de prácticas agronómicas con la Variedad Colombia; que ha permitido darle confianza a los caficultores para reemplazar a la Variedad Caturra, a fin de evitar la roya. Por otra parte, recientemente ya se cuenta con información técnica y económica que le permite a los caficultores aprovechar los espacios libres en los cafetales de levante, intercalando maíz, fríjol o tomate de mesa; de tal manera que puede obtener otros ingresos y disminuir gastos en el establecimiento del cafetal.

Dentro de otras actividades, la Caficultura orgánica, se vislumbra como una opción interesante para aprovechar los nichos de mercado que ya están solicitando el café orgánico. El estudio de cultivos nuevos que como el arroz, contribuye además de diversificar el ingreso, a la seguridad alimentaria; toda vez que se trata de un producto

que hasta la fecha no se produce en la zona cafetera.

La investigación relacionada con el establecimiento de los sistemas de manejo de los cafetales, sin duda alguna también contribuirá significativamente al mejoramiento de la caficultura, toda vez que, por una parte se logrará en forma técnica mantener la producción de café en el tiempo y por otra parte se logrará el manejo adecuado de los cafetales para evitar tener cafetales envejecidos e improductivos.

FITOTECNIA

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

En el experimento FIT 04 05 cuyo título es "Estudio comparativo de cinco variedades de café con diferente manejo", tanto en la cosecha de 1995 como el acumulado 1991 - 1995 se encontraron mayores producciones en los tratamientos en los cuales se realiza zoqueo total en comparación con los zoqueos por surcos alternos, como se observa en la Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1. Experimento FIT 04 05 NARANJAL. Producción promedio en @ C. P.S./Ha. Cosecha 1995 y Acumulado 1991- 1995.

TRATAMIENTO	VARIEDAD	Producción Promedia en Arrobas de c.p.s./ha	
		1995	1991 - 1995
1	Catuai. Surcos Alternos.	375.00	1466.00
2	Catuai. Zoqueo Total.	594.00	2089.00
3	Colombia. Siembra.	771.00	1853.00
4	Colombia. Surcos Alternos	436.00	1607.00
5	Colombia. Zoqueo Total.	652.00	2084.00
6	Caturra. Surcos Alternos.	372.00	1584.00
7	Caturra. Zoqueo Total.	524.00	1796.00
8	Caturra X San Bernardo	447.00	1639.00

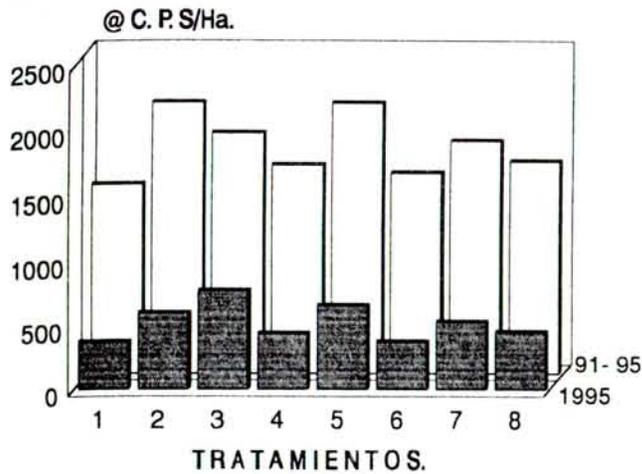


Figura 1. FIT 04 05. Naranjal. Producción en @ C.P.S./Ha. Cosecha 1995 y acumulada 1991 - 1995.

De acuerdo con los resultados del experimento FIT 04 09, "Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de la variedad Colombia", el efecto de la densidad de siembra sobre la producción es independiente de la forma como se distribuyan las plantas en el terreno en cualquier caso, como se puede en la Tabla 2 y Figura 2 se observa un aumento de tendencia cuadrática de la producción con los incrementos en las densidades de siembra.

Tabla 2. Experimento FIT 04 09. Naranjal. Producción promedio en arrobas de c.p.s./ha. Cosecha 1995 y Acumulado 91-95.

DENSIDAD	COSECHAS			
	1995		1991 - 1995	
	1:1	2:1	1:1	2:1
2500	535	520	1444	1356
5000	680	692	1954	1910
7500	667	709	2246	2140
10000	555	646	2306	2406
12000	601	585	2437	2249

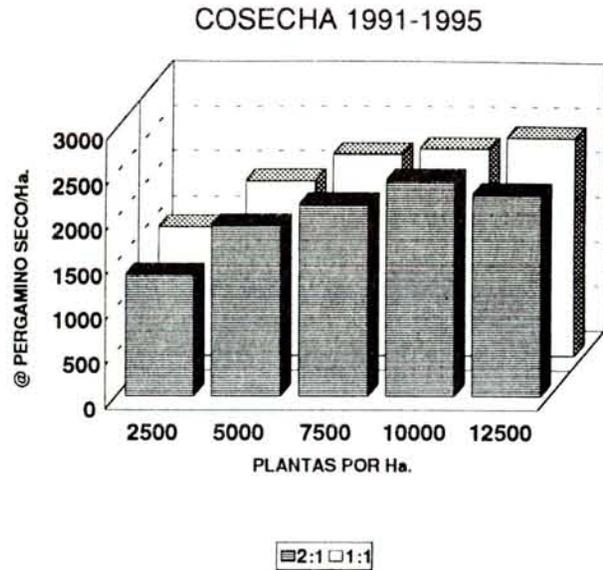


Figura 2. FIT 04 09 Naranjal. Efecto conjunto de las densidades de siembra y de las distribuciones de las plantas en el terreno sobre la producción. Cosecha de 1991 a 1995.

El 31 de diciembre del año 95 en el lote de Naranjal del experimento FIT 05 01, "Comparación técnica y económica entre la siembra nueva y las zocas de café" se recolectó la sexta cosecha, con lo que se consideró que los datos eran suficientes para obtener conclusiones definitivas y se dió por terminado. Los resultados de los análisis a que fueron sometidos los datos reafirmaron las conclusiones a que ya se había llegado de que la zoca en ningún caso ha producido menos que la siembra original. Y también que, cuando se zoquean cafetales con densidades de siembra bajas, se puede obtener un aumento de la producción sin ningún costo adicional, simplemente dejando dos chupones por zoca. Los datos correspondientes se presentan en la Tabla 3 Figura 3.

El experimento FIT 05 06, "Comparación de la poda calavera con otros sistemas de renovación", en 1995 se recolectó la tercera cosecha y se encontró que las mayores producciones correspondieron a los tratamientos de siembra nueva y zoqueo con bandolas y la menor producción al tratamiento de la poda calavera. Analizando el acumulado de las tres cosechas, el tratamiento de mayor producción corresponde al zoqueo con

Tabla 3.- Experimento FIT 05 01. Naranjal. Producción promedia en arrobas de c.p.s./ha. Cosecha: 1995 y acumulado 1990-1995.

Nº Trat.	Descripción	Producción promedio en @ de pergamino seco por hectárea.	
		Cosecha 1995	Acumulado 90-95
1	Siembra nueva	590 A	1529 C
2	Zoca 1 chupón	455 B	1700 C
3	Zoca 2 chupones	500 A	1912 A
4	Plant. original	401 B	1788 B

ESTACIÓN CENTRAL NARANJAL (95 Y 90-95)

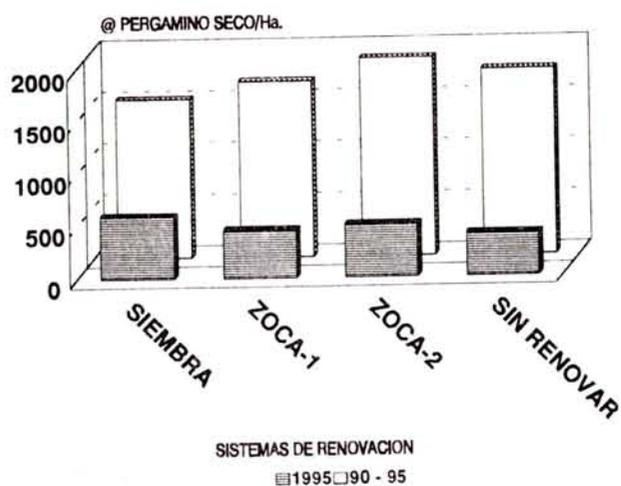


Figura 3. Experimento FIT 05 01. Naranjal. Producción promedia en arrobas c.p.s./ha. Cosecha 1994 y acumulado 91 - 94.

bandolas para la localidad de Naranjal, como se observa en la Tabla 4 y Figura 4. Como se puede ver, la ventaja de la gran producción de la poda calavera en la primera cosecha, se pierde rápidamente con el tiempo.

Tabla 4. FIT 05 06 NARANJAL. Producción promedia en @ C. P. S/Ha. Cosecha 1995 y acumulado 1993 - 1995

Trat.	Descripción	Produc. Prom en @ C.P.S/Ha	
		1995	1993 - 1995
1	Siembra nueva	673.00	1116.00
2	Zoqueo total	577.00	1315.00
3	Zoqueo con bandolas	687.00	1545.00
4	Poda calavera	517.00	1241.00
5	Poda calavera y descope	554.00	1444.00

ESTACION CENTRAL NARANJAL.

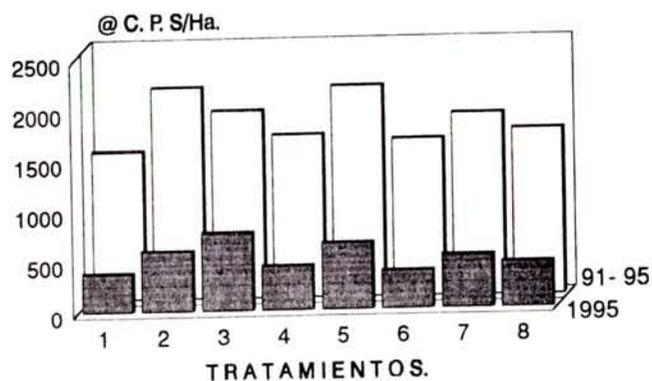


Figura 4. FIT 05 06 Naranjal. Efecto de los tratamientos sobre la producción. En @ C.P.S/ha. Cosecha 1995. y acumulado 1993 - 1995.

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

A manera de información adicional, cabe mencionar que con base en los resultados del experimento FIT-0303; en cuanto al efecto de ciclos se refiere, y para aprovechar las instalaciones recientes, se consideró la posibilidad de evaluar el efecto de tres ciclos de fríjol en la producción del café, toda vez que dos ciclos no la afectan. Hasta el momento, se tienen los resultados de los tres ciclos de fríjol (Tabla 5), donde se puede

Tabla 5. Rendimiento y sus componentes de frijol intercalado con zocas de café (Variedad Colombia) en tres ciclos. Líbano (Tolima).

PLANTAS FRIJOL/Ha	80.000			120.000			160.000		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
NÚMERO DE CICLOS	1	2	3	1	2	3	1	2	3
VAINAS POR PLANTA	10	14	12	8	12	10	7	10	9
GRANOS POR VAINA	3	3	3	3	3	3	3	3	3
PESO 100 GRANOS	49	50	45	48	49	45	47	50	45
kg/ha	986	1,72 6	874	1,12 2	1,94 1	99 6	1,34 0	1,98 6	1,02 0
MEDIA GENERAL		1.340			1.986			1.020	

apreciar que la producción del tercer ciclo es relativamente buena y rentable. Esto, en caso de que tres ciclos no afecten la producción de café, además de permitir más ingresos, será un estímulo para que el caficultor esté más atento del café en cuanto a manejo de arvenses se refiere.

Dentro de las actividades de investigación, también están comprendidas las que tienden a buscar otras formas de diversificar el ingreso por medio de los cultivos intercalados, de tal suerte que se está trabajando con cinco especies no tradicionales entre los caficultores. Se trata del cultivo de arroz y las plantas medicinales y aromáticas.

En cuanto al arroz, desde hace tres años, se ha venido trabajando el proceso de evaluar materiales promisorios en las condiciones de la zona cafetera. Estos materiales, los ha venido suministrando el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Los primeros experimentos se establecieron en Naranjal, Paraguaicito y La Catalina, pero en esa ocasión los resultados de Paraguaicito no fueron los esperados, y se pensó que podríaser a causa de la fecha de siembra. Con base en esta hipótesis, se eligió otra época de siembra; atendiendo las recomendaciones de la Disciplina de Agroclimatología, quien hizo un análisis del uso consuntivo del arroz tomando

como base los registros históricos de precipitación en Paraguaicito. De todo esto resultó como época más favorable noviembre. En efecto, se sembró en esta fecha y los resultados fueron satisfactorios.

Como el resultado indeseado en los primeros experimentos, fue la alta esterilidad (llenado de grano nulo), esta vez se sembraron 126 líneas de arroz (50 introducidas de Madagascar, 60 del Vivero de observación de arroz para América Latina (VIOAL), 12 de la China y 4 de las seleccionadas anteriormente en La Catalina y Naranjal). De estos materiales, contando con la colaboración de personal especializado del CIAT, se seleccionaron como promisorias: 35 del VIOAL, 41 de Madagascar, 3 Chinas y las 4 del CIAT. Como se puede observar, el 82% de los materiales provenientes de Madagascar, resultó promisorio; porque dichos materiales, fueron seleccionados para condiciones de laderas. Además, es importante anotar los bajos porcentajes de esterilidad y la buena producción de arroz paddy. Estos materiales, también han sido probados por el CIAT, en laderas del Cauca, con resultados similares.

La idea de producir arroz en la zona cafetera, es para que los caficultores pequeños y medianos puedan ser autosuficientes en este producto. No

se considera la ampliación de la frontera agrícola para la producción intensiva de arroz.

Por otra parte, ha resultado interesante la investigación en aspectos agronómicos e industriales de algunas plantas medicinales y aromáticas, como una opción más de diversificación. Hasta el momento, se tienen los experimentos: FIT-0701 "EFECTO DEL ABONO ORGÁNICO Y DE LA EDAD DEL INICIO DEL CORTE EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y DE ACEITE ESENCIAL DE LIMONCILLO (*Cymbopogon* spp.) EN LA ZONA CAFETERA", FIT-0703 "EVALUACIÓN AGRONÓMICA E INDUSTRIAL DE LA MANZANILLA (*Matricaria chamomilla* L.) Y DEL TORONJIL (*Melissa officinalis* L.) EN LA ZONA CAFETERA" y FIT-0704 "EVALUACIÓN AGRONÓMICA E INDUSTRIAL DE SIETE VARIETADES DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L.) BAJO CONDICIONES DE LA ZONA CAFETERA"

Estos experimentos, se encuentran instalados en Naranjal y las subestaciones de Paraguaicito y La Catalina respectivamente. Hasta el momento, el FIT-0701 y FIT-0704, se encuentran en su fase final, y estos son algunos de los logros alcanzados:

En la determinación del tiempo adecuado para la extracción del aceite esencial de limoncillo, no se encontró diferencia significativa en la producción de aceite esencial entre los diferentes tiempos (1, 2, 3, 4 y 5 horas); por lo que se tomó la decisión de usar una hora de extracción porque, además de ser la más económica, mostró la desviación estándar más baja.

El rendimiento promedio de aceite esencial de limoncillo, expresado en porcentaje, y extraído con el equipo de codestilación-extracción "Likens-Nickerson", es de $0,4934 \pm 0,1373\%$; y es similar a lo reportado por Wattner (0,35 a 0,50%)

Al comparar los resultados de producción de biomasa fresca y de aceite esencial de limoncillo acumulados hasta el noveno mes de establecimiento en campo, se puede observar una mayor producción de estas dos variables, realizando sólo cortes en el séptimo y noveno mes.

Aunque con la hipótesis de trabajo se planteaba la posibilidad de que los cortes sucesivos sobre la

misma planta favorecieran proporcionalmente el macollamiento los resultados logrados hasta la fecha muestran una relación inversa entre los cortes sucesivos y la producción de macollas en la misma planta.

En limoncillo se registra por primera vez con su respectiva evaluación el daño causado por el barrenador *Diatrea* spp. Y para complementar dicha información, se está estudiando el ciclo biológico, hábitos y posibles enemigos naturales de esta plaga; cuyo daño económico no se ha evaluado.

También se han encontrado algunos enemigos naturales tales como nemátodos parasíticos aislados de larvas afectadas en el campo, que están siendo estudiados en el trabajo "Ensayos preliminares sobre el efecto de nemátodos parasíticos a la Broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari.) en bioensayos en el laboratorio", de la disciplina de Entomología

Además, el trabajo de limoncillo a articularse con otro del Programa de Industrialización, con el objetivo de usar el aceite esencial de limoncillo en diferentes concentraciones, como saborizante de jugos y mieles de caña panelera, dentro del proyecto IND- 0717 "Obtención y estandarización de mieles y jugos saborizados a partir de caña panelera", aprovechando la técnica estandarizada para la extracción del aceite esencial de limoncillo.

En la Tabla 6, se muestran los resultados de las pruebas de germinación de siete variedades de albahaca, donde se puede observar que la variedad Feinblaettrig presentó significativamente el mayor porcentaje, mientras que el de las demás fue estadísticamente igual. Los días a floración, tamaño y color de las hojas de las siete variedades de albahaca, se pueden observar en la Tabla 7. La adaptación de las variedades ha sido significativamente diferente, pues, así lo demuestra una de las variables evaluadas (acumulación de materia seca), Figura 5. En cuanto a la producción de aceite esencial, la Lemon y la Bubikopf son las más productivas. Y las menos adaptadas han sido la Opal, Rubín y Feinblaettrig; tanto por su deficiente desarrollo morfológico y poca producción de materia seca como por la

baja producción de aceite esencial. Además se ha observado que la Opal y Rubin presentan alta susceptibilidad a las pudriciones radicales por *Fusarium spp* y antracnosis en los tallos; causada por *Colletotrichum sp*.

Tabla 6. Variedades de albahaca, cantidad de semilla de importada y porcentajes de germinación determinado antes de hacer el semillero.

VARIEDAD	Cantidad (g).	Germinación (%)
1. BUBIKOPF	100	73,00
2. GROSSES GRUENES	100	75,50
3. GENOVESER	100	79,50
4. FEINBLAETTRIG	100	95,50
5. LEMON	100	63,50
6. OPAL	100	73,00
7. RUBIN	100	68,25

VARIETADES DE ALBAHACA, LA CATALINA, 1996

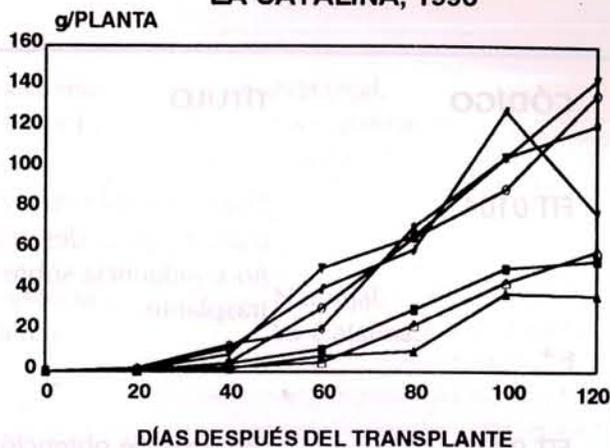


Figura 5. Peso seco (g/planta) de siete variedades de albahaca sembradas en La Catalina, 1996.

Tabla 7. Días a floración después del trasplante (DDT), tamaño y color de las hojas de siete variedades de albahaca, sembradas en la subestación La Catalina, 1996.

VARIEDAD	FLORACIÓN	TAMAÑO DE HOJA	COLOR DE LAS HOJAS
1. BUBIKOPF	84	pequeño	verde
2. GROSSES GRUENES	62	grande	verde
3. GENOVESER	55	grande	verde
4. FEINBLAETTRIG	73	mediano	verde
5. LEMON	64	pequeño	verde
6. OPAL	90	mediano	morada
7. RUBIN	90	mediano	morada

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

CÓDIGO	TÍTULO	UBICACIÓN
FIT 0104	Efecto del diámetro y altura de la bolsa sobre el desarrollo del colino e influencia sobre la edad de trasplante.	Albán. Naranjal. El Rosario. Gigante.
FIT 0204	Sistemas de obtención del número de plantas por sitio y su efecto en la producción de café.	Cenicafé. Marquetalia El Tambo Huila La Catalina La Sirena Líbano Paraguaicito. Pueblo Bello. Santander Nariño
FIT 0302	Estudio agro-económico del sistema maíz intercalado con café.	Gigante. Albán. Paraguaicito. Naranjal. La Sirena. Cauca. Maracay. Santander.
FIT 0303	Estudio agro-económico del sistema frijol intercalado con café.	Gigante. La Catalina. Paraguaicito. Naranjal. Cauca. Maracay. Santander.
FIT 0304	Estudio agro-económico del sistema tomate (<i>Lycopersicum esculentum L.</i>) intercalado con café. I Densidades	Naranjal. La Catalina. Cauca.

CÓDIGO	TÍTULO	UBICACIÓN
FIT 0305	Estudio agro-económico del sistema tomate (<i>Lycopersicum esculentum L.</i>) intercalado con café. II Manejo y sistemas de siembra del tomate.	Naranjal. La Catalina. Cauca.
FIT 0306	Estudio agro-económico del sistema papaya (<i>Carica papaya L.</i>) intercalado con café.	Naranjal. La Catalina.
FIT 0405	Estudio comparativo de cuatro variedades de café de porte bajo.	Naranjal.
FIT 0407	Comparación de diferentes distancias de siembra para el cruce Caturra x San Bernardo.	Naranjal.
FIT 0409	Efecto de la densidad de siembra en producción de la variedad Colombia.	Naranjal. Cauca. Líbano. Gigante. Albán. 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 sombrero 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. Paraguacito. Pueblo Bello.

CÓDIGO	TÍTULO	UBICACIÓN
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. N de Santander. Nariño.
FIT 0423	Evaluación de la propagación vegetativa y por semilla de cuatro especies leguminosas del género <i>Erythrina</i> .	Santander. Naranjal.
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.	Santander. N de Santander. Pueblo Bello. Nariño. Cauca.
FIT 0427	Efecto de la regularización del sombrío sobre la producción y la calidad del producto en un cafetal establecido con sombrío denso.	Jirokasaca.
FIT 0428	Evaluación de las renovaciones de cafetales tradicionales en las cuales se conservan el sombrío existente y la densidad de siembra.	Jirokasaca.
FIT 0429	Caracterización agronómica de <i>Cordia alliodora</i> , <i>Eucaliptus grandis</i> y <i>Pinus oocarpa</i> como sombríos de café	Paraguaicito.
FIT 0501	Comparación técnica y económica entre siembras nuevas y zocas de café.	Naranjal.

CÓDIGO	TÍTULO	UBICACIÓN
FIT 0502	Comparación de cinco sistemas de manejo por renovaciones en el cultivo del café.	Naranjal. Gigante. Líbano. La Sirena. Abàn. La Bella.
FIT 0506	Comparación de la poda calavera con otros sistemas de manejo en la producción de café.	Paraguaicito La Catalina
FIT 0507	Comparación de ciclos de renovación en el manejo de cafetales.	Maracay Líbano La Sirena
FIT 0508	Comparación de cinco formas de implantar sistemas de manejo de cafetales.	Naranjal
FIT 0510	Comparación de tres formas de implantar los sistemas de manejo de cafetales establecidos.	Líbano
FIT 05 12	Efecto del número de chupones por zoca sobre la producción del café	Naranjal
FIT 0601	Producción de café orgánico.	Naranjal
FIT 0701	Efecto del abono orgánico y de la edad del inicio del corte en la producción de biomasa y de aceite esencial de limoncillo (<i>Cymbopogon</i> spp.) en la zona cafetera.	Naranjal
FIT 0702	Adaptación de materiales mejorados de arroz (<i>Oryza sativa</i>) en la zona cafetera.	Naranjal La Catalina
FIT-0703	Evaluación agronómica e industrial de la manzanilla (<i>Matricaria chamomilla</i> L.) Y del toronjil (<i>Melissa officinalis</i> L.) en la zona cafetera	Paraguaicito
FIT-0704	Evaluación agronómica e industrial de siete variedades de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Bajo condiciones de la zona cafetera	La Catalina

CONSERVACIÓN DE SUELOS

Se continuó con el experimento CS 0106 "Prevención y control de la erosión del suelo a nivel de finca cafetera", iniciado en 1990, en Cenicafé, las subestaciones experimentales y fincas de agricultores, en las cuales se realizan trabajos al respecto y se continúa el seguimiento y evaluación de su eficiencia y persistencia. Los trabajos de control de erosión han mostrado una 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 y profesiones distintas a la agronómica.

En Cenicafé (Plan Alto), se han venido orientando prácticas de protección de taludes, empradización, control de derrumbes y siembra de árboles.

Durante el año 1995 - 1996 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. El establecimiento de coberturas nobles, es la práctica preventiva de conservación de suelos más eficiente (95 - 97%) y que conlleva como estímulo al agricultor para su realización, la disminución de costos de producción en las desyerbas de cafetales al sol, con un 83 a 92% en relación con el uso del machete (100%).

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 de muestrario a los demás agricultores de la misma región y otras regiones del país.

A partir del 1° de septiembre de 1995 a mayo de 1996 se realizó una Investigación sobre Erodabilidad de cinco suelos de la Zona Cafetera Colombiana con el uso de un simulador de lluvias, bajo condiciones de laboratorio, en la Universidad del Estado de Ohio, Columbus, Estados Unidos, para lo cual fueron transportados 150 kg de suelos. Este trabajo se hizo bajo la dirección del doctor Rattan Lal, profesor de la Escuela de

Recursos Naturales de la Universidad del Estado de Ohio.

En dicho trabajo se encontró, que durante un aguacero, la percolación es el flujo de agua predominante en los suelos derivados de cenizas volcánicas, (65 a 91%), en contraste con el suelo arcilloso Guamal (*Typic eutropepts*), de origen sedimentario, donde predomina la escorrentía (55 a 75%). Estos resultados permiten orientar en forma más precisa las prácticas preventivas de conservación de suelos y evitar las generalizaciones, que conduzcan a la ineficiencia y a gastos inoficiosos por parte del agricultor.

En los suelos de cenizas volcánicas *Typic melanudans*, el proceso de erosión más predominante es la dispersión de partículas (74, 54 y 54% para las unidades de suelo Chinchiná, Montenegro y Fresno respectivamente), debido al impacto de las lluvias. En la unidad Guamal, predomina el proceso de erosión por escorrentía (64%).

En relación con la erodabilidad, se encontró en todos los suelos una erodabilidad, K_i muy alta, (8,75 a 53,94 kg s m⁴), especialmente cuando el tamaño de las partículas de suelo son más pequeñas (< 0.5mm de diámetro). Esto confirma la alta susceptibilidad de estos suelos a la erosión y lo frágil del Ecosistema Cafetero. Lo que indica la necesidad de continuar en forma ininterrumpida con campañas nacionales de conservación de suelos que permitan orientar el uso racional de los recursos suelos y agua con miras a lograr una agricultura sostenible en estos suelos de ladera.

QUÍMICA AGRÍCOLA

SERVICIO DE ANÁLISIS EN EL
LABORATORIO DE Q. AGRÍCOLA:
ANÁLISIS DE SUELOS, FOLIARES,
RESIDUOS DE PLAGUICIDAS Y OTROS

Usuarios: El servicio es eficiente y cubre los siguientes usuarios: 1) investigadores de CENICA-FÉ, FEDERACAFÉ, CORPOICA, UNIVERSIDADES, COMITÉ 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, lombricompostos, 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 6.528 muestras para un total de 51.143 determinaciones. Información más detallada se encuentra en la Figura adjunta.

En trabajo participativo con el personal del laboratorio se ha mejorado en la reorganización, seguimiento, en la eficiencia del servicio al usuario y en la utilización de los recursos humanos, reactivos y equipos. La entrega de resultados al usuario hoy demora menos de 15 días, contando con dos personas menos para el trabajo. Se busca mejorar aun más la eficiencia del servicio. Partes de dicha propuesta están en marcha en la medida que las condiciones se han dado. Ejemplo, la elaboración de un programa automatizado de computador que permita rápidamente conocer por el personal encargado del recibo y análisis, el número de muestras autorizadas por proyecto.

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 FEDERACAFÉ, a través de los COMITÉS DEPARTAMENTALES. Se absorbieron inquietudes de agricultores, técnicos, estudiantes, entre otros. FEDERACAFÉ, a través de CENICAFÉ, lleva 10 años haciendo control rutinario de contra muestras de los análisis realizados en la red, lo que garantiza la calidad del servicio al usuario, fortaleza de CENICAFÉ que ha sobresalido en el ámbito nacional. En el país después de varios intentos fallidos comienza a funcionar un grupo de laboratorios, auspiciado por la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, con la finalidad de diagnosticar en suelos y foliares la calidad de los resultados ofrecidos al usuario.

ESTUDIOS DETALLADOS DE SUELOS DE LAS SUBESTACIONES

Con la participación del personal técnico especialista en reconocimiento de suelos de la División de Producción y Desarrollo Social, se cubrieron las siguientes Subestaciones: La Catalina (Risarcaldá); Líbano y Marquetalia (Tolima); Gigante (Huila). Se incluyen los análisis de suelos y elaboración de los mapas para las Subestaciones de Santander y El Tambo (Cauca). Incluyendo la Subestación Central, Naranjal, estudiada el año anterior, se ha avanzado en los informes de 7 subestaciones. Para el año entrante se completarán todos los estudios. Quedan pendientes los estudios detallados en las Subestaciones de: Pueblo Bello (Cesar); Ocaña (Norte de Santander); Sasaima (Cundinamarca) y Sandoná (Nariño). Adicional al trabajo de las Subestaciones se hace un estudio de las áreas de influencia, ligado al de los ecotopos. Esto es de importancia en la proyección de los resultados de investigación.

Las Subestaciones de CENICAFÉ representan un área ecológica de la zona cafetera, amplia desde el punto de vista climático y más reducida desde el punto de vista de los suelos. Los estudios detallados de suelos en cada Subestación, proyectados hacia el área de influencia de cada una, y hacia los Ecotopos cafeteros, permitirán validar la información de la investigación generada en las Subestaciones dentro de su ámbito de influencia ambiental. Habrá que hacer más énfasis en aquellos suelos no encontrados en la Subestación y que están dentro de su radio de influencia climática.

Como trabajo participativo ha sido enriquecedor para el personal técnico de CENICAFÉ participar activamente en las discusiones, toma de decisiones, en los ajustes metodológicos, en el seguimiento. También en la toma de muestras, análisis e interpretación de los resultados.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS SUELOS DE LA ZONA CAFETERA

Se avanza lentamente puesto que depende del avance de los estudios de los ecotopos. Para este

año se estudiaron en Caldas varios perfiles de suelos correspondientes a varias unidades representativas de la zona. Igualmente se tienen los análisis físicos de los suelos y su interpretación. Para ello se hizo un recorrido de reconocimiento con el personal de suelos y de clima responsable del proyecto.

CAMBIOS FÍSICOS DE UN SUELO DE LA UNIDAD CHINCHINÁ BAJO DOS USOS Y DOS MANEJOS DIFERENTES

Para cuantificar la magnitud del cambio y la variabilidad espacial de las propiedades físicas de un suelo de la Unidad Chinchiná bajo dos usos y dos manejos diferentes, se analizaron las siguientes características físicas del suelo: densidad real y aparente, porosidad, compactación, retención de humedad, estructura y conductividad hidráulica, además de la materia seca, en pasturas en lugares supuestamente compactados y no compactados.

El análisis de resistencia del suelo a la penetración es lo que mejor se ajusta a las diferencias en la producción de materia seca encontrados en muestras tomadas en la terraceta (lugar mas compactado) y entre terracetos (lugar menos compactado). Los análisis de las muestras georeferenciadas muestran el área de influencia de cada una de ellas. La materia seca producida es lo que mejor indica los cambios físicos producidos en el suelo por el manejo. La compactación es mayor en los primeros 10 cm del suelo. En café la compactación fue todavía menor que en pasturas. En la terraceta de mayor compactación también se observa una menor producción de materia seca. El análisis de componentes principales en este caso demostró ser una herramienta valiosa en la ayuda en la interpretación de los resultados. Las densidades real y aparentes mostraron no ser de ayuda puesto que no se observan cambios en el suelo que pudiera ser de valor en la determinación de las causas de una baja producción de forraje. Parece ser mas bien un problema de muestreo que enmascara la determinación. Los semivariogramas de la dispersión de las propiedades físicas obtenidas fueron de tipo isotrópico, indicando que la dispersión de las propiedades

físicas analizadas es de tipo circular, con dependencia espacial comprendida entre radios de 29,2 y 84,6 m de distancia del punto inicial de muestreo (según la variable analizada) y a partir de estas distancias su dispersión es completamente independiente. Los modelos que se presentaron en mayor proporción y con el mayor ajuste en los semivariogramas obtenidos son de tipo "lineal" y "esférico" con coeficientes de determinación ($r^2 > 0.80$ y variación aleatoria (% Nugget) entre 0,10 y 35,64%.

USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EN CAFÉ

En la Unidad Chinchiná (Naranjal), utilizando 15N, en tres años del periodo de producción no hay diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización nitrogenada: 0, 60, 120, 180 y 360 kg N/ha/año. Tampoco se observan diferencias significativas en el uso del fertilizante nitrogenado por la planta entre épocas de aplicación. Hay mayor inmovilización de nitrógeno del fertilizante en los primeros centímetros del suelo. Parte del nitrógeno inmovilizado se detecta seis meses después de la aplicación del fertilizante. No se observa movimiento de nitrógeno fuera del área fertilizada.

Ensayos preliminares sobre masa microbiana indican que es responsable de la inmovilización del nitrógeno, y se activa ampliamente a varias profundidades dentro del horizonte A. Para una población de 10.000 plantas/ha de café se producen mensualmente por defoliación entre 50 y 100 kg de materia seca con de 1,08 a 2 kg nitrógeno. En un futuro próximo se va a trabajar sobre masa microbiana y su dinámica inducida por el uso de fertilizantes.

En una propuesta en estudio se pretende validar toda esta información incluyendo suelos con todos los matices de materia orgánica en los diferentes sistemas ecológicos de la zona cafetera con miras de racionalizar aun más el uso del nitrógeno sin reducir la producción. Para ello, hay necesidad de mirar con mayor detalle, con herramientas como el 15N, la dinámica del nitrógeno reserva, muy abundante en la mayoría de los suelos de la zona cafetera.

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

En un suelo Unidad Chinchiná (Subestación la Catalina), se efectuaron lavados de 50 ml por columna, 99 en total, para 33 tratamientos que consistían 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 con y sin incorporación al suelo. En los lavados se analizó el K, Ca, Mg, P, NH₄, N total y materia orgánica.

Se observa que las tendencias son similares a las encontradas en la misma Unidad Chinchiná, en Naranjal. Al aplicar urea y sus mezclas, se propicia la pérdida de materia orgánica. A mayores dosis de K y Fertilizantes completos la pérdida de cationes es mayor, con diferencias de comportamiento de acuerdo a la fuente utilizada. Por ejemplo, entre los óxidos de Mg, la caliza dolomítica y el sulfato de Mg. Con base en los resultados hay necesidad de mirar con mayor detalle la dinámica del suelo con el uso de insumos fertilizantes y enmiendas con la finalidad de estar atentos a los posibles desbalances nutricionales causados por la fertilización reiterada inadecuada.

Hay una propuesta en estudio con relación al CIC (capacidad de intercambio catiónico) que pudiera dar luces sobre un manejo más adecuado de los fertilizantes desde el punto de equilibrio nutricional para el cultivo y ecológico del suelo.

ENSAYO AD-HOC: BIOFERTILIZANTES EN ALMÁCIGOS DE CAFÉ

Se está iniciando un ensayo para probar un fertilizante orgánico de la Kel Co. en la producción de almácigos de café. Hasta el momento no se observan diferencias entre tratamientos con el testigo mezcla de suelo-pulpa.

DINÁMICA DEL NITRÓGENO DEL SUELO EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA

Con el fin de analizar la cantidad y calidad de la materia orgánica del suelo y conocer las cantidades de nitratos y amonio mineralizables y determinar otras relaciones y correlaciones sobre la dinámica de la materia orgánica y el nitrógeno en el suelo, en dos lotes de café (uno de fertilización tradicional y el otro con aplicación de leucaena, como abono verde) se realizan cinco muestreos, uno cada 20 días, en sitios y dirección determinada para facilitar un análisis geoestadístico. Se observa la pérdida de peso por descomposición del material orgánico en el campo. En bolsas plásticas se colocan para su descomposición 10 g de material vegetal de café, leucaena y maní forrajero. También se evalúan la relación Carbono/N, Lignina/N, Celulosa/N y Polifenoles/N. Evaluaciones hechas cada 15 días.

La investigación a la fecha se encuentra en la etapa de análisis de los resultados e interpretación de estos. En la parcela de observación del asocio café-leucaena se cuenta con una producción de 20,8 ton/ha/año de biomasa vegetal verde de leucaena, la cual se aporta al café como abono verde, este valor corresponde a aproximadamente 199.8 kg de Nitrógeno/ha/año. Esta producción corresponde a podas que se realizan a los árboles de leucaena cada dos meses. Se encontró para el café una pérdida de peso del material vegetal en campo de 0,44 g/día, para la leucaena de 0,66 y para el maní forrajero de 0,7. La constante de descomposición fue de 0,0026 para el café, de 0,005 para la leucaena y de 0,0058 para el maní forrajero. La cantidad de polifenoles (% de ácido tánico) presente en la muestra presentó un factor de determinación r^2 significativo para los tres materiales evaluados en campo, en una regresión lineal simple, en función de la pérdida de peso en campo.

Se observó un aporte aproximado de 0,12 g de Nitrógeno en 10 g de leucaena al sistema suelo en los primeros 45 días de evaluación de pérdida de peso en campo, este valor fue para el café de 0,04, también para 10 g de material vegetal evaluados. En análisis de suelos efectuados para

parcelas de café fertilizado y café abonado con leucaena fresca (abono verde), dentro de un mismo lote, se encontraron valores similares de fracción liviana (materia orgánica fresca) y fracción pesada (materia humificada); solo en los dos últimos muestreos se encontró un valor mayor de fracción liviana (0,75%) en el lote abonado que en el fertilizado (0,42%). Los porcentajes de carbón y nitrógeno se presentaron en forma similar con valores de 1,42 %N y 50%C para la fracción liviana, y de 0,45%N y 9%C en la fracción pesada. Los valores hallados para NO_3^- y NH_4^+ fueron de 60 y 47 ppm, respectivamente, el valor para el nitrógeno potencialmente disponible fue de 20 ppm: los valores de fraccionamiento de nitrógeno en los dos tipos de parcela fueron similares.

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS, DINÁMICA DE CATIONES Y NUTRICIÓN DE PLÁTANO EN SUELOS DE LA ZONA CAFETERA

Se hizo la caracterización básica (física, química y mineralógica) y de las propiedades de intercambio K-Mg de seis unidades de suelos: Chinchiná, Fresno, Líbano, Montenegro, Malabar y Parnaso. Se constataron las diferencias entre las unidades de suelos derivados de cenizas volcánicas en cuanto a los contenidos de alófana, tipo y cantidad relativa de arcillas cristalinas y grado de alteración de los materiales, y se pudieron definir grupos de suelos por su selectividad potásica.

Las propiedades de intercambio fueron estudiadas por medio del intercambio $\text{K}^+ \text{-Mg}^{2+}$, a una concentración total 0.005N, en nueve suelos derivados de cenizas volcánicas y un suelo derivado de rocas basálticas. El número de sitios de adsorción selectiva de potasio, evaluado para un modelo a dos sitios, difiere en función del tipo de suelo. Entre los Andisoles, las unidades Chinchiná en Caldas y Fresno se distinguen por una cantidad muy baja de sitios específicos por este catión, contrariamente a las unidades Líbano y Montenegro, donde la capacidad de almacenamiento de potasio es mucho más alta, al igual que en el Alfisol (Unidad Malabar) y en los Inceptisoles (unidades Chinchiná en Paraguaicito y Parnaso). El poder tampón de potasio depende estrechamente de la CICE y del número de sitios

específicos. El valor de este parámetro crece con el grado de alteración de los suelos estudiados y de su tenor en arcilla. Los contenidos de alófana y de materia orgánica no mostraron relación con la selectividad potásica. La característica más relacionada fue la composición de la alófana (radio atómico $\text{Al}_0\text{-Al}_p/\text{Si}_0$).

Las diferencias en el comportamiento de intercambio parecen muy ligadas al tipo de arcilla cristalina. Los suelos no selectivos presentan una arcilla 2:1 tipo vermiculita, inestable térmicamente. En la unidad Malabar, el suelo más selectivo, se encontró un contenido relativamente importante de haloisita, la cual parece presentarse interestratificada con vermiculita. La unidad Líbano, de selectividad intermedia, parece contener algo de haloisita. Se plantea la necesidad de profundizar los estudios mineralógicos para dilucidar la influencia del tipo de arcilla en las propiedades de intercambio del suelo.

Las propiedades de intercambio están determinando las condiciones de manejo de la fertilización en los suelos estudiados, ya que ayudan en la predicción de las pérdidas potenciales del fertilizante aplicado, por efecto de la lixiviación. Hay necesidad de hacer una validación de campo de la información generada.

PROYECTOS APROBADOS O EN PROCESO ANTE EL COMITÉ

- Fertilización del café en la etapa de crecimiento vegetativo en la zona cafetera colombiana.
- Dinámica de cationes en el agua libre del suelo de algunos andisoles de la zona cafetera central cultivados con plátano.
- Identificación de cepas nativas de rhizobium asociadas con las leguminosas de la zona cafetera.
- Dinámica de la masa microbiana en un suelo con diferentes niveles de fertilización nitrogenada.
- Estudio de las relaciones entre suelo, clima y paisaje en un área piloto de la zona cafetera colombiana.
- Conservación de uchuva (*Physalis peruviana* L) en atmósferas modificadas.

EXPERIMENTACIÓN



E

l objetivo fundamental del Programa es coordinar y garantizar toda la logística para la ejecución, desarrollo, supervisión y control de todos los proyectos experimentales y actividades de campo conducentes a generar conocimientos y tecnologías en todas las etapas del cultivo del café y de aquellos otros que tienen importancia económica o potencial productivo en la zona cafetera del país.

Es función y compromiso del Programa, la instalación y manejo agronómico de los campos productivos de semilla de café Variedad Colombia, su recolección, procesamiento, selección y empaque. Además, atender oportunamente las solicitudes de los Comités de Cafeteros y el almacenamiento y control de la calidad de los excedentes de semilla, para satisfacer la demanda nacional en períodos en los cuales no hay producción.

Dar aplicación permanente de los conocimientos y tecnologías más avanzados, producto de la investigación de Cenicafé, en todas las actividades y procesos tanto experimentales como demostrativos que viven las Subestaciones, los cuales sirven de modelos para transferir, educar o capacitar a los numerosos visitantes técnicos y cafeteros ávidos de nuevas técnicas de administración y manejo de sus cultivos y predios.

Atender las inquietudes de los caficultores y del servicio de extensión y canalizarlas ya sea a Cenicafé para que se traduzcan en proyectos experimentales o convenir y liderar las pruebas de validación pertinentes con miras a conocer la magnitud de la respuesta y el costo de las soluciones formuladas regionalmente.

Como gran proyección del Programa de Experimentación, se plantea la ampliación y consolidación, de la investigación de campo que permita medir y cuantificar el verdadero potencial productivo y económico del cultivo del café en general y de aquellas nuevas tecnologías tendientes a reducir costos y mejorar la competitividad de la industria cafetera.

Distribución de Variedad Colombia

En el período se distribuyeron 44.231,5 kilogramos de semilla de café variedad Colombia, de los cuales, 33.326 kilos en los nueve meses de 1996. La mayor demanda de semilla estuvo a cargo de los Comités de Cafeteros de Norte de Santander, Risaralda y Caldas.

Se entregaron 49,3 kilogramos de semilla de café de porte alto resistente a la roya a Comités de Cafeteros de Cundinamarca, los Santanderes, Magdalena, Boyacá, Cesar Guajira y Nariño. Se sembraron además dos hectáreas (Santander y El Rosario) para la producción de semilla. Con base en la producción de primera cosecha del lote experimental de la Subestación Pueblo Bello y las tres primeras en la Subestación Santander, el potencial de este material está alrededor de las 180 arrobas/ha/año.

El Plan de producción de semilla de variedad Colombia se reestructuró, con miras a introducir las nuevas progenies sobresalientes, producir sólo plantas de fruto rojo, satisfacer una demanda anual de unos 50.000 kg y un mínimo almacenamiento.

Apoyo a la investigación

En el campo de la logística técnica y administrativa para la experimentación el trabajo ha sido arduo y constante. Se tienen 370 lotes experimentales y demostrativos, 80 de los cuales fueron instalados en el período del informe, así: 22 de

Fitotecnia, 16 de Fisiología Vegetal, 13 de Mejoramiento Genético, 8 de Entomología, 5 de Química Agrícola, 5 de Etia, 1 de Fitopatología y 10 de Experimentación. Así mismo concluyeron 37 proyectos. Los datos de campo de todos y cada uno de los experimentos están al día y en poder de los respectivos líderes.

Adopción de tecnología

Un compromiso, también permanente, del Programa de Experimentación, ha sido la puesta en práctica de los conocimientos y tecnologías generadas por Cenicafé en todas las actividades de las Subestaciones y el registro fiel de los costos de las mismas.

Lo anterior ha traído como resultado visible un desarrollo armónico, equilibrado y productivo de todos los cultivos ya sean demostrativos, comerciales o experimentales, los cuales han servido para la capacitación y enseñanza, motivación y concientización de técnicos y agricultores sobre la viabilidad económica de la caficultura tecnificada.

Esta modalidad de extensión ha sido intensificada y mejor aprovechada por los Comités de Cafeteros en este período. Es así como se atendieron 10.558 caficultores, 687 técnicos, 2.296 entre estudiantes y otros para un gran total de 13.541 personas en todas las Subestaciones, incluida Cenicafé - Plan Alto. Sobresalen por lo visitadas: El Rosario (3.570), La Catalina (3.280), El Líbano (864), Maracay (809), Santa Bárbara (735), El Tambo (627), Naranjal (615) y Santander (535).

Manejo Integrado de la broca

El manejo integrado de la broca, nos ha permitido mantener las plantaciones en porcentajes de infestación inferiores al 3% en todas las Subestaciones, excepción hecha de Naranjal cuyo promedio en el lapso octubre 95 a septiembre 96 fué de 3,5%.

Productividad del cultivo

La tercera cosecha de café variedad Colombia en la Subestación Santander fue de 461 arrobas/ha con una aplicación promedia de 1383 kilogramos por hectárea entre fertilizantes enmiendas y bórax. En Maracay con 1015 kilos/ha/año de

fertilizante y cales, se produjeron 382 arrobas/ha en la cuarta cosecha.

Fertilización

La fertilización líquida y fluída del cafeto resulta 2,5 veces más costosa que la granular, basada en los resultados de los análisis de suelos. Continúa la tendencia a producciones iguales de café con fertilizaciones que si bien consultan el análisis de suelos, las cantidades aplicadas (Módulos) se soportan en el potencial productivo de la zona, representando economías del orden del 25 al 50% de fertilizante químico por hectárea.

Otros

Se iniciaron los estudios de costeo de las diferentes etapas del cultivo del café, germinadores, almácigos e instalación del cultivo; así como la evaluación del selector de coberturas y el ahoyador mecánico. Este último, comparado con el palín (manual), en cuatro pruebas preliminares, tuvo rendimientos seis veces superiores.

En el mes de julio de 1996 concluyeron las actividades en la Subestación Experimental Cocorná, una vez cumplido los objetivos para los cuales fué creada.

ESTACIÓN CENTRAL NARANJAL

ESTUDIO DE TIEMPOS, MOVIMIENTOS Y COSTOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONTROL DE ARVENSES

El estudio tiene como objetivos, establecer un estándar de tiempo tipo permisible para realizar las actividades de control de arvenses y comparar en términos de tiempo y costo los resultados obtenidos.

El estudio se realizó en la Estación Central Naranjal en 15 lotes con pendientes entre 1 y 60%, densidades de 2666, 4444, 5000, 6666 y 10000 plantas/ha y con edades del cultivo entre 1 y 21 meses. Durante 4 meses se determinaron los tiempos de ejecución de las actividades de control de arvenses con guadaña, selector, machete,

guadaña-selector, guadaña-aspersora, plateo manual y plateo con selector. A cada uno de estos lotes se le determinó al comienzo y al final del estudio el porcentaje de arvenses agresivas, a través de un muestreo utilizando un cuadro de pvc de 1 m². Para facilitar la observación, medición y análisis de los tiempos, se usaron cursogramas analíticos donde se ubicaron los tiempos básicos, suplementos por descanso, tiempos tipo y costos de cada uno de los elementos que forman parte de la actividad.

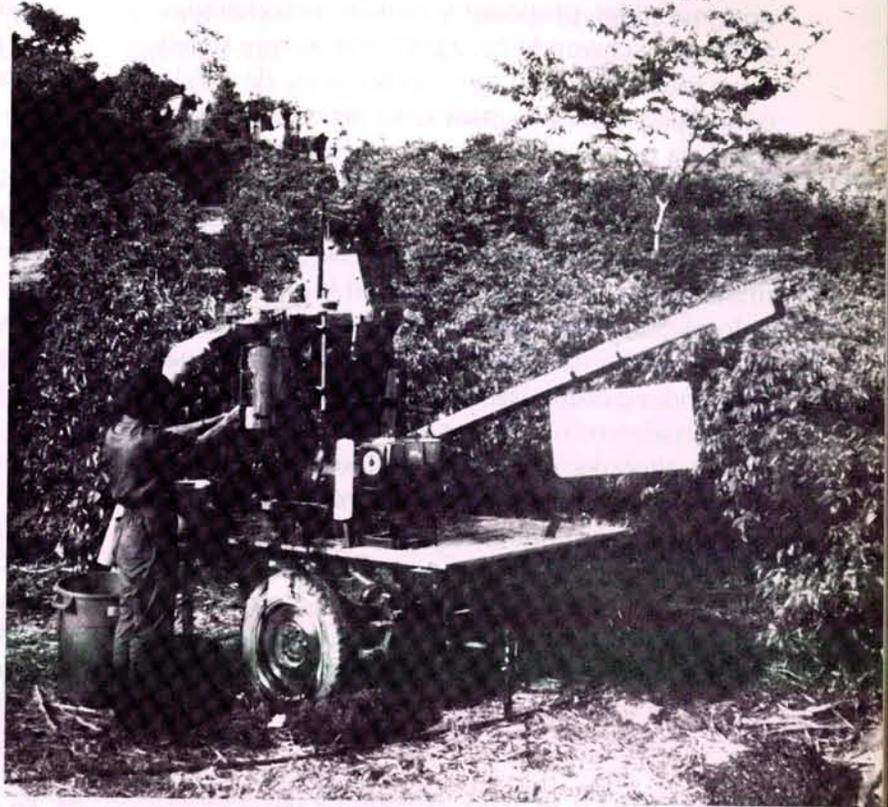
De los resultados obtenidos, en un área de 10000 m² en las actividades de control de arvenses, la que mayor tiempo de mano de obra requiere es la realizada con machete con un intervalo de confianza del 95% entre 74,02 y 80,34 horas. Le siguen en su orden, la guadaña donde el operario debe invertir entre 18,23 y 21,17 horas. Con el selector un operario requiere un tiempo de ejecución entre 14,86 y 16,73 horas. Con la aspersora, que es la actividad que menor tiempo requiere un operario invierte entre 11,46 y 14,82 horas. Para 5000 árboles en el plateo manual un operario debe invertir entre 59,10 y 71,35 horas. El plateo con selector involucra un tiempo menor que el anterior, el cual está comprendido entre 15,23 y 20,99 horas.

Los costos de producción (mano de obra, insumos y costos indirectos de fabricación) para una hectárea y para un periodo de 4 meses en las actividades de control de arvenses son: a) En guadaña la empresa debe incurrir en un costo de producción entre \$39094 y \$43142; esta actividad presentó una frecuencia de 4 aplicaciones con un costo final comprendido entre \$156374 y \$172569, siendo la más económica, aunque su desventaja radica en que estimula el crecimiento de arvenses agresivas. b) La aspersión implica un costo entre \$26573 y \$30530; esta actividad combinada con la guadaña presenta una frecuencia de aplicación de 3 veces cada una, generando un costo total entre \$196998 y \$221018. c) En la actividad realizada solamente con el selector, el caficultor debe invertir entre \$34895 y \$37100 por hectárea, este método exigió dos aplicaciones con guadaña para seis aplicaciones con selector, involucrando un costo total mínimo entre \$287560 y \$308887. d) En el control integrado con guadaña y selector el caficultor debe invertir

entre \$256862 y \$277829 con una frecuencia de aplicación de 3 y 4 veces respectivamente. d) En la actividad realizada con machete el costo de producción esta comprendido entre \$91329 y \$98779 por hectárea, y en 4 aplicaciones se incurre en un costo comprendido entre \$365315 y \$395115. e) El ploteo con selector tiene un costo de \$31604 a \$38402 para 5000 árboles; esta actividad requiere una aplicación de ploteo manual y cinco de selector generando un costo total entre \$262420.91 y \$317684.96. f) En el ploteo manual el costo de producción oscila entre \$72795 y \$87272 y con una frecuencia de 5 ploteos involucra un costo de \$363977 a \$436360.

Los límites de tiempo y costo obtenidos en cada una de las actividades están afectados por variables como pendiente, densidad de siembra, edad, porcentaje de arvenses agresivas, operario y hora de trabajo, en donde la variable que más influye en los tiempos de operación es la densidad de siembra, esta situación se presenta debido a que cuando la distancia entre los surcos es menor, el operario debe recorrer más veces la misma área. En el ploteo, las variables que más influyen son la edad del árbol y la pendiente, debido a que a medida que aumenta la edad, el área del plato mayor y la pendiente hace más dificultosa la labor.

POST- COSECHA



La visión del Programa de Post-cosecha es la generación de tecnologías, diferentes de las agronómicas, para que se produzca, coseche, beneficie y transforme el café en sus diferentes estados, y de sus subproductos, de forma que presenten la mejor calidad y la mayor rentabilidad para el caficultor y el empresario cafetero colombianos; así mismo, genera tecnologías que no alteren el medio ambiente y soluciones de descontaminación de las aguas residuales del proceso de beneficio.

Su misión es estudiar con profundidad los sistemas actuales de producción, cosecha, beneficio, almacenamiento, transformación del café en sus diferentes estados y de sus subproductos, para proponer, ejecutar y evaluar resultados de tecnologías limpias que signifiquen innovaciones o mejoras técnicas, de calidad, económicas, sociales para cada uno de los aspectos de la producción, cosecha y de postcosecha del café, en sus diferentes estados, y de sus subproductos.

El objetivo del Programa de Post-cosecha, está encaminado a evaluar los procedimientos técnicos, económicos y sociales, excluyendo los agronómicos, relacionados con la producción, la cosecha, el beneficio, la

conservación y la transformación del café en sus diferentes estados y de sus subproductos, en la forma como se utilizan convencionalmente por parte de los caficultores y empresarios colombianos; investigar, proponer y evaluar metodologías alternas, excluyendo las agronómicas, que signifiquen innovaciones o mejoras técnicas, de calidad, económicas, sociales para cada uno de los aspectos de la producción, cosecha y de la postcosecha del café, en sus diferentes estados, y de sus subproductos; desarrollar tecnologías de postcosecha de productos diferentes del café, que sean de importancia actual o potencial en la zona cafetera colombiana y que justifiquen su desarrollo por la inexistencia o deficiencia de la tecnología actual; propender porque las tecnologías propuestas al medio cafetero no alteren el medio ambiente y si se han alterado, incluyendo factores diferentes al beneficio, proporcionar los mejores medios posibles de descontaminación.

INGENIERÍA AGRÍCOLA

COSECHADOR MECAÁNICO MÚLTIPLE, SEMIESTACIONARIO.

Se diseñó, construyó y se evaluó parcialmente un prototipo cosechador mecánico, con las siguientes características.

- I El prototipo (ver 4 fotos anexas) origina vibraciones del tronco de los árboles en diferentes direcciones haciendo más eficiente la utilización de las fuerzas para el desprendimiento de frutos maduros.
- II Utiliza las ventajas de la reciente tecnología de producción de motores de combustión interna de alta potencia (6,6 hp), y de muy bajo peso (15 kg).

La estructura vibradora propuesta es muy sencilla, de bajo peso y pequeño volumen, lo que hace que el conjunto motor-estructura pueda ser transportado fácilmente entre los cafetales, de forma que pueda ser operado en forma semiestacionaria, vibrando 4 ó más arboles, simultáneamente.

El conjunto es fijado mediante su sujeción a las bases de los troncos de café, de forma que trabaja con gran rigidez. De esta forma se pretende obtener las ventajas de vibradores de gran peso, como los tractores, que se utilizan para vibrar grandes árboles o tumbar grandes cantidades de frutos.

- III La unidad propuesta fue provista de un variador mecánico con un elemento de excentricidad variable, de forma que la unidad puede ser operada con rangos de frecuencia de 1000 a 5000 oscilaciones por minuto y desplazamientos de 1 a 4 centímetros, que cubre el rango de mayor posibilidad de éxito.
- IV La unidad fue valuada parcialmente, presentando fallas del mecanismo variador, lo que limitó la frecuencia de vibración hasta un máximo de 890 rpm, valor muy bajo con relación a lo presupuestado (mayor de 2000 rpm). No obstante se logró cosechar el 59% de los frutos maduros existente en cuatro árboles y el 30,5% de los verdes, mostrando una selectividad para cosechar cafés maduros.
- V En el presente momento se está modificando el sistema de variación de rotación y eliminando el sistema sistema de reducción y de cambio de dirección con que se diseño originalmente.

Asesoría Económica a los Experimentos ING1112, ING1113 y ING1114.

Estos experimentos liderados por los doctores José Alvarez G., Cesar A. Ramírez y Jairo R. Alvarez, tratan de la validación de la tecnología BECOL-SUB, en tres modalidades diferentes: con relación a los fabricantes acreditados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, el BECOL-SUB móvil y la implementación a nivel de las Subestaciones de CENICAFÉ en todo el país.

Como asesor de los tres experimentos en el área económica, preparé un programa de computación escrito en lenguaje VISUAL BASIC para EXCEL 7,0, según el modelo desarrollado por el programa de Magister en Economía de la Universidad de los Andes, liderado por el doctor Thomas

Black. El programa incluye las ecuaciones básicas de costos.

El programa incluye los datos básicos para establecer los costos comparativos del beneficio convencional y el beneficio con el módulo BECOLSUB, de acuerdo a los datos físicos y de costos suministrados por CENICAFÉ, y los costos de inversión a ser financiados para la remodelación de los beneficiaderos, suministrada por la Gerencia Técnica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

El programa utiliza formulaciones de costos y financieras para calcular las utilidades marginales futuras por incluir ganancias introducidas por la mayor cantidad de café, la producción de abono orgánico y el ahorro de agua, descontadas al valor presente, durante los años de la inversión.

Las facilidades de programación y de interpretación gráfica de los resultados que ofrece la tecnología moderna de programación por objetos, visualizados gráficamente, integrados a la hoja electrónica Microsoft EXCEL 7,0, hacen de éste programa una herramienta excelente para los análisis económicos del beneficio ecológico.

Se prevé elaborar funciones de costos reales y muy completas para evaluar con precisión el verdadero aporte económico de la nueva tecnología del beneficio.

ESCALAMIENTO DE LOS ROTORES CENICAFÉ III Y COLMECANO

El proyecto se finalizó en el tiempo previsto en el cronograma. Se presentó el informe final a la disciplina de Ingeniería Agrícola en marzo de este año. Con base en los resultados obtenidos se observó que, a una misma velocidad de rotación, el rotor COLMECANO genera mayores tasas de desmucilaginado y requiere de menor potencia que el rotor CENICAFÉ III. Por lo tanto se decidió utilizar el rotor COLMECANO en los equipos DESLIM desarrollados. Los valores obtenidos para la altura de la cámara, utilizados en los modelos actualmente propuestos por CENICAFÉ, han permitido alcanzar una meta propuesta en cada

uno de ellos: garantizar una remoción del 95% del mucílago presente en el café despulpado.

Se obtuvo una expresión para estimar el requerimiento de potencia para accionar un rotor en un equipo DESLIM. Los valores de potencia estimados para accionar los equipos DESLIM 600, DESLIM 1000 Y DESLIM 2000 son muy similares a los instalados actualmente.

Se observó una relación no lineal entre la potencia y la velocidad de rotación. Los resultados obtenidos en este experimento han sido de gran utilidad para el desarrollo de la tecnología DESLIM no solamente para la selección del tipo de rotor y el dimensionamiento de los equipos sino para predecir los posibles efectos en su desempeño debidos a cambios en las dimensiones de los equipos, velocidad de rotación y condiciones de operación. Se dispone de una herramienta meteorológica importante para posteriores desarrollos tecnológicos en la eventualidad de que se obtengan rotores con mejores características de desempeño que los utilizados en los equipos DESLIM. La metodología utilizada para obtener la TPC y el consumo de potencia es de gran utilidad para otras aplicaciones agroindustriales.

EFFECTO DEL ATAQUE DE LA BROCA EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CAFÉ EN LOS ESTADOS DE CEREZA, PERGAMINO HÚMEDO Y PERGAMINO SECO

Se realizaron todos los tratamientos previstos en el experimento. Los resultados obtenidos con café en cereza indican que las cerezas presentan comportamiento diferentes dependiendo de la dirección en que aplique la carga compresiva. Cuando la carga se aplica en el plano ecuatorial el endospermo puede ser comprimido más allá de su límite de fluencia mientras que cuando la carga se aplica en el plano polar los granos son expulsados completamente, evitándose la compresión de las almendras. Adicionalmente, se calculó la energía requerida para despulpar café maduro obteniéndose un valor de 0,97 Julios. Considerando este valor y diferentes capacidades se calculó

la potencia requerida para despulpar solamente cerezas maduras y pintonas. Los valores obtenidos muestran que la eficiencia energética en el despulpado con las máquinas utilizadas actualmente es muy baja (>10,0%). Los resultados obtenidos serán de gran utilidad para diseñar máquinas despulpadoras en las cuales se eviten los daños a los granos y se aproveche mejor la potencia suministrada.

Se observó diferencia entre los valores de deformación en el límite de fluencia biológico ($D_{m\acute{a}x}$) entre cerezas maduras sanas y brocadas cuando la carga compresiva es aplicada en el plano ecuatorial. Este resultado podría ser explorado en el desarrollo de máquinas que permitan separar las cerezas brocadas de las sanas.

Los valores de $D_{m\acute{a}x}$ obtenidos para café lavado, maduro y pintón, sano y brocado, cargado en los planos ecuatorial y polar, indican que estos materiales no se pueden deformar más allá de 0,87 mm. Por lo cual, se debe estar ocasionando daños a la estructura del café en la labor de despulpado. Contrariamente a lo observado con las cerezas maduras, el café lavado maduro presentó mayor rigidez que el café pintón.

Para evitar daños a la estructura, los granos secos no se deben deformar más allá de 0,7 mm. Los granos de café seco brocado son más rígidos que los granos sanos. Este resultado «inesperado» podría ser originado por cambio físico/químicos inducidos en el grano por la actividad del insecto. Los resultados obtenidos indican que no es viable la separación de los granos brocados secos aplicando esfuerzos compresivos.

EVALUACIÓN DE UN BATIDOR MECÁNICO PARA LA COSECHA DEL CAFÉ

Se han realizado ensayos en lotes de café variedades Colombia y Caturra de 4 años, sembrados a 1,0 m x 2,0 m. Se aplicó Ethrel (120 mg de producto comercial/árbol) a 10 surcos en cada lote. Se obtuvo un rendimiento de 35,50 kg de cereza/h en los lotes de variedad Caturra tratados con

Ethrel. En los surcos de Caturra se obtuvo un rendimiento de 27,51 kg de cereza/h. El porcentaje de café verde desprendido [19,43% y 29,11%, para Caturra y Colombia, respectivamente] fue superior al esperado [12,0%]. La defoliación producida al los árboles fue baja [33 y 23 hojas verdes/árbol, para Caturra y Colombia, respectivamente]. Para la recolección del café desprendido se construyeron bandejas montadas sobre apoyos tipo "esqui" que facilitan su desplazamiento por debajo del árbol. Se consiguió reducir el tiempo empleado para extender las lonas recolectoras (utilizadas en otras experiencias) en más del 50%. Se debe continuar trabajando en el mejoramiento de la captura de los granos desprendidos y en el diseño de los batidores, para introducir algún grado de selectividad.

EVALUACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DEL MÓDULO DESMULAC CON RESPECTO AL PROCESO TRADICIONAL DEL CAFÉ POR VÍA HÚMEDA

En el módulo DESMULAC de CENICAFÉ se instaló un desmucilaginador mecánico de flujo ascendente DESLIM con capacidad para 3.000 kilogramos de café cereza por hora, conformando un módulo BECOLSUB 3000, con la finalidad de disminuir los consumos específicos de agua, aumentar la retención de mucílago en la pulpa y aumentar el control de la contaminación de las aguas por beneficio húmedo de café.

La capacidad promedio observada durante las 17 pruebas realizadas, trabajando únicamente con una despulpadora, fue de 1.670 kg/h, el consumo específico de agua promedio obtenido fue de aproximadamente 1,40 L/kg cps, la retención de mucílago en la pulpa fue del orden del 48,93% y el control de la contaminación promedio fue del 83,48%.

Estos datos son considerados altos en comparación de los obtenidos con otros módulo BECOLSUB, pero bajos para cualquier otra tecnología de beneficio tradicional, debido a que el consumo específico de agua fue el doble del que realmente se necesita para la labor de desmucilaginado

(0,70 L/kg cps). La aplicación de agua fue superior a la necesaria debido a que se estimaba una capacidad mayor de despulpado.

EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE MÓDULOS "BECOLSUB 600 Y 1.000 MÓVILES", PARA EL BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ

Como una respuesta de CENICAFE a varias inquietudes (en particular de la División Técnica del Comité de Cafeteros de Caldas) de que dado el pequeño espacio y el éxito inicial del módulo BECOLSUB fijo, se proyectara 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 lo cual nuevos empresarios podrían ofrecer el servicio de beneficio a domicilio, se diseñó y construyó en equipo móvil BECOLSUB con la característica especial de fuera posible transportarlo por la zona cafetera colombiana.

El primer prototipo propuesto, es un modelo BECOLSUB 600 está accionado por 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 es instalado y montado sobre un planchón de un remolque de dos ruedas.

Fue necesario introducir un sistema de transmisión de potencia (se utilizó un reductor standard automotriz), para reducir las revoluciones de salida del motor de 3600 hasta 1800 rpm. Por medio de poleas y bandas (plana y redonda) se redujo la velocidad angular hasta 870 rpm, en el eje del desmucilagador.

En las evaluaciones realizadas a este equipo, se le caracterizó el café cereza utilizado durante las cinco pruebas que se realizaron y se determinaron los daños mecánicos causados durante el despulpado y el desmucilagado que siempre

fueron aceptables y por debajo de las normas de comercialización.

El equipo presentó una capacidad promedio de 605 kg de café cereza por hora, un consumo específico de agua del 0,67 L/kg cps, una retención de mucílago en la pulpa del 73,60% y un control de la contaminación del orden del 92%. Adicionalmente se determinó una relación 4,46 kg cc/kg cps con este proceso (con el beneficio tradicional es, en el mejor de los casos, del orden de 4,80 kg cc/kg cps) y un costo de \$5,81/kg cps (\$72,65/@ cps).

EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS PARA EL BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ EN LA SUBESTACIÓN DE PARAGUAICITO

El día 17 de agosto de 1.996 se terminó la instalación de un módulo BECOLSUB con capacidad para 1.000 kg de café cereza por hora, de la marca INGESEC Ltda, en la Subestación de Paraguaicito.

Los primeros resultados obtenidos presentan una capacidad promedio de 1200 kg de café cereza por hora, un consumo específico de agua de 0,92 L/kg de cps, valores para los cuales se espera un control de más del 90% de la contaminación después de realizar las pruebas finales

Experimento ING1113: Evaluación y Validación de la Tecnología del Beneficio Ecológico del Café y Manejo de Subproductos (BECOLSUB) en 11 subestaciones de Cenicafé.

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 respectivas, en: La Sirena (Valle), El Tambo (Cauca), Pueblobello (Cesar), Convención (N..Santander) y en Sasaima (Cundinamarca). De igual forma se están recibiendo conceptos de los diferentes Comités Departamentales de Cafeteros respecto al experimento así como sobre su participación en el desarrollo del mismo.

INDUSTRIALIZACIÓN DE LA NUEZ DE MACADAMIA

Bajo la modalidad de pasantía, se viene adelantando el presente trabajo con la participación de la Universidad Nacional seccional de Manizales de la facultad de Ing. Química, la doctora Clemencia Villegas y la firma particular Agrícola El Tambo de Manizales, gracias al interés del dr. Javier Londoño (productor particular de Macadamia).

Se ha venido trabajando en la etapa de la caracterización de la macadamia examinando variables como grasas, humedad, proteínas, fibra, tamaño, peso, volumen. Así mismo se vienen adelantando estudios sobre velocidad de sedimentación, densidades de lecho y porosidad del lecho, información necesaria para las etapas de clasificación y de secado.

Hasta el momento se han encontrado tendencias en los resultados de los ensayos que se aproximan a los parámetros reportados en la literatura internacional.

Se están adelantando estudios en el descascarado y el desconchado y en el secado, en busca de las condiciones adecuadas para el proceso.

Para el descascarado se cuenta en la Agrícola El Tambo, con un equipo importado de Costa Rica que consta básicamente de un tornillo sinfín que obliga a pasar las nueces por "zapatas" que rasgan cáscara. Las zapatas permiten su graduación por medio de un dispositivo muelle-tornillo, que permite aumentar o disminuir la separación entre el sinfín y aquellas de acuerdo al tamaño de la nuez y la calidad del material recibido.

Se están analizando, por parte de los estudiantes, los resultados obtenidos con base en los cuales se determinará la condición mas adecuada de calibración para las variedades de macadamia que se están estudiando.

En el área del desconchado, también aquella empresa cuenta con una máquina importada y solo se han adelantado algunas pruebas.

En cuanto a secado se están realizando trabajos, tanto en los laboratorios de la Universidad como en el laboratorio de Ingeniería Agrícola de Cenicafé.

Dado que el estudio es patrocinado por la firma El Tambo, se esperará los resultados finales para entregar el informe final, el cual se estima estará concluido en el primer semestre e 1.997.

Beneficiadero Ecológico de la finca La Nueva Esperanza de Chinchiná

Se dirigió el trabajo de reformas en con el fin de transformar el beneficiadero de café existente con capacidad para procesar del orden de 40.000 kg de c.c./día, y llevarlo a la tecnología del beneficio ecológico BECOLSUB, lográndose, una reducción en el consumo de agua del 96,2%, en mano de obra del 66,6% y en el área de operaciones del 81,3%, obteniéndose como era de esperar, un producto final tipo Federación y una conversión de ,8:1 de acuerdo a la información de los propietarios. Los costos de estas reformas se distribuyen: el módulo (tres equipos) + tornillos para cereza y pulpa, 15.000.000 (quince millones de pesos), bombas e hidrociclones 2.000.000 (dos millones) incluyendo en estos valores los respectivos montajes e instalaciones.

EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BELCOSUB EN FINCAS CAFETERAS

FEDERACAFE y doce firmas de pequeños y medianos fabricantes de equipos para el beneficio del café, distribuidos en las principales regiones cafeteras, acordaron recientemente fabricar los equipos BECOLSUB siguiendo las especificaciones establecidas por Cenicafé. Algunos de estos equipos están siendo utilizados por los cafeteros con buenos resultados

Se considera de la mayor importancia realizar un seguimiento al desarrollo de la tecnología en las etapas de fabricación y utilización en las fincas cafeteras con la colaboración de los Comités de Cafeteros del país. En este experimento se propone realizar un seguimiento al desarrollo de la tecnología BECOLSUB, evaluar su desempeño en

las condiciones del cafetero colombiano y apoyar a los fabricantes en la solución de los posibles problemas técnicos que puedan presentarse. Los resultados obtenidos permitirán garantizar que los usuarios obtengan, con alta confiabilidad, los beneficios que la tecnología ofrece: mayor rendimiento del proceso (mejor competitividad) y disminución notoria del nivel de contaminación de las aguas residuales vertidas a los arroyos y quebradas. La propuesta de investigación fue elaborada y presentada al Comité Asesor de Investigaciones de CENICAFÉ.

Como pruebas preliminares se dio inicio a las evaluaciones en la Asociación Santa Fe, Tolima, con un módulo DESLIM 600, con zaranda incorporada. Se efectuó una demostración sobre la calibración y operación del equipo. En la Asociación la Libertad localizada en el municipio de la Plata, Huila, existe se evaluó un equipo DESLIM 600, sin zaranda y sin tornillo sinfín. Los resultados obtenidos fueron: se despulparon en promedio 522,6 kg de cereza por hora, la velocidad del cilindro de la despulpadora fue de 143 rpm, en el análisis de calidad de despulpado se encontró como daño mecánico 0,91%, daño por grano verde de 0,53%, grano sin despulpar de 2,89% y pulpa en el grano de 5,22%, siendo este parámetro alto en el análisis realizado; una vez desmucilaginado se obtiene como daño mecánico en promedio 3,03%, daño por verde de 4,24% y de impurezas 2,27%, porcentajes que demuestran que una retención mayor del café en el equipo le produce daño, el café verde presenta dificultades en su proceso al ser dañado y el equipo efectivamente limpia la masa de café.

La eficacia del desmucilaginado en promedio fue de 96,05%, la dosis de agua promedio empleada fue de 2,3 litros por minuto y el rendimiento promedio obtenido fue de 3,8 : 1, con una relación de agua - kg de café pergamino seco de 1,04 litros. Estos resultados demuestran como una adecuada operación permite obtener los beneficios planteados en la tecnología del beneficio ecológico. Así mismo en la finca La Granja del municipio de Dolores, Huila, se evaluó preliminarmente el módulo BECOLSUB 600, permitiendo mejorar el rendimiento de café y por ende el ingreso del caficultor.

LA TECNOLOGÍA BECOLSUB Y LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE CAFÉ

Se ha querido conocer el comportamiento de la semilla de café en cuanto a su viabilidad y posibles daños cuando es sometida a la nueva tecnología BECOLSUB en su procesamiento, razón de éste estudio adelantado por la Disciplina de Ingeniería y motivado por los reportes de daños muy altos encontrados en la Subestación de Santander, responsable de entregar semilla de café y que viene utilizando tecnología de procesamiento diferente a la propuesta por Cenicafé con la utilización del proceso BECOLSUB.

Los promedios generales obtenidos de las distintas pruebas, en que se evaluaron 2500 semillas, reporta altísima viabilidad bajo los tratamientos seleccionados: por despulpado (99,04%) y por desmucilaginado (98,9%), procedente del proceso BECOLSUB.

El tratamiento de despulpado para el BECOLSUB 600 reporta daño por doble raíz hasta de 1,0% mientras que para los BECOLSUB 1000 y 3000 los daños son solo de 0,43 y 0,31% respectivamente, considerándose como daños bajos.

El daño mecánico (raíz bifurcada) causado a la semilla al ser sometida al proceso BECOLSUB en sus tres diferentes modalidades reporta daño por acción del despulpado bajo (0,17% en promedio), mientras que por acción del desmucilaginado aumenta para cada uno de los procesos de BECOLSUB, reportando en promedio 0,83% - 0,86% - 0,50%, obteniendo un promedio general de daño de 0,73%, lo que indica el poco daño que la tecnología BECOLSUB realiza a la semilla en su proceso.

La semilla de café puede ser procesada utilizando la tecnología BECOLSUB en cualquiera de los tres distintos módulos existentes sin que cause disminución de su viabilidad, ni se reporten pérdidas por doble raíz y raíz bifurcada mayores a un 1%.

PÉRDIDA DE MATERIA SECA EN CAFÉ BROCADO

Se ha querido comparar los contenidos de materia seca en granos de café sanos, beso de broca y

brocados lavados. Conocer el porcentaje en peso de la materia seca de los tres tipos de granos y determinar las pérdidas de peso ocasionadas a los mismos granos en estado húmedo y lavado.

En una muestra de 30 g se obtienen distintos pesos (14,2, 13,3 y 12,0 g) que en porcentajes representan el 47,4%, 44,6 y 40.1 % respectivamente para el grano sano, para el grano ligeramente brocado y un grano muy brocado. Los diferentes pesos obtenidos señalan las posibles mermas en el grano de café con broca, que en alguna medida afectan la relación de conversión de cereza a seco, disminuyendo los ingresos del caficultor.

Los respectivos porcentajes de pérdidas de materia seca al comparar el grano de café pergamino lavado sano con el grano beso de broca y con el muy brocado, los porcentajes obtenidos son de 0,85%, con respecto al beso de broca, 2,2% con respecto al muy brocado y la relación entre ambos brocados es de 1,35%. Presentan coeficientes de variación altos así: 29,7%, 25,77% y 36,7%, lo que indica una alta variabilidad en el tipo de daño de grano por broca seleccionado, pero permite conocer la tendencia general de pérdidas de peso por acción de la broca en el café pergamino lavado.

El presente ensayo nos permitirá profundizar y conocer mejor las pérdidas de materia seca en granos brocados y nos dará la opción de relacionar dichas pérdidas con el rendimiento del café pergamino seco obtenido en el proceso BECOL-SUB.

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

En el desarrollo del experimento se evaluaron el sistema de control para la neutralización de las aguas residuales, el sistema de agitación instalado dentro del reactor hidrolítico y un mecanismo diseñado especialmente para medir el pH y la temperatura dentro del reactor hidrolítico a tres alturas diferentes.

El sistema de control evaluado fue un controlador de pH de la marca Omega referencia PHNC-31 con compensación automática de temperatura. El control de pH presentó un promedio de 7,27 unidades de pH (CV=1,42 %) considerado excelente para este tipo de aplicación.

También se evaluó un sistema de agitación del reactor hidrolítico con una motobomba sumergible de la marca BARNES referencia SC-53 de 0,37 kW de potencia. El desempeño de este equipo realizando esta labor fue excelente para las variables analizadas, pH y sólidos totales, ya que se obtuvieron coeficientes de variación entre doce (12) lugares evaluados de 1,45 % para pH y 6,42 % para sólidos totales.

Adicionalmente en este experimento se diseñó y evaluó un mecanismo para medir a tres niveles diferentes las variables temperatura y pH. Para medir estas variables a un nivel 15 cm por debajo del nivel de líquido y 15 cm por encima del piso del tanque, se utilizaron un flotador y una pesa respectivamente, que mantuvieran los sensores a las distancias deseadas, inclusive con el nivel variable. Para mantener los sensores en la mitad de la altura se diseñó un mecanismo especial que presentó un desempeño excelente para alturas totales menores a 40 cm.

COSECHA DEL CAFÉ CON AIRE UTILIZANDO ASPIRACIÓN

Utilizando los datos de la fuerza de tracción necesaria para retirar las cerezas de los árboles de café con diferentes grados de madurez y para las variedades Colombia y Caturra (Álvarez, Fernando 1.990), y obteniendo datos de área proyectada y coeficientes de arrastre de estos mismos materiales, se determinaron las velocidades teóricas del aire necesarias para desprender los granos de los árboles de café. Se determinó que utilizando la velocidad supersónica de 368 m/s se pueden recolectar el 100% de los granos maduros, más del 50% de los granos pintones y ningún grano verde.

Utilizando un dispositivo de vacío de la Fábrica De Café Liofilizado, se pudo recolectar de una

rama de café el 100% de los granos maduros, el 30% de los granos pintones y ningún grano verde, pudiendo determinar que es un principio para la cosecha del café que puede ser utilizado con éxito en esta labor.

Seguimiento de la Calidad del Café Obtenido con Desmucilaginado Mecánico.

Se evaluó comparativamente en el panel de catación de Cenicafe, la calidad en taza de muestras de café beneficiadas con desmucilaginado mecánico y testigos beneficiadas con el proceso tradicional con fermentación natural. En promedio, la impresión global de las tazas fue superior para las obtenidas con desmucilaginado mecánico (PBDM=3,74) que para sus testigos (PBT=3,21), así las calificaciones hayan sido bajas para los dos procesos.

ESTUDIO DEL EFECTO DE LA VIBRACIÓN DEL TRONCO DEL CAFETO EN LA SELECTIVIDAD DE LA COSECHA

Se efectuó una revisión bibliográfica de las investigaciones realizadas en el campo de la cosecha mecánica por vibración de café y otros productos agrícolas. Se tomaron datos de campo de algunas propiedades físico - mecánicas de arboles variedades Colombia y Caturra relacionadas con la vibración tales como Modulo de elasticidad, diámetro y altura del tallo, masa del cafeto y fuerza para la deflexión del tallo en la Subestación Experimental Naranjal. Se realizó el diseño del prototipo experimental vibrador.

Experimento ING 0604: Estudio de la retención en pulpa del efluente líquido - sólido resultante del proceso de beneficio ecológico de café

Se evaluó la retención de los efluentes resultantes del beneficio ecológico de café en pulpa, con el fin de obtener la mejor mezcla pulpa y los efluentes, que genere mayor retención, para utilizarla como sustrato en el cultivo de lombriz roja californiana. El mayor valor (81,02%) se obtuvo con el consumo específico de agua de 0,7 l/kg de cps y adición de partículas de cisco (8% en peso).

Con el mayor nivel de retención se logró controlar el 95,3% de la contaminación total generada por el beneficio húmedo del café. La contaminación no controlada se debió a los líquidos drenados de la mezcla pulpa y mucílago. El cisco agregado contribuyó a reducir la contaminación debido a que absorbió parte del mucílago y mejoró la capacidad de filtración del lecho (el nivel de sólidos totales presentes en los líquidos drenados en los tratamientos con cisco es más bajo).

Se evaluó la actividad de la lombriz roja californiana *Eisenia Foetida Savigny*, utilizando como sustrato la mezcla pulpa - mucílago + cisco resultante del tratamiento con mayor retención y pulpa sola como tratamiento testigo. El tiempo que duró la evaluación fue de dos meses, a partir de los cuales se consiguió transformación de sustrato a lombricompuesto y reproducción de lombriz.

Los resultados indican que la lombriz roja californiana se estableció con mayor rapidez en el sustrato pulpa - mucílago (obtenido con 0,7 litros de agua/kg de cps y 8% de cisco), que en pulpa sola, debido a que en el primero se obtuvieron mayores valores de conversión de lombricompuesto, incremento en peso de lombriz, tasa de consumo e individuos totales encontrados. Adicionalmente, en la evaluación se hizo el conteo de huevos de lombriz, siendo el promedio de 7,33 en el sustrato mezcla y de 3,0 en el testigo, mostrando una vez más la potencialidad de la utilización de esta mezcla como sustrato alimenticio para la lombriz roja californiana.

EL DESMUCILAGINADO MECÁNICO EN LA SELECCIÓN DEL CAFÉ AFECTADO POR LA BROCA

Como alternativa para la selección del café afectado por la broca durante el proceso de beneficio húmedo se planteó la combinación de desmucilaginado mecánico y de clasificación del café pergamino seco por tamaño.

En el proceso de beneficio con desmucilaginado mecánico (PBDM), se observó mayor capacidad (30,7%) de reducción de la proporción del peso

(pp) del café afectado por la Broca (c. Br.), que la obtenida en el proceso de beneficio tradicional (PBT). El resultado se obtuvo tomando como porcentaje inicial el café afectado observado después del despulpado en cada proceso.

La causa del resultado favorable para el PBDM fue el desmucilaginado mecánico, en donde se disminuyó el 27% del c. Br.. En el secado se disminuyó 20,24% y en la clasificación por tamaño del café pergamino seco el 2,27%.

En el PBT la etapa que presentó mayor reducción de la pp del c. Br. fue la clasificación por densidad con un valor medio de 21,9%. En el secado se observó una reducción del 14,8% y en la clasificación por tamaño del café pergamino seco de 1,61%.

El despulpado fue la operación que mayor daño mecánico causó (3,42%), por la presencia de 6,9% de café verde y el 23% de café pintón. El 77,19% del café con daño mecánico correspondió a granos inmaduros. Desmucilaginando mecánicamente, el daño total aumentó a 5,87%, del cual 3,93% fueron granos inmaduros.

Por la clasificación por tamaño del café pergamino seco (cps), en el PBDM el daño mecánico se redujo un 28,1% y un 30% en el PBT. Al final de los procesos se obtuvo 3,5% de café con daño mecánico en el PBDM y 2,9% en el PBT. Los valores obtenidos en ambos casos son superiores a los admitidos en la comercialización del cps, llama la atención y plantea la necesidad de obtener los porcentajes más bajos de frutos verdes en tolva.

Luego de despulpar, en todos los estados comunes del café en los dos procesos de beneficio se observó diferencia a favor del PBDM respecto a la suma de defectos totales; sin embargo, las diferencias no son significativas. Después de la clasificación por tamaño del cps, para el PBDM en promedio se obtuvo 11,60% de defectos totales, de los cuales 6,94% correspondió a c. Br.

Previamente al desarrollo de las pruebas finales se realizó un estudio para determinar adecuadamente la malla a emplear en la zaranda para la clasificación del café pergamino seco. Se estableció que el espesor del grano es la dimensión

ortogonal que mayor ventaja presenta para la operación, selección de la mayor cantidad de café con daño mecánico y menor cantidad de granos sanos en el ripio.

La abertura que satisface mejor la anterior condición es una perforación oblonga con 4,4 mm de ancho y mínimo 20 mm de larga. Empleando una abertura del mismo ancho y 25mm de larga, se logró separar en promedio el 45,53% en peso del café con daño mecánico presente antes de la operación, lo que significó una reducción promedio de 34,59% del café con este defecto presente en la masa de granos antes de la operación. Con el ripio, en promedio se separó el 1,44% de café entero antes de la operación.

QUÍMICA INDUSTRIAL

LA CALIDAD DE LAS VARIEDADES DE CAFÉ *Coffea arabica* L. CULTIVADAS EN COLOMBIA.

Se evaluó la calidad de la bebida de café preparada con las principales variedades de café de la especie *Coffea arabica* L. cultivadas en Colombia: Típica, Caturra, Borbón y Colombia de fruto rojo y amarillo, determinándose las cualidades sensoriales de intensidad del aroma del café molido, aroma, acidez, amargo, cuerpo e impresión global de muestras de café procesadas en forma controlada por medio del beneficio húmedo y preparadas bajo condiciones normalizadas de tostación y molienda. Se realizaron 1100 pruebas sensoriales descriptivas, cuantitativas y comparativas. Se demostró que la calidad de las variedades de café de la especie *C. arabica* L. cultivadas en Colombia es muy homogénea y presenta características generales de suavidad en cuerpo y amargo y pronunciados aromas y acidez. Así mismo, se comprobó por medio de catadores colombianos y extranjeros que la variedad Colombia se destaca por su alta acidez. De las pruebas sensoriales de diferencia se encontraron las siguientes características en las variedades evaluadas: en la variedad Colombia se destaca su alta acidez y amargo pronunciado, en tanto que la variedad Borbón presenta características equilibradas en todos los

atributos, la variedad típica da tazas muy suaves y limpias y en la variedad Caturra se destacó su acidez y aromas. Se concluye que es indispensable investigar sobre las causas reales de la falta de acidez en el café a nivel internacional, buscándose su origen en el proceso, mezcla con cafés de otras procedencias o comercialización y no atribuirlo a la Variedad Colombia, como se afirma en algunas ocasiones.

CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA CUANTITATIVA DEL DEFECTO SABOR FENÓLICO EN EL CAFÉ COLOMBIANO

El sabor fenólico es un defecto en la bebida de café con características de sabor desagradable el cual evoca la presencia de contaminantes químicos (2), descrito también como riado, iodado, farmacéutico o medicinal mohoso, tierra húmeda (2, 8, 9, 12, 13, 20, 20, 21, 28, 29, 32). Se detectó inicialmente en el área de Río en Brasil y ultimamente se han presentado en otros países como Honduras, Puerto Rico, México y Colombia (3, 4, 8, 12, 7, 15, 20).

El estudio se basó en cuantificar e identificar la flora microbiana presente en muestras de café y aguas provenientes de 3 fincas con defecto sabor fenólico y un testigo, los materiales utilizados fueron los siguientes:

Café y agua proveniente de tres fincas donde se ha presentado el defecto sabor fenólico localizadas en el Departamento del Valle del Cauca, municipios de La Cumbre y Yotoco (Las Fuentes, La Castilla y Las Flores).

Café cereza recolección normal proveniente de la finca El Edén localizada en el Departamento de Caldas y beneficiado el beneficiador experimental de Cenicafé (Testigo)

Se tomaron 4 muestreos por finca a las cuales se les analizaron las siguientes variables: Hongos y levaduras, coliformes totales y fecales, aerobios mesófilos (dentro de éstos estuvo la determinación de bacterias), los muestreos realizados fueron de café en todas las etapas del proceso de

beneficio, aguas mieles, aguas utilizadas para el proceso de lavado y raspados de los equipos. Para la siembra se partió de una solución al 10% P/V o V/V según el caso, posteriormente se hicieron diluciones consecutivas hasta 10^{-3} para sembrar 0,1 ml de la dilución seleccionada.

Los medios de cultivo utilizados fueron:

Aerobios mesófilos :	Plate count agar
Bacterias:	Agar sangre
Hongos y levaduras:	Saboraud dextrosa agar
Coliformes totales:	Caldo lauril sulfato
Coliformes fecales:	Caldo brila

Los cálculos para la realización de los recuentos se basaron en (19, 27), Todos los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonia/g o ml (UFC/g o ml) y en número más probable/g o ml (MNP/g o ml).

La identificación de cada microorganismos se basó en la realización de pruebas bioquímicas como (BBL Crystal Enteric Non fermenter, Minitek carbon yeast assimilation agar), siembra en medios selectivos, coloraciones especiales (tinción de Gram, azul de lactofenol) (5, 6, 19).

Los resultados obtenidos en las muestras de café a través de todas las etapas del proceso de beneficio no mostraron diferencias significativas a excepción de las muestras de café pergamino seco en donde el número de hongos aumenta con relación a las muestras de café lavado debido a las condiciones de secado no controladas ni adecuadas, al amontonamiento y mezcla de cafés de diferentes humedades por falta de instalaciones, a porcentajes de humedad más altos de los óptimos lo cual favorece el desarrollo de hongos cuyos valores oscilaron entre 0,29, 0,82 y $2,19 \times 10^5$ UFC/g para Las Fuentes, La Castilla y Las Flores y la ausencia de éstos en el testigo. Cabe resaltar que en la finca "Las Flores" se obtuvo el mayor recuento de hongos ($2,19 \times 10^5$ UFC/g) y de igual manera el mayor porcentaje de defecto sabor fenólico según pruebas sensoriales el cual fué del 70% en comparación con un 40% para "La Castilla" y un 7% para "Las Fuentes", se identificó el hongo *Penicillium* sp como género predominante en el 68,75% de las muestras analizadas las especies aisladas fueron *variable* y

chrysogenum siendo la primera especie más frecuente; así como también la identificación de otros microorganismos entre bacterias y levaduras. Con base en estos resultados y tomando como dato importante el hallazgo de hongos en el café pergamino seco cada vez más se aproxima a la conclusión que se ha planteado en cuanto a que el almacenamiento inadecuado del grano, condiciones no controladas de temperatura y humedad favorecen el desarrollo de estos microorganismos dando origen al defecto sabor fenólico en el café. Las determinaciones realizadas para coliformes totales y fecales no mostraron resultados significativos por la poca presencia y por el escaso predominio de ellos, entre los microorganismos identificados se encontraron *E. coli*, *Enterobacter sp*, *Shigella sp*, *Hafnia sp*, *Klebsiella sp* y *Arizona sp* sin haber sido posible establecer relación con la aparición del defecto.

En los equipos utilizados para realizar el proceso de beneficio se presentó alta carga microbiana, lo cual hace pensar que a éstos no se les realiza un buen mantenimiento para llevar a cabo un mejor proceso de beneficio lo que incide en la calidad del café.

En los tanques de fermentación del beneficiadero experimental de CENICAFÉ se encontró una alta carga de aerobios mesófilos del orden del $4036 \text{ UFC} \times 10^5 / \text{g}$ identificándose los microorganismos *Lactobacilos sp* y *Staphylococo sp*, en la tolva de recibimiento de café en la finca "Las Flores" se registraron de $66000 \text{ UFC} \times 10^5 / \text{g}$ para la variable hongos y levaduras aislando *Geotrichum sp*.

Cabe resaltar la gran cantidad de microorganismos entéricos (*Enterobacter sp*) en el agua del tanque sifón utilizado en la finca "La Castilla" para el recibo de café cereza, el cual fué del orden de $44000 \times 10^5 \text{ UFC/ml}$, igualmente la presencia de este microorganismo en las muestras del canal de correteo del "Testigo" del orden de 1100 NMP/g .

DETERMINACIÓN DE CAUSAS DEL SABOR FENÓLICO EN EL CAFÉ

Con el fin de continuar con la búsqueda de las causas del defecto fenólico en el café colombia-

no, se formularon, ejecutaron y evaluaron sensorialmente nuevos tratamientos en los cuales se consideró el efecto de factores de contaminación microbiana y química, la dosis de agentes contaminantes y la influencia de las condiciones de secado del café en el defecto.

Hasta la fecha no se han analizado sensorialmente todas las muestras de los tratamientos con todas sus repeticiones y por lo tanto no se pueden mostrar resultados definitivos de esta investigación.

Sin embargo, de los resultados obtenidos hasta la fecha se observa una tendencia de que la presencia combinada de los insecticidas utilizados en la dosis doble a la comercial del y del hongo *Penicillium variable* adicionado al café después de lavado, junto con el almacenamiento del café pergamino húmedo antes de su secado ocasionan la aparición del defecto fenólico en el café, detectándose desde el aroma y todas las características sensoriales de acidez, amargo, cuerpo e impresión global.

INFLUENCIA DEL BENEFICIO HÚMEDO DE CAFÉ EN LA CALIDAD DEL CAFÉ

Con el fin de determinar la influencia del beneficio húmedo en la calidad del café, se evaluó la calidad de las características de aroma, acidez, amargo, cuerpo e impresión global por medio de 845 evaluaciones sensoriales de muestras de café procesadas por fermentación natural, desmucilaginado mecánico, sin remoción de mucílago, con y sin lavado posterior, secadas bajo condiciones adecuadas y después del almacenamiento como pergamino húmedo, así como muestras de café cereza verde y maduro procesadas por beneficio seco.

Se demostró que las condiciones controladas de beneficio húmedo en todas las etapas: despulpado, remoción del mucílago, lavado y secado influyen favorablemente en la calidad de la bebida final, produciéndose tazas de excelentes calificaciones en todas las características. Por medio del proceso de beneficio por fermentación natural, seguido de lavado con agua limpia, y secado

cuidadoso y bajo condiciones controladas se produjeron las mejores tazas de café, en comparación con los otros tipos y condiciones de proceso. Se encontró que del café procesado por vía seca, es decir secado como cereza independientemente del estado de madurez verde o 100% maduro se obtienen bebidas de total rechazo, con características de fermento, fenol y nauseabundo (*stinker*). De otra parte, el secado directo de café baba, produce tazas de características físicas de rechazo, presentando el grano coloración oscura, sensación pegajosa al tacto y olor a fermento. La bebida se calificó igualmente de rechazo a fermento, característica que se acentuó bajo tostaciones normales, y con ligero sabor y olor a cereal y dulce para tostaciones inferiores a un 11% de pérdida de peso.

Así mismo, se demostró que el almacenamiento de café pergamino húmedo por días antes de su secado y el secado del café en condiciones inadecuadas produce efectos negativos en la calidad de la bebida, detectándose principalmente sabores a tierra y fermento, cuerpos sucios, amargos fuertes y acidez baja. También se comprobó cómo el lavado del café después de la remoción del mucílago ya sea natural o mecánica, influye favorablemente en la obtención de calidades buenas del café y ausencia de sabores extraños en la bebida.

Se concluye que el beneficio de café es un proceso que tiene marcada influencia en la calidad de la bebida, siendo el proceso de secado llevado a cabo bajo condiciones inadecuadas el que más afecta la calidad de una bebida de café, cuando las otras etapas del beneficio se realizan adecuadamente, o acentuándose aún más cuando todas las operaciones del beneficio se efectúan en forma inadecuada.

CUANTIFICACIÓN DE OCHRATOXINA A EN CAFÉ VERDE, CAFÉ TOSTADO Y EXTRACTOS DE CAFÉ

En Colombia debido a la tendencia de la comercialización de café húmedo en algunas regiones, por el secado insuficiente del café pergamino ya sea por carencia de instalaciones o

equipos, o por la falta de conocimiento de la importancia de secar el producto para lograr su estabilidad enzimática, química y microbiológica, se originan ciertas condiciones en el almacenamiento del café, como alto contenido de humedad tanto del grano como del ambiente, que favorecen el desarrollo de hongos, los cuales se encuentran en el grano en su forma reproductiva o como esporas contaminantes, pero que después durante el almacenamiento del café a humedades mayores al 13%, temperatura superior a 15°C y humedad relativa por encima del 65%, ocurre el desarrollo de las esporas, dando origen a los hongos, en especial el *Aspergillus ochraceus* y a la subsecuente producción de micotoxinas como la ochratoxina A de características cancerígenas, deteriorando la calidad de los granos y la salud de los consumidores (29).

Dependiendo de la permanencia del producto en estas condiciones de almacenamiento, se pueden alcanzar niveles de micotoxinas tan altos que pueden perdurar desde el café verde, pasando por el café tostado y percibiéndose aún en la bebida (25). Por lo tanto, a medida que se han venido estableciendo límites mínimos de micotoxinas en alimentos, se ha visto la necesidad de mejorar la precisión de los métodos empleados para su cuantificación; buscando técnicas que permitan obtener resultados confiables y exactos de los niveles de ochratoxina presentes en diferentes muestras de café y así determinar medidas preventivas como buenas condiciones de almacenamiento y posible uso de sustancias químicas que inhiban el desarrollo de hongos y principalmente que destruyan esporas sin dejar residuos tóxicos que afecten la salud del consumidor (29).

Actualmente en la investigación "Cuantificación de ochratoxina A en café verde, café tostado y extractos de café", el hongo *Aspergillus ochraceus* productor de metabolitos tóxicos (ochratoxina A) ha sido aislado de un gran número de muestras de granos de café y aunque estadísticamente no se tienen los resultados del porcentaje de colonización del hongo en los diferentes tipos de muestras de café, se ha podido observar que el *Aspergillus ochraceus* es un contaminante muy frecuente en granos de café.

A nivel de laboratorio se realizaron siembras del *Aspergillus ochraceus* en diferentes medios de cultivos, con el fin de determinar las mejores condiciones de crecimiento del hongo a nivel in vitro. Para la selección del mejor medio de cultivo, se ensayaron seis medios: papa dextrosa agar (PDA), saboraaud dextrosa agar (SDA), extracto de malta agar (EMA), agar rosa de bengala (ROSBEN), czapek dox (CZA) y agar café pergamino (CAPFER), donde la unidad experimental estuvo constituida por la caja de petri que contenía cada uno de los medios anteriormente nombrados. En cada unidad experimental se inoculó una alícuota de 5 ml del hongo, con una concentración de 1×10^6 conidias/ml en el centro de la caja y se incubaron a 23°C en fotoperíodo 9 horas luz y 15 horas oscuridad. La tasa de crecimiento diaria para cada uno de los medios fué para PDA: 0,86 cm/día, SDA: 0,78 cm/día, EMA: 0,72 cm/día, ROSBEN: 0,55 cm/día, CAPFER: 0,34 cm/día, por lo tanto el mejor medio cultivo para el hongo *Aspergillus ochraceus* fué PDA.

Posteriormente, con el fin de determinar los factores de humedad del grano, tiempo, humedad relativa y temperatura de almacenamiento que favorecen el crecimiento del hongo *Aspergillus ochraceus* e inducen a la producción de la ochratoxina A, se realizaron aspersiones del hongo *Aspergillus ochraceus* en muestras de café pergamino seco y café almendra con el 5% de café perforado por broca, con diferentes porcentajes de humedad <10, 10-12, >12. De cada uno de los dos tipos de café se utilizaron 18 muestras de 1,5 kg cada una. Nueve muestras de cada tipo de café fueron inoculadas con el hongo *Aspergillus ochraceus* con una concentración de 1×10^{11} conidias / kg de café y las otras 9 fueron consideradas como el testigo (sin inocular). Cada muestra de cada tipo de café con cada humedad del grano, se dividió en tres submuestras de 500g cada una, las cuales fueron almacenadas en tres condiciones <10°C y <65% HR, 23°C y 75% HR, >23°C y >80% HR.

Adicionalmente para conocer el efecto de cada condición de almacenamiento, en cada tipo de café y en cada humedad del grano, con o sin inoculación del hongo, serán realizadas evaluaciones mensuales durante 10 meses de la presen-

cia o no del hongo, hasta el momento se han realizado tres evaluaciones correspondientes al tiempo transcurrido desde que las muestras fueron almacenadas, por lo tanto aún no se tienen conclusiones acerca del efecto de cada condición de almacenamiento, en cada tipo de café y en cada humedad del grano con o sin hongo.

Por otra parte se realizó una prueba presuntiva de toxicidad a las cepas del hongo *Aspergillus ochraceus* aisladas a partir de las siembras realizadas de las diferentes muestras de granos de café, para llevar a cabo esta evaluación se realizaron siembras del hongo de cada cepa aislada en 5 cajas de petri conteniendo el medio sintético a base de sacarosa. Las cajas se incubaron a 22°C en oscuridad continua durante un período de 15 días, al cabo de este tiempo se observaron bajo luz ultravioleta (360nm) evaluándose la presencia de fluorescencia como resultado positivo para la prueba de toxicidad. Los resultados indicaron que más del 40% de las cepas aisladas son toxigénicas.

PRUEBAS DE SELECCIÓN PANEL DE CATACIÓN DE CAFÉ

Con el fin de aumentar el número de personas sensorialmente para evaluar la calidad del café en CENICAFÉ, se realizaron 60 pruebas de sensibilidad a los sabores básicos: ácido, dulce, salado, amargo; 6 pruebas de reconocimiento de 16 olores comunes y 60 pruebas de diferencia en calidad de café a 13 personas de CENICAFÉ, quienes se inscribieron voluntariamente. Se encontró que el 70% de las personas pasaron todas las pruebas de sensibilidad y diferencia, el 70% de las personas reconocieron más del 75% de las veces cada uno de los sabores básicos, distinguiéndose el sabor ácido muy fácilmente por el 77% de las personas que lo identificaron el 100% de las veces, en tanto que el sabor amargo fue identificado correctamente el 100% de las veces por solo el 23% de las personas e identificado más del 75% de las veces por el 69% de las personas, mientras que ninguna persona acertó el 100% de las veces los sabores salado y dulce. De otra parte todas las personas identificaron más del 90% de los aromas comunes, concluyéndose que

el 69% de las personas demostraron tener sensibilidad para reconocer los olores y sabores primarios de los alimentos. Con relación a las pruebas de diferencia en café, todas las personas demostraron tener capacidad de discriminar calidades de café.

ESTUDIOS DE MADURACIÓN DE LODO METANOGENICO A PARTIR DE BORRA DE CAFÉ FRESCA Y ARRANQUE Y ESTABILIZACIÓN DE LOS REACTORES ANAEROBIOS

Durante este período se continuaron con los estudios de maduración de lodo metanogénico a partir de borra de café fresca y se realizaron estudios de arranque y estabilización de los reactores anaerobios soportados con el lodo preparado mediante esta técnica, con el fin de determinar su efectividad en el tratamiento de las aguas residuales del café.

Se repicó con éxito la información generada para la maduración de lodo metanogénico a partir de borra fresca, en reactores batch, utilizando reactores continuos de diferentes formas y tamaños (reactores de columna de 53 litros, prototipos de finca de 2000 litros y reactor de planta piloto de 10000 litros). En todos los casos se demostró la buena inoculación de la matriz de borra con los microorganismos metanogénicos presentes en el estiércol de ganado vacuno, reflejada en la buena producción de biogás.

Se monitorearon diariamente durante la fase de arranque estabilización y experimentación, en los reactores de columna, variables tales como pH y temperatura del afluente y efluente, alcalinidad y relación de alcalinidad. De igual forma se realizaron caracterizaciones físicoquímicas que comprendieron, entre otros, análisis de DQO, DBO, Nitrógeno total y amoniacal, fósforo, potasio, sólidos totales y suspendidos para el afluente y el efluente.

Por primera vez se logra realizar la experimentación en reactores de columna por triplicado, lo que garantiza una gran confiabilidad en los resultados obtenidos.

En promedio, los tiempos de arranque para las columnas evaluadas, en el laboratorio fué de 163 días, por lo que se podría hablar de tiempos de arranque en reactores que utilicen lodo metanogénico a partir de borra fresca como manto de lodos, de aproximadamente 6 meses.

Se determinó el costo de las materias primas necesarias para la preparación de 1 tonelada de lodo metanogénico, el cual daría una cobertura para el tratamiento de las aguas residuales de una finca con una producción aproximada de 1500 @ de cps/año, el cual está cercano a los U\$ 35. En la literatura se reporta un costo, por tonelada de lodo metanogénico, de U\$ 500.

En los 3 reactores de columna evaluados se logró aplicar, a temperatura ambiente, una carga ácida promedio de 0,89 Kg DQO/m³rd, con una remoción de la DQO filtrada superior al 80% y con unos valores de pH en el efluente superiores a 6, que permiten cumplir con lo dispuesto por la Legislación Colombiana para el tratamiento de aguas residuales. La eficiencia metanogénica media para reactores operando a temperatura ambiente y con sustratos ácidos, durante 111 días de seguimiento y con un incremento de carga de 0,3 a 0,8 Kg DQO/m³r-d fué de 0,132 m³CH₄/KgDQO.

Los valores de carga máxima aplicada promedio encontrados en el presente estudio son superiores a los registrados en reactores que han operado con borra de café semidescompuesta como lodo metanogénico que en todos los casos han sido del orden de 0,8 Kg DQO/m³r-d. Se alcanza un incremento del orden del 11,25% en la carga aplicada, en favor de los reactores operando con el lodo preparado a partir de borra fresca.

Teniendo en cuenta los excelentes resultados encontrados en la maduración del lodo metanogénico suplementado con fuentes de N, P, S presentes en los fertilizantes utilizados por nuestros caficultores, se balanceó nutricionalmente, en los elementos C:N, las aguas residuales del lavado del café, para permitir un mejor desempeño de los microorganismos anaerobios responsables de su transformación, encontrándose que se requieren 22 mg de úrea/Kg DQO. Los costos de 1 Kg de úrea son 6 veces

inferiores a los costos de 1 Kg de soda y su cantidad para el balanceo de las aguas residuales de lavado del café es 5 veces menor.

En los 3 reactores de columna evaluados se logró aplicar una carga orgánica promedio, suplementada con úrea y a temperatura ambiente, de 2,69 Kg DQO/m³r-d, con una remoción de la DBO superior al 80% y con unos valores de pH en el efluente superiores a 6, que permiten cumplir con lo dispuesto por la Legislación Colombiana para el tratamiento de aguas residuales.

Los anteriores resultados permiten concluir que la suplementación de las aguas residuales del lavado del café, con úrea, permite triplicar la capacidad de carga de los reactores anaerobios, operando con lodo metanogénico preparado a partir de borra fresca.

La utilización de la úrea como suplemento de las aguas residuales del lavado del café permite reducir los costos del tratamiento anaerobio, a un valor aproximado de U\$ 0,025 por Kg de DQO removido.

El excelente comportamiento biológico del reactor de la planta piloto después de 617 días de arranque, con unos % de remoción en términos de DQO total, DQO filtrada y DBO, superiores al 90%, ha permitido que se continúe con la experimentación operando con sustratos ácidos a temperatura ambiente.

El contenido promedio de K presente en los efluentes analizados, del orden de 26 ppm, de P del orden de 1 ppm y de nitrógeno de 39 ppm para una relación N:P:K de 39:1:26, aunado a la alta carga microbiana del efluente del orden de $1 \cdot 10^5$ ufc/ml de aerobios mesófilos, le podrían dar a los efluentes una buena utilidad como un biofertilizante, si se suplementa con fuentes de fósforo.

Se estandarizaron metodologías de laboratorio en el análisis de aguas, como la DBO, P y K. Se coordinó y manejo el laboratorio de biodigestión y se realizaron más de 2500 análisis de laboratorio.

Se asesoró y colaboró en 9 experimentos del área de postcosecha y se laboró, adicionalmente en el

laboratorio, más de 140 horas sabatinas y más de 140 horas dominicales.

SISTEMA MODULAR DE TRATAMIENTO ANAERÓBIO DE AGUAS RESIDUALES DEL LAVADO DEL CAFÉ

1) El sistema modular de tratamiento anaerobio **SMTA** es el prototipo de planta de tratamiento de aguas residuales del lavado de café propuesto por Cenicafé. Un módulo de SMTA consta de un reactor hidrolítico/acidogénico de 8 m³ de capacidad **RHA** y de un reactor metanogénico de 2 m³ de capacidad **RMT** y se ha utilizado para el tratamiento de las aguas residuales procedentes del lavado del café en los tanques de fermentación **ARL**, cuyo consumo específico es de 4,13 L/k cps. Un SMTA tiene un tiempo de retención hidráulico mínimo de 5 días en RHA y RMT.

El RMT puede ser construido utilizando tecnología mixta UASB/UAF11 y se propone su construcción en tecnología UAF utilizando como medio de soporte la guadua, la cual se encuentra disponible en casi todas las fincas cafeteras. Los costos de instalar el RMT con tecnología UASB/UAF11 ó con tecnología UAF-gadua son similares: US\$ 250/m³. No obstante la excelente calidad de biomasa metanogénica que se consigue con la borra de café en los RMT y tecnología UASB/UAF11, el RMT construido en fibra de vidrio y tecnología UAF-gadua es fácil de instalar, ha mostrado simplicidad durante su arranque y eficiencias de remoción de DQO inferiores pero acordes con lo exigido en el Decreto 1594 de 1984.

Para empacar 2 m³ de RMT se necesita un total de 169,2 metros lineales de guadua, los cuales dan un total de 1128 anillos cortados en trozos de 15 cm de longitud, con un diámetro promedio de 9,68 cm (c.v.: 13,9%), que ofrecen un área específica de contacto de 48,2 m²/m³ reactor con 77,8% de porosidad en el medio empacado. La inoculación del RMT se lleva a cabo utilizando un caldo de estiércol de ganado vacuno (1,5 g SSV/m³ reactor) previamente tamizado en malla mosquitera y diluido en ARL neutralizada con

NaOH cuya concentración de DQO se reduce desde 27000 ppm hasta 4500 ppm.

Un módulo de SMTA tiene una cobertura de tratamiento para una producción de 1500 @ cps/año. Construyendo la unidad RHA en plastilona y el RMT en fibra de vidrio, el SMTA tiene un costo cercano a los US\$ 750, lo que equivale a una inversión de US\$ 0,5/@ cps.

Teóricamente un SMTA puede utilizarse en el tratamiento de los lixiviados que se desprenden de la mezcla pulpa mucílago originados con la tecnología BECOLSUB (consumo de agua: 0,5 L/k cps), los cuales contienen el 35% de la capacidad contaminante correspondiente al mucílago, lo que daría una cobertura de tratamiento para lixiviados de 4500 @cps/año por cada módulo SMTA instalado. Se estima que para el tratamiento de estos lixiviados el volumen de RHA y RMT serían iguales: 2m³. Para el caso de esta producción, el costo de un SMTA para tratar los lixiviados efluentes de la mezcla pulpa-mucílago sería de 570 dólares, correspondientes a una inversión cercana a los US\$ 0,13/@ cps.

ESTUDIO MICROBIOLÓGICO DEL TRATAMIENTO ANAEROBIO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ

Se cuantificó la flora microbiana presente en las aguas residuales de lavado del café (ARLC), provenientes del beneficiadero para el pequeño caficultor de CENICAFÉ y el efluente del sistema modular de tratamiento anaerobio (SMTA) utilizado para el tratamiento de estas aguas.

Se tomaron como variables: aerobios mesófilos, gérmenes comunes aerobios, facultativos y anaerobios, hongos y levaduras.

En ARLC se encontró un predominio de gérmenes comunes aerobios: 405 x 10⁵ unidades formadoras de colonias/mililitro de muestra (ufc/ml), aerobios mesófilos: 366 x 10⁵ ufc/ml, gérmenes comunes facultativos: 345 x 10⁵ ufc/ml, hongos y levaduras: 149 x 10⁵ ufc/ml y finalmente gérmenes comunes anaerobios: 22,5 x 10⁵ ufc/ml.

En el efluente del SMTA se encontró un predominio de aerobios mesófilos: 16 x 10⁵ ufc/ml, seguidos por gérmenes comunes facultativos: 5 x 10⁵ ufc/ml, gérmenes comunes anaerobios: 3 x 10⁵ ufc/ml, gérmenes comunes aerobios: 0,2 x 10⁵ y finalmente hongos y levaduras: 0,01 x 10⁵ ufc/ml.

Se observa una disminución en el número de ufc de gérmenes comunes aerobios, hongos y levaduras presentes en el efluente del SMTA al ser comparado con las ARLC; esto es de esperarse ya que estos microorganismos no pueden desarrollarse en un ambiente anaerobio como el que se presenta en este sistema donde la cantidad de oxígeno es mínima.

El aporte de gérmenes comunes facultativos de las ARLC al tratamiento anaerobio es muy significativo ya que estas bacterias son las responsables de la primera etapa de la digestión anaerobia.

Se cuantificó e identificó las bacterias presentes en ARLC, borra de café, estiércol de ganado vacuno (EGV) y cinco puntos estratificados de la columna del reactor híbrido con tecnología de manto de lodos (UASB) y filtro anaerobio de flujo ascendente (UAF), utilizado para el tratamiento de las ARLC.

Se realizó el recuento de aerobios mesófilos obteniéndose el valor más alto en EGV; es por esto que en CENICAFÉ es utilizado como inóculo bacteriano en el tratamiento anaerobio de las ARLC. Se encontraron Enterobacterias en ARLC, EGV y todo los puntos de las columna; su presencia en aguas indica contaminación fecal, es por esto que estas aguas no deben ser vertidas a los cuerpos de agua haciendo necesario su tratamiento. Se identificaron además otras bacterias como: *Listeria sp*, *Corynebacterium sp*, *Staphylococcus sp* y *Micrococcus sp*.

Se identificaron *Lactobacillus sp* en todos los puntos de la columna; su presencia causa la acidificación de este sistema y por consiguiente una disminución en la producción de metano por inhibición de otros grupos de bacterias, en especial las Metanogénicas las cuales son las responsables de la última etapa de la digestión anaerobia.

Se realizó el recuento de bacterias anaerobias en muestras de lodos activados las cuales presentaron las características de estas bacterias. Su aislamiento no fue posible, debido a que se produce su muerte al exponerse al oxígeno.

Se observaron bacterias Metanogénicas en muestras de lodos activados en microscopio de fluorescencia.

EL IMPACTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL LAVADO DEL BENEFICIO HÚMEDO DE CAFÉ TRATADAS ANAERÓBIAMENTE

Con el fin de conocer el impacto biológico que generan las aguas residuales del beneficio húmedo del café tratadas anaerobiamente, se realizaron bioensayos a nivel de laboratorio utilizándose tres organismos pertenecientes a diferentes niveles tróficos dentro de la cadena alimenticia: *Chlorella vulgaris* (alga), *Daphnia pulex* (microcrustáceo) y *Lebistes reticulatus* (pez), determinándose la CE_{50} (concentración efectiva media) para el alga y la CL_{50} (concentración letal media) para los otros dos bioindicadores, comparándose el efecto causado en la inhibición del crecimiento de *Chlorella vulgaris* y en la mortalidad de *Lebistes reticulatus* y *Daphnia pulex* por las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente con el efecto producido por el mucílago de café proveniente del desmucilagador mecánico, el drenado de la pulpa y del mucílago (BECOLSUB) y las aguas del lavado de café.

Se encontró que el drenado de la pulpa y del mucílago de café es el efluente que causa el mayor efecto en los tres bioindicadores, encontrándose una CE_{50} de 495 ppm de demanda química de oxígeno (DQO) para *Chlorella vulgaris* y una CL_{50} de 390 ppm para *Daphnia pulex* y 290 ppm para *Lebistes reticulatus*. Comparándose el efecto de todos los efluentes en los bioindicadores, se determinó que las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente generan el efecto menos nocivo en los organismos, seguido de las aguas del lavado de café sin tratar y del mucílago de café.

La concentración letal media (CL_{50}) para el microcrustáceo varió desde 700 ppm para las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente hasta 480 ppm tanto para las aguas del lavado sin tratar como para el mucílago de café. De otra parte se encontró que una concentración de 890 ppm en aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente, inhibe el crecimiento del alga en el 50 %, mientras que se requiere de una concentración de 600 ppm para las aguas de lavado y 500 ppm para el mucílago de café para producir el mismo efecto. Una concentración de 490 ppm de DQO en las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente causó mortalidad del 50 % de los peces, en tanto que las aguas del lavado sin tratar y el mucílago de café causaron un efecto similar en el pez determinándose como CL_{50} 380 y 320 ppm respectivamente.

Con base en estos resultados, se encontró que el organismo *Lebistes reticulatus* es el más sensible de los tres bioindicadores, seguido por *Daphnia pulex* y *Chlorella vulgaris*, siendo importante mencionar, que todos los efluentes del beneficio húmedo del café sin tratamiento, aunque son de origen orgánico pueden llegar a ser tóxicos en el ecosistema en concentraciones superiores a 300 ppm de DQO, ocasionándose una mortalidad del 50% de los peces, del 25% al 43 % de los microcrustáceos y del 34% al 40% de las algas, generándose impacto y desequilibrio en el ecosistema acuático. En tanto que las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente ocasionan el mismo efecto para concentraciones superiores a 500 ppm.

Considerando la carga orgánica inicial presente en los efluentes del beneficio húmedo del café, la cual es en promedio de 100.000 ppm para el drenado de la pulpa y del mucílago proveniente del módulo BECOLSUB, 120.000 ppm para el mucílago de café proveniente del desmucilagador mecánico utilizando 1 litro de agua por minuto (0,5 litros de agua/ kg café pergamino seco), 28.000 ppm para las aguas del lavado de café utilizando 1,48 litros de agua por kg de café en baba y 5.600 ppm para las aguas tratadas anaerobiamente, y teniendo en cuenta las concentraciones letales medias y efectivas medias de estos efluentes para los bioindicadores, se calcula que sería necesario diluir los efluentes

Se realizó el recuento de bacterias anaerobias en muestras de lodos activados las cuales presentaron las características de estas bacterias. Su aislamiento no fue posible, debido a que se produce su muerte al exponerse al oxígeno.

Se observaron bacterias Metanogénicas en muestras de lodos activados en microscopio de fluorescencia.

EL IMPACTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL LAVADO DEL BENEFICIO HÚMEDO DE CAFÉ TRATADAS ANAERÓBIAMENTE

Con el fin de conocer el impacto biológico que generan las aguas residuales del beneficio húmedo del café tratadas anaerobiamente, se realizaron bioensayos a nivel de laboratorio utilizándose tres organismos pertenecientes a diferentes niveles tróficos dentro de la cadena alimenticia: *Chlorella vulgaris* (alga), *Daphnia pulex* (microcrustáceo) y *Lebistes reticulatus* (pez), determinándose la CE_{50} (concentración efectiva media) para el alga y la CL_{50} (concentración letal media) para los otros dos bioindicadores, comparándose el efecto causado en la inhibición del crecimiento de *Chlorella vulgaris* y en la mortalidad de *Lebistes reticulatus* y *Daphnia pulex* por las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente con el efecto producido por el mucílago de café proveniente del desmucilagador mecánico, el drenado de la pulpa y del mucílago (BECOLSUB) y las aguas del lavado de café.

Se encontró que el drenado de la pulpa y del mucílago de café es el efluente que causa el mayor efecto en los tres bioindicadores, encontrándose una CE_{50} de 495 ppm de demanda química de oxígeno (DQO) para *Chlorella vulgaris* y una CL_{50} de 390 ppm para *Daphnia pulex* y 290 ppm para *Lebistes reticulatus*. Comparándose el efecto de todos los efluentes en los bioindicadores, se determinó que las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente generan el efecto menos nocivo en los organismos, seguido de las aguas del lavado de café sin tratar y del mucílago de café.

La concentración letal media (CL_{50}) para el microcrustáceo varió desde 700 ppm para las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente hasta 480 ppm tanto para las aguas del lavado sin tratar como para el mucílago de café. De otra parte se encontró que una concentración de 890 ppm en aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente, inhibe el crecimiento del alga en el 50 %, mientras que se requiere de una concentración de 600 ppm para las aguas de lavado y 500 ppm para el mucílago de café para producir el mismo efecto. Una concentración de 490 ppm de DQO en las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente causó mortalidad del 50 % de los peces, en tanto que las aguas del lavado sin tratar y el mucílago de café causaron un efecto similar en el pez determinándose como CL_{50} 380 y 320 ppm respectivamente.

Con base en estos resultados, se encontró que el organismo *Lebistes reticulatus* es el más sensible de los tres bioindicadores, seguido por *Daphnia pulex* y *Chlorella vulgaris*, siendo importante mencionar, que todos los efluentes del beneficio húmedo del café sin tratamiento, aunque son de origen orgánico pueden llegar a ser tóxicos en el ecosistema en concentraciones superiores a 300 ppm de DQO, ocasionándose una mortalidad del 50% de los peces, del 25% al 43 % de los microcrustáceos y del 34% al 40% de las algas, generándose impacto y desequilibrio en el ecosistema acuático. En tanto que las aguas del lavado de café tratadas anaerobiamente ocasionan el mismo efecto para concentraciones superiores a 500 ppm.

Considerando la carga orgánica inicial presente en los efluentes del beneficio húmedo del café, la cual es en promedio de 100.000 ppm para el drenado de la pulpa y del mucílago proveniente del módulo BECOLSUB, 120.000 ppm para el mucílago de café proveniente del desmucilagador mecánico utilizando 1 litro de agua por minuto (0,5 litros de agua/ kg café pergamino seco), 28.000 ppm para las aguas del lavado de café utilizando 1,48 litros de agua por kg de café en baba y 5.600 ppm para las aguas tratadas anaerobiamente, y teniendo en cuenta las concentraciones letales medias y efectivas medias de estos efluentes para los bioindicadores, se calcula que sería necesario diluir los efluentes

En la actualidad se desarrolla la primera etapa de la cronología de estudio para la obtención de la cinética, aclimatación a sustrato ácido de agua residual del lavado de café, y se opera con un tiempo de retención hidráulico =e 24 h., temperatura = 36°C y una carga de 1 kg DQO/m³ de reactor-día con respuestas en el líquido efluente tales como pH entre 5,77 y 6,28, alcalinidad a pH_{5,75} entre 8 y 78 mg CaCO₃ / l. efluente, relaciones de alcalinidad (pH_{4,30} - pH_{5,75} / pH_{4,30}) entre 0,94 y 0,40 y una producción de metano a condiciones normales (CN) entre 0,123 y 0,240 m³ CH₄ / kg DQO aplicado, lo que refleja una gradual adaptación de los microorganismos a las aguas residuales de lavado de café ácidas.

CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ, OBTENIDO POR DESMUCILAGINADO MECÁNICO Y SOMETIDO A DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACIÓN

El mucílago de café, representa el 20% del peso del fruto maduro, constituido principalmente por carbohidratos y pectinas; estas sustancias le dan gran importancia a éste subproducto del café, ya que éstas pueden ser aprovechadas a nivel industrial. (5).

Realizar la caracterización microbiana de la flora del mucílago, en diferentes etapas de fermentación, es importante ya que revela la presencia de una estratificación de microorganismos, determinada por el poder metabólico y adaptativo de éstos a medida que aumenta el tiempo de fermentación. (5, 25).

Cada tipo de microorganismo posee la capacidad de metabolizar el sustrato rico en azúcares presentes en el mucílago, con la producción de una serie de sustancias que podrían ser aprovechadas por la industria. (5, 25).

El estudio se basó en identificar la flora microbiana presente en el mucílago de café, obtenido por desmucilaginado mecánico, a través de diferentes tiempos de fermentación destinados de 0 a 74 horas.

Las muestras obtenidas para el análisis fueron: Mucílago de café de recolección normal con el uso de la zaranda, Mucílago de café de recolección normal sin el uso de la zaranda y Mucílago de café seleccionado y con el uso de la zaranda. Las muestras provenían de la Estación Central Naranjal, y beneficiadas en el beneficiadero experimental de CENICAFÉ, utilizando el desmucilaginador mecánico.

Las variables analizadas fueron: Gérmenes comunes, Aeróbios mesófilos, Hongos y levaduras y Coliformes totales y fecales. Todos los resultados de los recuentos fueron expresados en exponente 10⁵ con el fin de realizar un mejor análisis.

El análisis de Aeróbios mesófilos muestra un incremento en el número de microorganismos, en aquellas muestras en las cuales se utilizó la zaranda, en tanto que en aquellas muestras en las cuales no se utilizó la zaranda durante el beneficio, el rango bacteriano es constante entre 50 y 100 x 10⁵ UFC/g.

El análisis de levaduras a través de todo el tiempo de fermentación, reveló un incremento progresivo en la carga de éstos microorganismos, desde las primeras horas de fermentación, hasta las 74 horas en los diferentes tipos de muestras. No se hallaron variaciones notables en el recuento de levaduras, entre los diferentes tipos de mucílago de café analizados en el estudio.

El análisis microbiológico realizado al mucílago evidencia que éste es un medio propicio para el crecimiento y desarrollo de levaduras del género *Saccharomyces*, *Torulopsis* y *Candida* principalmente, debido a la presencia de azúcares que hacen el medio mucho más favorable para éstas.

En el estudio de gérmenes comunes se evidencia nuevamente que el uso de la zaranda influye en el aumento del número de microorganismos, ya que en ésta pueden quedar microorganismos adheridos pertenecientes a beneficios anteriores. Es evidente la presencia del género *Enterobacter* en los diferentes tiempos de fermentación y en todas las muestras, ya que éste microorganismo se halla con frecuencia en material vegetal. (4, 25, 26).

En la actualidad se desarrolla la primera etapa de la cronología de estudio para la obtención de la cinética, aclimatación a sustrato ácido de agua residual del lavado de café, y se opera con un tiempo de retención hidráulico =e 24 h., temperatura = 36°C y una carga de 1 kg DQO/m³ de reactor-día con respuestas en el líquido efluente tales como pH entre 5,77 y 6,28, alcalinidad a pH_{5,75} entre 8 y 78 mg CaCO₃ / l. efluente, relaciones de alcalinidad (pH_{4,30} - pH_{5,75} / pH_{4,30}) entre 0,94 y 0,40 y una producción de metano a condiciones normales (CN) entre 0,123 y 0,240 m³ CH₄ / kg DQO aplicado, lo que refleja una gradual adaptación de los microorganismos a las aguas residuales de lavado de café ácidas.

CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ, OBTENIDO POR DESMUCILAGINADO MECÁNICO Y SOMETIDO A DIFERENTES TIEMPOS DE FERMENTACIÓN

El mucílago de café, representa el 20% del peso del fruto maduro, constituido principalmente por carbohidratos y pectinas; estas sustancias le dan gran importancia a éste subproducto del café, ya que éstas pueden ser aprovechadas a nivel industrial. (5).

Realizar la caracterización microbiana de la flora del mucílago, en diferentes etapas de fermentación, es importante ya que revela la presencia de una estratificación de microorganismos, determinada por el poder metabólico y adaptativo de éstos a medida que aumenta el tiempo de fermentación. (5, 25).

Cada tipo de microorganismo posee la capacidad de metabolizar el sustrato rico en azúcares presentes en el mucílago, con la producción de una serie de sustancias que podrían ser aprovechadas por la industria. (5, 25).

El estudio se basó en identificar la flora microbiana presente en el mucílago de café, obtenido por desmucilaginado mecánico, a través de diferentes tiempos de fermentación destinados de 0 a 74 horas.

Las muestras obtenidas para el análisis fueron: Mucílago de café de recolección normal con el uso de la zaranda, Mucílago de café de recolección normal sin el uso de la zaranda y Mucílago de café seleccionado y con el uso de la zaranda. Las muestras provenían de la Estación Central Naranjal, y beneficiadas en el beneficiadero experimental de CENICAFÉ, utilizando el desmucilaginador mecánico.

Las variables analizadas fueron: Gérmenes comunes, Aeróbios mesófilos, Hongos y levaduras y Coliformes totales y fecales. Todos los resultados de los recuentos fueron expresados en exponente 10⁵ con el fin de realizar un mejor análisis.

El análisis de Aeróbios mesófilos muestra un incremento en el número de microorganismos, en aquellas muestras en las cuales se utilizó la zaranda, en tanto que en aquellas muestras en las cuales no se utilizó la zaranda durante el beneficio, el rango bacteriano es constante entre 50 y 100 x 10⁵ UFC/g.

El análisis de levaduras a través de todo el tiempo de fermentación, reveló un incremento progresivo en la carga de éstos microorganismos, desde las primeras horas de fermentación, hasta las 74 horas en los diferentes tipos de muestras. No se hallaron variaciones notables en el recuento de levaduras, entre los diferentes tipos de mucílago de café analizados en el estudio.

El análisis microbiológico realizado al mucílago evidencia que éste es un medio propicio para el crecimiento y desarrollo de levaduras del género *Saccharomyces*, *Torulopsis* y *Candida* principalmente, debido a la presencia de azúcares que hacen el medio mucho más favorable para éstas.

En el estudio de gérmenes comunes se evidencia nuevamente que el uso de la zaranda influye en el aumento del número de microorganismos, ya que en ésta pueden quedar microorganismos adheridos pertenecientes a beneficios anteriores. Es evidente la presencia del género *Enterobacter* en los diferentes tiempos de fermentación y en todas las muestras, ya que éste microorganismo se halla con frecuencia en material vegetal. (4, 25, 26).

De acuerdo con las actividades realizadas en los lombricultivos, se calcularon los costos de producción de lombricomposteo en cada sistema. Para el sistema en camas resulta de aproximadamente \$30/kg de lombricomposteo húmedo (80% de humedad). Para el sistema en cajas es de aproximadamente \$64/kg de lombricomposteo húmedo (74,5% de humedad). Del anterior análisis se observa que resulta más costoso el sistema de lombricultura en cajas. El sistema en camas es el 60% menos costoso al hacer la comparación para una misma humedad de lombricomposteo.

COMPARACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FÍSICO QUÍMICA DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE Y LOMBRICOMPOSTEO DE LA PULPA SOLA Y MEZCLADA CON MUCÍLAGO

Se realizó una comparación microbiológica y físico-química de los procesos de compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café sola y mezclada con mucílago.

En el producto final del compostaje de la pulpa de café se identificaron 11 géneros de bacterias (*Achromobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, *Flavobacterium*, *Proteus*, *Serratia*, *Vibrio*, *Xantomonas*, *Yersinia* y bacilos gram positivos), 4 géneros de hongos (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Geotrichum* y *Penicillium*) y dos géneros de actinomicetos (*Actinomadura* y *Streptomyces*). Y en el lombricomposteo 11 géneros de bacterias (*Aeromonas*, *Citrobacter*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Providencia*, *Pseudomona*, *Xantomona* y bacilos gram positivos), 5 géneros de hongos (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum* y *Penicillium*) y 2 géneros de actinomicetos (*Actinomadura* y *Streptomyces*).

En el producto final del compostaje de la pulpa mezclada con mucílago se identificaron 8 géneros de bacterias (*Chromobacterium*, *Flavimonas*, *Flavobacterium*, *Pseudomona*, *Serratia*, *Shewanella*, *Xantomonas* y bacilos gram positivos), 5 géneros de hongos (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor* y *Penicillium*), 3 géneros de levaduras

(*Candida*, *Rhodotorula* y *Torulopsis*) y 5 géneros de actinomicetos (*Actinomadura*, *Streptomyces*, *Intraesporangium*, *Nocardia* y *Sacchapolyspora*). Y en el lombricomposteo 14 géneros de bacterias (*Aeromonas*, *Citrobacter*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Staphylococcus*, *Flavobacterium*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Plesiomonas*, *Pseudomona*, *Sarcina*, *Serratia*, *Vibrio* y bacilos gram positivos), 5 géneros de hongos (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum* y *Penicillium*), 2 géneros de levaduras (*Torula* y *Saccharomyces*) y 3 géneros de actinomicetos (*Streptomyces*, *Intraesporangium* y *Nocardia*).

Los microorganismos que se conservaron durante todo el proceso de compostaje de la pulpa de café sola fueron *Escherichia* y *Streptomyces*. Y en el compostaje de la pulpa mezclada con mucílago *Candida*, *Flavobacterium*, *Pseudomona*, *Rhodototula*, *Serratia* y *Torulopsis*. Los microorganismos que se conservaron durante todo el proceso delombricompostaje de la pulpa sola fueron *Enterobacter*, *Escherichia* y *Streptomyces*. Y en el lombricompostaje de la pulpa mezclada con mucílago *Citrobacter*, *Serratia* y *Pseudomonas*.

Al analizar la composición química de los productos finales del compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café, se aprecia un mayor contenido, en términos porcentuales, de minerales en el lombricomposteo y un contenido, ligeramente superior, de materia orgánica. Al analizar la composición química de los productos finales del compostaje y del lombricompostaje de la pulpa mezclada con mucílago se aprecia, en general, un mejor contenido, en términos porcentuales, de minerales en el lombricomposteo y un mayor contenido de materia orgánica en el compost.

Los rendimientos medios para los procesos de compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café fueron del 8,87% y 9,58% en base húmeda, del 16,58% y 8,36% en base seca y del 9,65% y 5,01% en términos de materia orgánica, respectivamente.

Los rendimientos medios para los procesos de compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café mezclada con mucílago fueron del 8,68% y 11,25%, en base húmeda, 31,99% y 16,90%, en base seca y 27,18 y 9,08% en términos de materia orgánica, respectivamente.

De acuerdo con las actividades realizadas en los lombricultivos, se calcularon los costos de producción de lombricompost en cada sistema. Para el sistema en camas resulta de aproximadamente \$30/kg de lombricompost húmedo (80% de humedad). Para el sistema en cajas es de aproximadamente \$64/kg de lombricompost húmedo (74,5% de humedad). Del anterior análisis se observa que resulta más costoso el sistema de lombricultura en cajas. El sistema en camas es el 60% menos costoso al hacer la comparación para una misma humedad de lombricompost.

COMPARACIÓN MICROBIOLÓGICA Y FÍSICO QUÍMICA DE LOS PROCESOS DE COMPOSTAJE Y LOMBRICOMPOSTO DE LA PULPA SOLA Y MEZCLADA CON MUCÍLAGO

Se realizó una comparación microbiológica y físico-química de los procesos de compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café sola y mezclada con mucílago.

En el producto final del compostaje de la pulpa de café se identificaron 11 géneros de bacterias (*Achromobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, *Flavobacterium*, *Proteus*, *Serratia*, *Vibrio*, *Xantomonas*, *Yersinia* y bacilos gram positivos), 4 géneros de hongos (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Geotrichum* y *Penicillium*) y dos géneros de actinomicetos (*Actinomadura* y *Streptomyces*). Y en el lombricompost 11 géneros de bacterias (*Aeromonas*, *Citrobacter*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Providencia*, *Pseudomona*, *Xantomona* y bacilos gram positivos), 5 géneros de hongos (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum* y *Penicillium*) y 2 géneros de actinomicetos (*Actinomadura* y *Streptomyces*).

En el producto final del compostaje de la pulpa mezclada con mucílago se identificaron 8 géneros de bacterias (*Chromobacterium*, *Flavimonas*, *Flavobacterium*, *Pseudomona*, *Serratia*, *Shewanella*, *Xantomonas* y bacilos gram positivos), 5 géneros de hongos (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Mucor* y *Penicillium*), 3 géneros de levaduras

(*Candida*, *Rhodotorula* y *Torulopsis*) y 5 géneros de actinomicetos (*Actinomadura*, *Streptomyces*, *Intraesporangium*, *Nocardia* y *Sacchapolyspora*). Y en el lombricompost 14 géneros de bacterias (*Aeromonas*, *Citrobacter*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Staphylococcus*, *Flavobacterium*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Plesiomonas*, *Pseudomona*, *Sarcina*, *Serratia*, *Vibrio* y bacilos gram positivos), 5 géneros de hongos (*Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum* y *Penicillium*), 2 géneros de levaduras (*Torula* y *Saccharomyces*) y 3 géneros de actinomicetos (*Streptomyces*, *Intraesporangium* y *Nocardia*).

Los microorganismos que se conservaron durante todo el proceso de compostaje de la pulpa de café sola fueron *Escherichia* y *Streptomyces*. Y en el compostaje de la pulpa mezclada con mucílago *Candida*, *Flavobacterium*, *Pseudomona*, *Rhodototula*, *Serratia* y *Torulopsis*. Los microorganismos que se conservaron durante todo el proceso delombricompostaje de la pulpa sola fueron *Enterobacter*, *Escherichia* y *Streptomyces*. Y en el lombricompostaje de la pulpa mezclada con mucílago *Citrobacter*, *Serratia* y *Pseudomonas*.

Al analizar la composición química de los productos finales del compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café, se aprecia un mayor contenido, en términos porcentuales, de minerales en el lombricompost y un contenido, ligeramente superior, de materia orgánica. Al analizar la composición química de los productos finales del compostaje y del lombricompostaje de la pulpa mezclada con mucílago se aprecia, en general, un mejor contenido, en términos porcentuales, de minerales en el lombricompost y un mayor contenido de materia orgánica en el compost.

Los rendimientos medios para los procesos de compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café fueron del 8,87% y 9,58% en base húmeda, del 16,58% y 8,36% en base seca y del 9,65% y 5,01% en términos de materia orgánica, respectivamente.

Los rendimientos medios para los procesos de compostaje y lombricompostaje de la pulpa de café mezclada con mucílago fueron del 8,68% y 11,25%, en base húmeda, 31,99% y 16,90%, en base seca y 27,18 y 9,08% en términos de materia orgánica, respectivamente.

investigación para poder concluir con certeza en este aspecto.

Se ha continuado con la preservación de las cepas de hongos comestibles que forman parte del cepario de la disciplina de Química Industrial haciendo repiques cada 2 meses en EMA y PDA. El comportamiento de las cepas ha sido bueno, excepto la cepa de *Pleurotus sporless* que no ha mostrado crecimiento.

ALIMENTACIÓN DE CERDOS CON MUCÍLAGO DE CAFÉ

Se evaluó la aceptación del mucílago de café por parte del ganado porcino, determinándose la proporción más adecuada de este subproducto en la dieta de los cerdos, cuando se usa como suplemento del alimento diario requerido por el animal según su peso. Se utilizaron para la investigación 50 lechones de cruce Landrace Belga x Pietrain con peso inicial promedio de 42,4 kg y edad de 120 días, en la primera etapa distribuidos en nueve tratamientos conformados según la proporción de mucílago suministrado, así: 100% concentrado comercial, 100% mucílago fresco y 100% mucílago fermentado como testigos y seis tratamientos correspondientes a 20, 30 y 40% de mucílago en estado fresco y fermentado. Y una segunda etapa con 75 lechones de la raza landrace x yorkshile con un peso promedio inicial de 40 kg y 92 días de edad, distribuidos en 15 tratamientos así: 100% concentrado comercial, mucílago a voluntad fresco y fermentado como testigos y mezclas al 20% y al 30% de mucílago de café en base seca y en base húmeda, tanto en estado fresco como fermentado y tanto de café seleccionado, como de café de recolección normal incluyéndose en algunos tratamientos el suministro adicional de una premezcla mineral. Los animales permanecieron 70 días en comederos individuales. El mucílago suministrado se obtuvo de café *Coffea arabica* L. de cerezas seleccionadas mecánicamente y manualmente, descartándose aquellas verdes y negras principalmente para la primera etapa. El despulpado se realizó sin agua y la remoción del mucílago se efectuó en un desmucilagador mecánico experimental usando 1 l/kg café pergamino seco. Parte del mucílago

fué conservado hasta por 72 h a 4 C para suministrarlo como fresco, el mucílago fermentado correspondió al material que permanecía por más de 24 h a temperatura ambiente. Tanto a los animales que consumieron las mezclas como a los de los grupos testigo se les proporcionó el alimento de acuerdo con los requerimientos del animal, de tal manera que se ajustó la ración cada 14 días con base en el peso obtenido por cada animal a la fecha de pesaje, calculándose las cantidades de concentrado y mucílago en las mezclas con base en el peso total de cada material.

En donde al suministrar el 80% de concentrado de acuerdo con los requerimientos del animal según su peso y suplementar la ración con 2 litros de mucílago de café diario, se obtienen buenas respuestas en conversión del alimento, ganancia en peso y rendimiento económico, no viéndose afectada la calidad de la carne, su aspecto físico, su sabor y composición nutricional, siendo ésta una solución parcial al impacto biológico y ecológico ocasionado por el vertimiento del mucílago a las fuentes de agua.

Por medio de esta investigación se demostró que el mucílago de café no debe emplearse como única fuente de alimento, ya que no supe los requerimientos nutricionales y energéticos del cerdo.

CALIDAD NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE CARNES DE CERDO ALIMENTADOS CON CONCENTRADO Y MEZCLAS DE CONCENTRADO Y MUCÍLAGO DE CAFÉ

Con el fin de determinar las características nutricionales, físicas y sensoriales de las carnes de cerdo alimentados con mezclas de concentrado y mucílago de café, se determinaron los contenidos de humedad, proteína, grasa, hierro, potasio, calcio, magnesio y fósforo de los siguientes tipos de carne: lomo, pernil y tocino, así como las características sensoriales de color, textura, grasa y sabor determinando el porcentaje de aceptación por el consumidor de muestras preparadas de lomo, pernil, tocino y costilla de cerdo. Las muestras fueron tomadas de los cerdos sacrificados en el primero y segundo ciclos de engorde con

investigación para poder concluir con certeza en este aspecto.

Se ha continuado con la preservación de las cepas de hongos comestibles que forman parte del cepario de la disciplina de Química Industrial haciendo repiques cada 2 meses en EMA y PDA. El comportamiento de las cepas ha sido bueno, excepto la cepa de *Pleurotus sporless* que no ha mostrado crecimiento.

ALIMENTACIÓN DE CERDOS CON MUCÍLAGO DE CAFÉ

Se evaluó la aceptación del mucílago de café por parte del ganado porcino, determinándose la proporción más adecuada de este subproducto en la dieta de los cerdos, cuando se usa como suplemento del alimento diario requerido por el animal según su peso. Se utilizaron para la investigación 50 lechones de cruce Landrace Belga x Pietrain con peso inicial promedio de 42,4 kg y edad de 120 días, en la primera etapa distribuidos en nueve tratamientos conformados según la proporción de mucílago suministrado, así: 100% concentrado comercial, 100% mucílago fresco y 100% mucílago fermentado como testigos y seis tratamientos correspondientes a 20, 30 y 40% de mucílago en estado fresco y fermentado. Y una segunda etapa con 75 lechones de la raza landrace x yorkshire con un peso promedio inicial de 40 kg y 92 días de edad, distribuidos en 15 tratamientos así: 100% concentrado comercial, mucílago a voluntad fresco y fermentado como testigos y mezclas al 20% y al 30% de mucílago de café en base seca y en base húmeda, tanto en estado fresco como fermentado y tanto de café seleccionado, como de café de recolección normal incluyéndose en algunos tratamientos el suministro adicional de una premezcla mineral. Los animales permanecieron 70 días en comederos individuales. El mucílago suministrado se obtuvo de café *Coffea arabica* L. de cerezas seleccionadas mecánicamente y manualmente, descartándose aquellas verdes y negras principalmente para la primera etapa. El despulpado se realizó sin agua y la remoción del mucílago se efectuó en un desmucilagador mecánico experimental usando 1 l/kg café pergamino seco. Parte del mucílago

fué conservado hasta por 72 h a 4 °C para suministrarlo como fresco, el mucílago fermentado correspondió al material que permanecía por más de 24 h a temperatura ambiente. Tanto a los animales que consumieron las mezclas como a los de los grupos testigo se les proporcionó el alimento de acuerdo con los requerimientos del animal, de tal manera que se ajustó la ración cada 14 días con base en el peso obtenido por cada animal a la fecha de pesaje, calculándose las cantidades de concentrado y mucílago en las mezclas con base en el peso total de cada material.

En donde al suministrar el 80% de concentrado de acuerdo con los requerimientos del animal según su peso y suplementar la ración con 2 litros de mucílago de café diario, se obtienen buenas respuestas en conversión del alimento, ganancia en peso y rendimiento económico, no viéndose afectada la calidad de la carne, su aspecto físico, su sabor y composición nutricional, siendo ésta una solución parcial al impacto biológico y ecológico ocasionado por el vertimiento del mucílago a las fuentes de agua.

Por medio de esta investigación se demostró que el mucílago de café no debe emplearse como única fuente de alimento, ya que no suplir los requerimientos nutricionales y energéticos del cerdo.

CALIDAD NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE CARNES DE CERDO ALIMENTADOS CON CONCENTRADO Y MEZCLAS DE CONCENTRADO Y MUCÍLAGO DE CAFÉ

Con el fin de determinar las características nutricionales, físicas y sensoriales de las carnes de cerdo alimentados con mezclas de concentrado y mucílago de café, se determinaron los contenidos de humedad, proteína, grasa, hierro, potasio, calcio, magnesio y fósforo de los siguientes tipos de carne: lomo, pernil y tocino, así como las características sensoriales de color, textura, grasa y sabor determinando el porcentaje de aceptación por el consumidor de muestras preparadas de lomo, pernil, tocino y costilla de cerdo. Las muestras fueron tomadas de los cerdos sacrificados en el primero y segundo ciclos de engorde con

Se demostró que el tipo de alimento consumido por los cerdos influye directamente en la calidad sensorial de la carne obtenida, produciéndose carnes de rechazo de los animales a los cuales no se les suministra los requerimientos proteicos, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales en su dieta, no afectándose cuando se suministra el mucílago en mezcla con el concentrado.

Igualmente no se encontró ninguna correlación entre el tipo de café, el estado del mucílago en la mezcla, la adición de sales o la forma de suministro del alimento durante el ciclo con los contenidos de grasa y humedad de las carnes lomo, pernil y costilla.

Finalmente se comprobó que la calidad de la carne de cerdo no se afecta cuando se suministra el mucílago de café como parte de la dieta del porcino, en proporción hasta de 2 litros, manteniendo el 80% del peso del alimento concentrado requerido por el animal según su peso.

ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA OBTENCIÓN DE UN SOLUBLE INSTANTÁNEO DE CAFÉ Y LECHE

Teniendo en cuenta que las mezclas de café con leche han tomado gran auge a nivel mundial se

realizó una búsqueda en las principales publicaciones de café y Ciencia y Tecnología de alimentos., sobre este tipo de mezclas, encontrándose un mercado muy amplio en los mercados europeos y americanos; gracias al desarrollo logrado por los italianos con su bebida de café espresso y leche vaporizada, más conocida como capuccino.

Debido a la gran aceptación de los consumidores de este tipo de bebidas; importantes empresas como Nestlé han desarrollado solubles de estas mezclas las cuales han generado grandes ingresos dentro del sector de los solubles de café.

Se han realizado ensayos preliminares con el panel de catación para determinar la formulación en volúmen de una mezcla de café con leche, suponiéndose que la relación 50-50 será la más aceptada por los consumidores.

Los métodos propuestos en el presente trabajo para la producción del soluble son la atomización y la liofilización, la cual en ensayos preliminares, se observó que fue bastante favorable para una mezcla de café y leche, obteniéndose un masa porosa, bastante higroscópica.

Se demostró que el tipo de alimento consumido por los cerdos influye directamente en la calidad sensorial de la carne obtenida, produciéndose carnes de rechazo de los animales a los cuales no se les suministra los requerimientos proteicos, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales en su dieta, no afectándose cuando se suministra el mucílago en mezcla con el concentrado.

Igualmente no se encontró ninguna correlación entre el tipo de café, el estado del mucílago en la mezcla, la adición de sales o la forma de suministro del alimento durante el ciclo con los contenidos de grasa y humedad de las carnes lomo, pernil y costilla.

Finalmente se comprobó que la calidad de la carne de cerdo no se afecta cuando se suministra el mucílago de café como parte de la dieta del porcino, en proporción hasta de 2 litros, manteniendo el 80% del peso del alimento concentrado requerido por el animal según su peso.

ENSAYOS EN LABORATORIO PARA LA OBTENCIÓN DE UN SOLUBLE INSTANTÁNEO DE CAFÉ Y LECHE

Teniendo en cuenta que las mezclas de café con leche han tomado gran auge a nivel mundial se

realizó una búsqueda en las principales publicaciones de café y Ciencia y Tecnología de alimentos., sobre este tipo de mezclas, encontrándose un mercado muy amplio en los mercados europeos y americanos; gracias al desarrollo logrado por los italianos con su bebida de café espresso y leche vaporizada, más conocida como capuccino.

Debido a la gran aceptación de los consumidores de este tipo de bebidas; importantes empresas como Nestlé han desarrollado solubles de estas mezclas las cuales han generado grandes ingresos dentro del sector de los solubles de café.

Se han realizado ensayos preliminares con el panel de catación para determinar la formulación en volúmen de una mezcla de café con leche, suponiéndose que la relación 50-50 será la más aceptada por los consumidores.

Los métodos propuestos en el presente trabajo para la producción del soluble son la atomización y la liofilización, la cual en ensayos preliminares, se observó que fue bastante favorable para una mezcla de café y leche, obteniéndose un masa porosa, bastante higroscópica.

a la broca, vía ingeniería genética, en trabajos cooperativos con la Universidad de Cornell. Se evalúan experimentos para definir condiciones óptimas para cultivar y regenerar plantas haploides de café en laboratorio. En campo se estudia la variabilidad en plantas producidas por metodologías de laboratorio *in vitro*. Se continúa la evaluación de la virulencia de *Agrobacterium tumefaciens* sobre diferentes genotipos de café como parte de las investigaciones sobre las técnicas de transformación genética adelantadas en colaboración con la Universidad de Cornell.

El Programa de Biología también investiga en estudios fisiológicos entre los cuales se destaca la periodicidad del crecimiento y desarrollo de la Variedad Colombia, en sus diferentes órganos y su relación con los elementos climáticos. Evalúa el proceso de mortalidad foliar en el café y su comportamiento en el tiempo. Estudia la diferenciación y desarrollo de las flores del café. Con apoyo de Colciencias continúa con el desarrollo del proyecto sobre la actividad fotosintética en hojas y frutos de diferentes especies de *Coffea* sp., sobre determinación de las tasas de respiración y fotorespiración en hojas de café. Se investiga sobre eficiencia nutricional del café en la absorción y traslocación del magnesio en presencia de potasio y de calcio, fertilización en la etapa de almácigo, distribución foliar del café, reguladores de crecimiento y participa en un trabajo interdisciplinario sobre modelación matemática de la planta de café.

Sobre problemas fitosanitarios en el campo, la Disciplina de Entomología investiga en aspectos biológicos y ecológicos de la broca del café, entre los cuales se destacan: evaluación de la broca en relación con el desarrollo del fruto, el efecto de densidades de siembra, evaluación de sustancias atrayentes, efecto de la fenología del fruto del café sobre los parámetros de la tabla de vida de la broca del café. Investiga en el diagnóstico de las recolecciones y el repase (Re-Re) en el manejo de la broca del café por caficultores. Estudia métodos de muestreo para determinar niveles de infestación en campo. Adelanta investigaciones con parasitoides de la broca y efectúa el seguimiento de las liberaciones de parasitoides en fincas cafeteras. Se investiga en la relación entre

el número de parasitoides por grano y el porcentaje de parasitismo, en condiciones de laboratorio. Se investiga sobre las horas del día convenientes para la liberación del parasitoide, su dispersión en cafetales infestados por la broca y su efecto sobre niveles bajos de broca en campo. También se investiga el control de la broca durante el zoqueo con entomopatógenos. Se evalúan dietas artificiales para la cría de la broca. Se están investigando formulaciones en aceites sobre la viabilidad de hongos entomopatógenos. Además se estudia el efecto de la radiación solar en los hongos *Beauveria bassiana* y *M. anisopliae*. Adelanta investigaciones sobre formulación y aspersión del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. Se presta el servicio de control de calidad de entomopatógenos producidos comercialmente para el control de la broca. Con los entomopatógenos se estudian coadyuvantes y protectantes. En relación con la producción de biopesticidas con efectividad sobre la broca del café, se investiga en producción de esporas en condiciones de biorreactor, en el análisis genético de aislamiento de hongos entomopatógenos, mediante el uso de técnicas moleculares, sobre las enzimas relacionadas con la patogenicidad del hongo *B. bassiana* y se evalúa ésta, con diferentes aislamientos de este hongo en broca del café. Se producen cepas de *B. bassiana* y *M. anisopliae* para entrega a caficultores en condiciones de campo. Se evalúan nuevas formulaciones de insecticidas de diferente origen (químico y vegetal). Se adelantan observaciones experimentales de manejo integrado de la broca en fincas de agricultores. Se evalúa el impacto de la broca del café y se caracteriza el manejo de la plaga en diferentes municipioscafeteros del país y se estudia la adopción de tecnología en manejo integrado de la broca.

La Disciplina de Fitopatología identifica de manera permanente razas de *Hemileia vastatrix* en el Híbrido de Timor, sus derivados y en la Variedad Colombia. Se estudia el control químico y biológico de la roya del café. Investiga en el manejo integrado de las principales enfermedades del café, con énfasis en la búsqueda de antagonistas. En estudios relacionados con el control biológico, se evalúan antagonistas "in vitro" en invernadero y en campo de las principales enfermedades del café. Se adelantan investigaciones sobre el efecto

a la broca, vía ingeniería genética, en trabajos cooperativos con la Universidad de Cornell. Se evalúan experimentos para definir condiciones óptimas para cultivar y regenerar plantas haploides de café en laboratorio. En campo se estudia la variabilidad en plantas producidas por metodologías de laboratorio *in vitro*. Se continúa la evaluación de la virulencia de *Agrobacterium tumefaciens* sobre diferentes genotipos de café como parte de las investigaciones sobre las técnicas de transformación genética adelantadas en colaboración con la Universidad de Cornell.

El Programa de Biología también investiga en estudios fisiológicos entre los cuales se destaca la periodicidad del crecimiento y desarrollo de la Variedad Colombia, en sus diferentes órganos y su relación con los elementos climáticos. Evalúa el proceso de mortalidad foliar en el cafeto y su comportamiento en el tiempo. Estudia la diferenciación y desarrollo de las flores del cafeto. Con apoyo de Colciencias continúa con el desarrollo del proyecto sobre la actividad fotosintética en hojas y frutos de diferentes especies de *Coffea* sp., sobre determinación de las tasas de respiración y fotorespiración en hojas de café. Se investiga sobre eficiencia nutricional del cafeto en la absorción y traslocación del magnesio en presencia de potasio y de calcio, fertilización en la etapa de almácigo, distribución foliar del cafeto, reguladores de crecimiento y participa en un trabajo interdisciplinario sobre modelación matemática de la planta de café.

Sobre problemas fitosanitarios en el campo, la Disciplina de Entomología investiga en aspectos biológicos y ecológicos de la broca del café, entre los cuales se destacan: evaluación de la broca en relación con el desarrollo del fruto, el efecto de densidades de siembra, evaluación de sustancias atrayentes, efecto de la fenología del fruto del café sobre los parámetros de la tabla de vida de la broca del café. Investiga en el diagnóstico de las recolecciones y el repase (Re-Re) en el manejo de la broca del café por caficultores. Estudia métodos de muestreo para determinar niveles de infestación en campo. Adelanta investigaciones con parasitoides de la broca y efectúa el seguimiento de las liberaciones de parasitoides en fincas cafeteras. Se investiga en la relación entre

el número de parasitoides por grano y el porcentaje de parasitismo, en condiciones de laboratorio. Se investiga sobre las horas del día convenientes para la liberación del parasitoide, su dispersión en cafetales infestados por la broca y su efecto sobre niveles bajos de broca en campo. También se investiga el control de la broca durante el zoqueo con entomopatógenos. Se evalúan dietas artificiales para la cría de la broca. Se están investigando formulaciones en aceites sobre la viabilidad de hongos entomopatógenos. Además se estudia el efecto de la radiación solar en los hongos *Beauveria bassiana* y *M. anisopliae*. Adelanta investigaciones sobre formulación y aspersión del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. Se presta el servicio de control de calidad de entomopatógenos producidos comercialmente para el control de la broca. Con los entomopatógenos se estudian coadyuvantes y protectantes. En relación con la producción de biopesticidas con efectividad sobre la broca del café, se investiga en producción de esporas en condiciones de biorreactor, en el análisis genético de aislamiento de hongos entomopatógenos, mediante el uso de técnicas moleculares, sobre las enzimas relacionadas con la patogenicidad del hongo *B. bassiana* y se evalúa ésta, con diferentes aislamientos de este hongo en broca del café. Se producen cepas de *B. bassiana* y *M. anisopliae* para entrega a caficultores en condiciones de campo. Se evalúan nuevas formulaciones de insecticidas de diferente origen (químico y vegetal). Se adelantan observaciones experimentales de manejo integrado de la broca en fincas de agricultores. Se evalúa el impacto de la broca del café y se caracteriza el manejo de la plaga en diferentes municipioscafeteros del país y se estudia la adopción de tecnología en manejo integrado de la broca.

La Disciplina de Fitopatología identifica de manera permanente razas de *Hemileia vastatrix* en el Híbrido de Timor, sus derivados y en la Variedad Colombia. Se estudia el control químico y biológico de la roya del cafeto. Investiga en el manejo integrado de las principales enfermedades del café, con énfasis en la búsqueda de antagonistas. En estudios relacionados con el control biológico, se evalúan antagonistas "in vitro" en invernadero y en campo de las principales enfermedades del café. Se adelantan investigaciones sobre el efecto

en 30 gramos de urea sobre 150 frutos maduros brocados y encima 0,5 kg de pulpa fresca, quince días después del tratamiento se registró una mortalidad en larvas y pupas superior al 70%. Pasada la cosecha se hará una prueba semicomercial basada en estos dos productos solos y mezclados.

En Naranjal se inició un monitoreo de poblaciones de broca del café en 40 parcelas de 50 árboles cada una y una trampa por parcela en un cafetal de primera cosecha. Además de los registros de las capturas semanales trampa por trampa se llevan registros del número de frutos cosechados y número de frutos brocados árbol por árbol.

Efecto de la broca sobre la producción de café

El daño que ocasiona la broca al grano de café, consiste en perforaciones a los frutos y caída de estos, si son atacados en edades tempranas durante el desarrollo fisiológico. Los frutos atacados y recolectados en la cosecha producen almendras perforadas las cuales se clasifican como defectos de granos mordidos por insectos en el análisis de calidad físico. El presente estudio iniciado desde junio de 1994, busca determinar el efecto de la broca en la disminución y pérdida de calidad de la producción cafetera, mediante el estudio de tres variables importantes: frutos caídos durante el desarrollo fisiológico, almendras picadas y disminución de peso en el café pergamino seco de acuerdo a la infestación en el campo de la cosecha. Para esto se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) evaluar la caída de frutos de café ocasionada por la broca; 2) determinar las pérdidas de peso en el café pergamino seco con relación a diferentes infestaciones de broca en campo; 3) estudiar la relación entre el porcentaje de almendras perforadas, con los porcentajes de infestación en campo; 4) establecer las pérdidas de cosecha por efecto de la broca de acuerdo al porcentaje de infestación en campo.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que cuando la broca ataca frutos de café de dos meses de edad, más del 50% de los frutos afectados se caen de las ramas y muchos de ellos toman un color característico de madurez y si este

ataque ocurre después de los tres meses de edad, la caída de frutos por esta causa es menor al 23,5%. El derrame de los frutos que no fueron brocados fue del 12,8%, valor alto para caída natural de frutos, esto se debe principalmente a la manipulación de las ramas en los momentos de las evaluaciones. La pérdida de peso del café pergamino seco por causa de la broca fue en promedio de 18,1 con un CV del 41,7%, valor que no es afectado por el índice de infestación en campo, dado el hecho de que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,05$).

La infestación en campo al relacionarla directamente con la infestación en café pergamino seco no presenta ninguna correlación; pero si se mide la infestación en campo uno o dos meses antes de la cosecha y se la correlaciona con la infestación ponderada del café pergamino seco de toda la cosecha se obtiene una correlación potencial con un r^2 , superior a 0,87 lo cual indica una buena correlación entre estas dos variables.

La infestación en tolva presenta una buena correlación con el porcentaje de infestación en el café pergamino seco para todos los casos; la correlación que mejor describe esta relación es lineal con r^2 superiores a 0,80.

Distribución del ataque de la broca y aplicación de métodos de muestreo

Este trabajo propone como objetivo general estudiar la distribución espacial y temporal del ataque de la broca a nivel de rama, árbol y lote considerando las variables número de frutos brocados y porcentaje de infestación, y desarrollar alternativas en métodos de muestreo para su diagnóstico. Para lograr esto se han venido haciendo desde mayo de 1995 en un lote de café var. Colombia en la Subestación Experimental "La Catalina" tres evaluaciones principales: a) registro y marcaje de las diferentes floraciones en 60 árboles aleatoriamente distribuidos en todo el lote, cuyos frutos sanos y brocados son censados mensualmente discriminándolos por número de nudo, cruz y rama en cada árbol; 2) censo mensual de todos los árboles con broca del lote, y 3) recolección periódica de los frutos maduros para determinar porcentajes de infestación en cereza y

en 30 gramos de urea sobre 150 frutos maduros brocados y encima 0,5 kg de pulpa fresca, quince días después del tratamiento se registró una mortalidad en larvas y pupas superior al 70%. Pasada la cosecha se hará una prueba semicomercial basada en estos dos productos solos y mezclados.

En Naranjal se inició un monitoreo de poblaciones de broca del café en 40 parcelas de 50 árboles cada una y una trampa por parcela en un cafetal de primera cosecha. Además de los registros de las capturas semanales trampa por trampa se llevan registros del número de frutos cosechados y número de frutos brocados árbol por árbol.

Efecto de la broca sobre la producción de café

El daño que ocasiona la broca al grano de café, consiste en perforaciones a los frutos y caída de estos, si son atacados en edades tempranas durante el desarrollo fisiológico. Los frutos atacados y recolectados en la cosecha producen almendras perforadas las cuales se clasifican como defectos de granos mordidos por insectos en el análisis de calidad físico. El presente estudio iniciado desde junio de 1994, busca determinar el efecto de la broca en la disminución y pérdida de calidad de la producción cafetera, mediante el estudio de tres variables importantes: frutos caídos durante el desarrollo fisiológico, almendras picadas y disminución de peso en el café pergamino seco de acuerdo a la infestación en el campo de la cosecha. Para esto se plantearon los siguientes objetivos específicos: 1) evaluar la caída de frutos de café ocasionada por la broca; 2) determinar las pérdidas de peso en el café pergamino seco con relación a diferentes infestaciones de broca en campo; 3) estudiar la relación entre el porcentaje de almendras perforadas, con los porcentajes de infestación en campo; 4) establecer las pérdidas de cosecha por efecto de la broca de acuerdo al porcentaje de infestación en campo.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que cuando la broca ataca frutos de café de dos meses de edad, más del 50% de los frutos afectados se caen de las ramas y muchos de ellos toman un color característico de madurez y si este

ataque ocurre después de los tres meses de edad, la caída de frutos por esta causa es menor al 23,5%. El derrame de los frutos que no fueron brocados fue del 12,8%, valor alto para caída natural de frutos, esto se debe principalmente a la manipulación de las ramas en los momentos de las evaluaciones. La pérdida de peso del café pergamino seco por causa de la broca fue en promedio de 18,1 con un CV del 41,7%, valor que no es afectado por el índice de infestación en campo, dado el hecho de que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,05$).

La infestación en campo al relacionarla directamente con la infestación en café pergamino seco no presenta ninguna correlación; pero si se mide la infestación en campo uno o dos meses antes de la cosecha y se la correlaciona con la infestación ponderada del café pergamino seco de toda la cosecha se obtiene una correlación potencial con un r^2 , superior a 0,87 lo cual indica una buena correlación entre estas dos variables.

La infestación en tolva presenta una buena correlación con el porcentaje de infestación en el café pergamino seco para todos los casos; la correlación que mejor describe esta relación es lineal con r^2 superiores a 0,80.

Distribución del ataque de la broca y aplicación de métodos de muestreo

Este trabajo propone como objetivo general estudiar la distribución espacial y temporal del ataque de la broca a nivel de rama, árbol y lote considerando las variables número de frutos brocados y porcentaje de infestación, y desarrollar alternativas en métodos de muestreo para su diagnóstico. Para lograr esto se han venido haciendo desde mayo de 1995 en un lote de café var. Colombia en la Subestación Experimental "La Catalina" tres evaluaciones principales: a) registro y marcaje de las diferentes floraciones en 60 árboles aleatoriamente distribuidos en todo el lote, cuyos frutos sanos y brocados son censados mensualmente discriminándolos por número de nudo, cruz y rama en cada árbol; 2) censo mensual de todos los árboles con broca del lote, y 3) recolección periódica de los frutos maduros para determinar porcentajes de infestación en cereza y

En esta cámara se ha evaluado el desarrollo de larvas de segundo instar y adultos, encontrándose que en condiciones de humedad relativa del 95% y $26 \pm 2^\circ\text{C}$ el tiempo para el desarrollo de las larvas, hasta la emergencia de los primeros adultos está entre 15 y 19 días, mientras que en condiciones del 80% de HR y $25 \pm 2^\circ\text{C}$ la emergencia de los primeros adultos ocurre a los 25 días. En cada porción de dieta (0,098 ml) se ha obtenido un promedio de $7 \pm 2,4$ estados de broca a los 24 días de evaluación, con un máximo de 15 estados y un mínimo de 0 en condiciones de 95% de HR y $26 \pm 2^\circ\text{C}$. Mientras que para 80% de HR y $25 \pm 2^\circ\text{C}$, el promedio de estados fue de $12 \pm 1,87$ con un máximo de 21 y un mínimo de 4 a los 30 días de evaluación en el mismo volumen de dieta.

Lo anterior hace suponer que factores como tiempo de secado y humedad de la dieta, humedad relativa, entre otros, influyen drásticamente en el desarrollo de la broca y deben tenerse en cuenta para el desarrollo de este tipo de bioensayos. De esta forma actualmente se están evaluando diferentes condiciones de humedad relativa y tiempos de secado de la dieta, que permitirán optimizar el desarrollo de la broca en este sistema.

Desarrollo de una dieta meridica para la cría de la broca del café

Este estudio tiene como objetivo obtener una dieta económica y eficiente que permita la cría de *Hypothenemus hampei* a bajo costo. Durante el periodo se realizaron evaluaciones del efecto de la temperatura y la humedad ambiental vs. humedad de la dieta. Igualmente, modificaciones en la composición de la dieta en cuanto a las cantidades de agar, fuentes de café, proporción de la caseína e inhibidores antimicrobianos.

Para conseguir humedades relativas de 98, 90 y 80% se emplearon soluciones saturadas de dicromato de potasio, nitrato de potasio y sulfato de amonio respectivamente; la dieta se secó hasta obtener humedades del 60, 50 y 40%, infestándose con 10 hembras para evaluar la producción de estados a los 30 días. Los trataminetos con sulfato de amonio presentaron 100% de mortalidad de

las hembras fundadoras, debido posiblemente a un efecto tóxico; el mayor promedio de estados biológicos (186) fue para el tratamiento con dicromato de potasio y 50% de humedad de la dieta donde se observó además el mayor promedio de huevos (60) significativamente diferente de los otros tratamientos, posiblemente debido a una disminución en el periodo de preoviposición favorecida por el porcentaje de humedad. Los resultados obtenidos permiten concluir que para obtener un buen desarrollo de la broca del café en dieta meridica, la humedad relativa debe estar alrededor del 90% y la humedad inicial de la dieta debe estar entre 40 y 50%. Lo anterior es válido cuando se utilizan recipientes tipo vasitos plásticos.

Para eliminar la contaminación que se presenta en la dieta se evaluaron los inhibidores Nipagin y benzoato de sodio en dos concentraciones. Al momento de la evaluación los tratamientos con mayor producción de estados biológicos fueron el testigo y el tratamiento donde se utilizó 1,6 g de benzoato de sodio, sin embargo no se observó disminución en el porcentaje de contaminación. Pero la producción de estados biológicos se vio afectada por el incremento de Nipagin; se observó además que el formaldehído es indispensable, cuando se infesta la dieta con hembras provenientes de grano pergamino, ya que los tratamientos donde se suprimió presentaron los mas altos porcentajes de contaminación.

Se realizaron modificaciones a la dieta consistentes en disminución de la concentración de agar y caseína. El mayor promedio de estados biológicos (133) fue para el tratamiento con agar al 2% seguido por el tratamiento con 10g de caseína (112); no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo (Tukey 0,05%). Los resultados obtenidos permiten inferir que la disminución de agar y caseína no afectan la cría y desarrollo de la broca del café.

La evaluación de dos temperaturas, 25 y 28°C para la cría de *Hypothenemus hampei*, mostró que a 25°C el promedio de estados biológicos es de 39 y a 28°C de 101, concluyéndose como es de esperarse un efecto directo de la temperatura sobre la velocidad de desarrollo de la broca.

En esta cámara se ha evaluado el desarrollo de larvas de segundo instar y adultos, encontrándose que en condiciones de humedad relativa del 95% y $26 \pm 2^\circ\text{C}$ el tiempo para el desarrollo de las larvas, hasta la emergencia de los primeros adultos está entre 15 y 19 días, mientras que en condiciones del 80% de HR y $25 \pm 2^\circ\text{C}$ la emergencia de los primeros adultos ocurre a los 25 días. En cada porción de dieta (0,098 ml) se ha obtenido un promedio de $7 \pm 2,4$ estados de broca a los 24 días de evaluación, con un máximo de 15 estados y un mínimo de 0 en condiciones de 95% de HR y $26 \pm 2^\circ\text{C}$. Mientras que para 80% de HR y $25 \pm 2^\circ\text{C}$, el promedio de estados fue de $12 \pm 1,87$ con un máximo de 21 y un mínimo de 4 a los 30 días de evaluación en el mismo volumen de dieta.

Lo anterior hace suponer que factores como tiempo de secado y humedad de la dieta, humedad relativa, entre otros, influyen drásticamente en el desarrollo de la broca y deben tenerse en cuenta para el desarrollo de este tipo de bioensayos. De esta forma actualmente se están evaluando diferentes condiciones de humedad relativa y tiempos de secado de la dieta, que permitirán optimizar el desarrollo de la broca en este sistema.

Desarrollo de una dieta meridica para la cría de la broca del café

Este estudio tiene como objetivo obtener una dieta económica y eficiente que permita la cría de *Hypothenemus hampei* a bajo costo. Durante el periodo se realizaron evaluaciones del efecto de la temperatura y la humedad ambiental vs. humedad de la dieta. Igualmente, modificaciones en la composición de la dieta en cuanto a las cantidades de agar, fuentes de café, proporción de la caseína e inhibidores antimicrobianos.

Para conseguir humedades relativas de 98, 90 y 80% se emplearon soluciones saturadas de dicromato de potasio, nitrato de potasio y sulfato de amonio respectivamente; la dieta se secó hasta obtener humedades del 60, 50 y 40%, infestándose con 10 hembras para evaluar la producción de estados a los 30 días. Los trataminetos con sulfato de amonio presentaron 100% de mortalidad de

las hembras fundadoras, debido posiblemente a un efecto tóxico; el mayor promedio de estados biológicos (186) fue para el tratamiento con dicromato de potasio y 50% de humedad de la dieta donde se observó además el mayor promedio de huevos (60) significativamente diferente de los otros tratamientos, posiblemente debido a una disminución en el periodo de preoviposición favorecida por el porcentaje de humedad. Los resultados obtenidos permiten concluir que para obtener un buen desarrollo de la broca del café en dieta meridica, la humedad relativa debe estar alrededor del 90% y la humedad inicial de la dieta debe estar entre 40 y 50%. Lo anterior es válido cuando se utilizan recipientes tipo vasitos plásticos.

Para eliminar la contaminación que se presenta en la dieta se evaluaron los inhibidores Nipagin y benzoato de sodio en dos concentraciones. Al momento de la evaluación los tratamientos con mayor producción de estados biológicos fueron el testigo y el tratamiento donde se utilizó 1,6 g de benzoato de sodio, sin embargo no se observó disminución en el porcentaje de contaminación. Pero la producción de estados biológicos se vió afectada por el incremento de Nipagin; se observó además que el formaldehído es indispensable, cuando se infesta la dieta con hembras provenientes de grano pergamino, ya que los tratamientos donde se suprimió presentaron los mas altos porcentajes de contaminación.

Se realizaron modificaciones a la dieta consistentes en disminución de la concentración de agar y caseína. El mayor promedio de estados biológicos (133) fue para el tratamiento con agar al 2% seguido por el tratamiento con 10g de caseína (112); no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo (Tukey 0,05%). Los resultados obtenidos permiten inferir que la disminución de agar y caseína no afectan la cría y desarrollo de la broca del café.

La evaluación de dos temperaturas, 25 y 28°C para la cría de *Hypothenemus hampei*, mostró que a 25°C el promedio de estados biológicos es de 39 y a 28°C de 101, concluyéndose como es de esperarse un efecto directo de la temperatura sobre la velocidad de desarrollo de la broca.

De acuerdo con los resultados anteriores se usó la dieta CENIBROCA para evaluar el comportamiento de la broca a través de 8 generaciones, teniendo en cuenta la contaminación, mortalidad y eficiencia. Los resultados durante las tres primeras generaciones mostraron que el bajo porcentaje de eficiencia obtenido en la primera generación de 31,6% se debe posiblemente a la adaptación de la broca a un nuevo medio y el alto porcentaje de mortalidad de 22%, al trato que debe someterse a la broca antes de la infestación (inmersión de la broca por 10 minutos en una solución de hipoclorito de sodio al 10%). Sin embargo aunque los porcentajes de eficiencia para la segunda y tercera generación no superaron el 50 % (47,0 y 48,2% respectivamente), los resultados parecen indicar que la aceptación de la broca a la dieta se va incrementando a través de las generaciones. Además vale la pena resaltar que el porcentaje de eficiencia de la primera generación en el grano pergamino fue del 46%.

Los ensayos preliminares realizados hasta el momento en la aceptación de *C. stephanoderis* nos indican que el parasitoide acepta muy fácilmente los estados inmaduros de broca desarrollados en dieta artificial. La metodología para la parasitación consiste en extraer de la dieta las larvas, prepupas y pupas, las cuales se colocan en grupos de 50 estados por cajas petri con una hembra recién emergida del parasitoide. Las observaciones indican que se pueden obtener en promedio 22 avispa por caja petri, con un máximo de producción de 45 y un mínimo de 9. Sin embargo en un ensayo donde se colocaron 105 estados de broca, una avispa produjo 63 capullos.

INVESTIGACIONES CON HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

Estudios básicos en cafetales sobre el efecto patogénico de *Beauveria bassiana* Bb 9205 en el control de la broca del café.

Con el fin de dilucidar interrogantes sobre el comportamiento patogénico de Bb9205 sobre poblaciones de broca en campo, se adelantaron actividades cuyos resultados se presentan a continuación:

Efecto de los niveles de infestación de broca. Al asperjar Bb a razón de $2,1 \times 10^8$ esporas/árbol en cafetos con niveles entre 0-2, 3-5, 8-12, 15-20 y 25-30% de infestación se obtuvo un control que fluctuó entre el 19 y 30%, siendo estadísticamente iguales, por lo tanto, el efecto patogénico inmediato de Bb en los cafetales es independiente del porcentaje de infestación de broca.

Efecto del sombrío. Al asperjar Bb en árboles ubicados bajo sombra, semisombra y libre exposición, en donde las ramas infestadas recibían 12, 56 y 79% de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA), considerando como 100% la RFA en un espacio descubierto, se obtuvo respectivamente una mortalidad media de 80, 64 y 50%, estadísticamente ($p=0,05$) no hubo diferencia entre los dos primeros y entre el segundo y el tercero, advirtiendo que la primera condición fue artificial por cuanto se eliminaron ramas para permitir una radiación directa la mayor parte del día. Los datos muestran una tendencia a incrementarse la eficacia del hongo cuando se incrementa la sombra, esta posiblemente no fue más evidente debido al autosombrío que normalmente tiene el café en altas densidades.

Efecto de la posición de la rama en el árbol. Al asperjar Bb 9205 sobre los estratos superior, medio e inferior del árbol, se obtuvo una mortalidad media de 32, 73 y 84% respectivamente; aunque estadísticamente ($p=0,05$) son iguales se observa un incremento en la mortalidad en las ramas bajas. Mediciones previas de RFA mostraron que los dos tercios superiores reciben significativamente más RFA que el inferior. Al comparar la mortalidad entre la parte interna y externa de la rama no se encontraron diferencias significativas. Los anteriores resultados sugieren que aplicando Bb técnicamente en mezcla con aceites emulsionables y agua la influencia de la sombra en los cafetales no es significativa para el control de la broca.

Residualidad de Bb. La permanencia del hongo en el cafetal, se evaluó infestando con broca las ramas del árbol el mismo día, 2, 4, 8 y 15 días después de la aspersión de Bb. El control obtenido fue de 74, 24, 21, 20 y 19% para cada caso, solo en los dos primeros tiempos hubo efecto de

De acuerdo con los resultados anteriores se usó la dieta CENIBROCA para evaluar el comportamiento de la broca a través de 8 generaciones, teniendo en cuenta la contaminación, mortalidad y eficiencia. Los resultados durante las tres primeras generaciones mostraron que el bajo porcentaje de eficiencia obtenido en la primera generación de 31,6% se debe posiblemente a la adaptación de la broca a un nuevo medio y el alto porcentaje de mortalidad de 22%, al trato que debe someterse a la broca antes de la infestación (inmersión de la broca por 10 minutos en una solución de hipoclorito de sodio al 10%). Sin embargo aunque los porcentajes de eficiencia para la segunda y tercera generación no superaron el 50 % (47,0 y 48,2% respectivamente), los resultados parecen indicar que la aceptación de la broca a la dieta se va incrementando a través de las generaciones. Además vale la pena resaltar que el porcentaje de eficiencia de la primera generación en el grano pergamino fue del 46%.

Los ensayos preliminares realizados hasta el momento en la aceptación de *C. stephanoderis* nos indican que el parasitoide acepta muy fácilmente los estados inmaduros de broca desarrollados en dieta artificial. La metodología para la parasitación consiste en extraer de la dieta las larvas, prepupas y pupas, las cuales se colocan en grupos de 50 estados por cajas petri con una hembra recién emergida del parasitoide. Las observaciones indican que se pueden obtener en promedio 22 avispa por caja petri, con un máximo de producción de 45 y un mínimo de 9. Sin embargo en un ensayo donde se colocaron 105 estados de broca, una avispa produjo 63 capullos.

INVESTIGACIONES CON HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

Estudios básicos en cafetales sobre el efecto patogénico de *Beauveria bassiana* Bb 9205 en el control de la broca del café.

Con el fin de dilucidar interrogantes sobre el comportamiento patogénico de Bb9205 sobre poblaciones de broca en campo, se adelantaron actividades cuyos resultados se presentan a continuación:

Efecto de los niveles de infestación de broca. Al asperjar Bb a razón de $2,1 \times 10^8$ esporas/árbol en cafetos con niveles entre 0-2, 3-5, 8-12, 15-20 y 25-30% de infestación se obtuvo un control que fluctuó entre el 19 y 30%, siendo estadísticamente iguales, por lo tanto, el efecto patogénico inmediato de Bb en los cafetales es independiente del porcentaje de infestación de broca.

Efecto del sombrío. Al asperjar Bb en árboles ubicados bajo sombra, semisombra y libre exposición, en donde las ramas infestadas recibían 12, 56 y 79% de Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA), considerando como 100% la RFA en un espacio descubierto, se obtuvo respectivamente una mortalidad media de 80, 64 y 50%, estadísticamente ($p=0,05$) no hubo diferencia entre los dos primeros y entre el segundo y el tercero, advirtiendo que la primera condición fue artificial por cuanto se eliminaron ramas para permitir una radiación directa la mayor parte del día. Los datos muestran una tendencia a incrementarse la eficacia del hongo cuando se incrementa la sombra, esta posiblemente no fue más evidente debido al autosombrío que normalmente tiene el café en altas densidades.

Efecto de la posición de la rama en el árbol. Al asperjar Bb 9205 sobre los estratos superior, medio e inferior del árbol, se obtuvo una mortalidad media de 32, 73 y 84% respectivamente; aunque estadísticamente ($p=0,05$) son iguales se observa un incremento en la mortalidad en las ramas bajas. Mediciones previas de RFA mostraron que los dos tercios superiores reciben significativamente más RFA que el inferior. Al comparar la mortalidad entre la parte interna y externa de la rama no se encontraron diferencias significativas. Los anteriores resultados sugieren que aplicando Bb técnicamente en mezcla con aceites emulsionables y agua la influencia de la sombra en los cafetales no es significativa para el control de la broca.

Residualidad de Bb. La permanencia del hongo en el cafetal, se evaluó infestando con broca las ramas del árbol el mismo día, 2, 4, 8 y 15 días después de la aspersión de Bb. El control obtenido fue de 74, 24, 21, 20 y 19% para cada caso, solo en los dos primeros tiempos hubo efecto de

para los de baja viscosidad fue superior a 200 ml / min.

Estudios para la producción y formulación de biopesticidas

Mediante los estudios encaminados a establecer la interacción bioquímica entre la broca del café y las esporas de *Beauveria bassiana* durante el proceso de infección, ha sido posible establecer parcialmente la composición química de la cubierta de estos dos organismos.

En el análisis por Cromatografía de Gases - Espectrometría de Masas, se identificaron entre los compuestos probables, algunos hidrocarburos y esteroides que se encuentran comúnmente en la fracción lipídica de los dos organismos. La presencia de estos hidrocarburos tanto en las esporas como en la superficie de la broca, facilita el mecanismo de adherencia para iniciar el proceso de infección. Además, la presencia de al menos un ergosterol común, muestra la importancia de establecer la presencia de estas sustancias en la interacción si se tiene en cuenta su función como estimulador y/o controlador de germinación.

Por otra parte, el establecimiento de los componentes químicos que podrían participar activamente en la interacción bioquímica, suministra información para la selección de coadyuvantes que favorezcan la adherencia y a la vez, eviten la disolución y/o pérdida de sustancias involucradas en este proceso y en el de germinación de las esporas alterando como consecuencia las características vitales necesarias para mantener la eficiencia de las mismas.

Los ingredientes inertes empleados como agentes de protección en la elaboración de formulados de *B. bassiana*, permiten evidenciar estas alteraciones expresadas como variación de viabilidad y esporulación, no sólo por parte de aquellos que podrían remover componentes de cubierta por disolución, sino de compuestos polihidroxilados que intervienen en la prevención de la desecación, manteniendo niveles mínimos residuales de agua necesarios para la estabilización de eventos metabólicos hasta el momento de su expresión, controlando de esta manera el envejecimiento de la espora.

Esta nueva información sobre las interacciones químicas que se podrían presentar en el sistema hongo-insecto y hongo-coadyuvantes, conduce a mejorar la composición de las mezclas de formulación que aseguren la longevidad de los biopreparados.

Viabilidad de las conidias de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en aceite y en agua, en diferentes condiciones de almacenamiento

Se observó que aún cuando se presentaron fluctuaciones en general se observó una tendencia a la reducción en la viabilidad de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* a través del tiempo de almacenamiento, tanto en los tratamientos con las diferentes formulaciones de estos hongos en aceite como en el testigo en agua destilada estéril. Sin embargo, cabe resaltar la respuesta de viabilidad del hongo *B. bassiana* en el aceite tersol, con una viabilidad del 100% en la condición refrigerado, a los 270 días de evaluación, con respecto a una viabilidad del 0,004%, para esta misma condición y tiempo, en el tratamiento testigo; y en el aceite de maíz, con una viabilidad del 68,5%, en la condición refrigerado, a los 210 días de evaluación, con respecto a una viabilidad del 1,59%, para esta misma condición y tiempo, en el tratamiento testigo.

Con relación al hongo *M. anisopliae* se observó una viabilidad del 90,68% al cabo de 90 días de almacenamiento de la formulación del hongo en aceite tersol, en la condición refrigerado, con respecto a un 0,82% de viabilidad del hongo en el tratamiento testigo, en esta misma condición, a los 90 días de evaluación. Al cabo de 120 días de almacenamiento de la formulación de este hongo en aceite tersol, se obtuvo una viabilidad del 63%, sin embargo en tiempos posteriores de evaluación (180 y 240 días), la viabilidad se redujo hasta un 2,62%.

En general, se observó una respuesta más consistente de la variable UFC/ml a través del tiempo, en la condición refrigerado, lo cual se explica probablemente por los cambios en la actividad metabólica de estos hongos cuando se almacenan a temperatura ambiente.

para los de baja viscosidad fue superior a 200 ml / min.

Estudios para la producción y formulación de biopesticidas

Mediante los estudios encaminados a establecer la interacción bioquímica entre la broca del café y las esporas de *Beauveria bassiana* durante el proceso de infección, ha sido posible establecer parcialmente la composición química de la cubierta de estos dos organismos.

En el análisis por Cromatografía de Gases - Espectrometría de Masas, se identificaron entre los compuestos probables, algunos hidrocarburos y esteroides que se encuentran comúnmente en la fracción lipídica de los dos organismos. La presencia de estos hidrocarburos tanto en las esporas como en la superficie de la broca, facilita el mecanismo de adherencia para iniciar el proceso de infección. Además, la presencia de al menos un ergosterol común, muestra la importancia de establecer la presencia de estas sustancias en la interacción si se tiene en cuenta su función como estimulador y/o controlador de germinación.

Por otra parte, el establecimiento de los componentes químicos que podrían participar activamente en la interacción bioquímica, suministra información para la selección de coadyuvantes que favorezcan la adherencia y a la vez, eviten la disolución y/o pérdida de sustancias involucradas en este proceso y en el de germinación de las esporas alterando como consecuencia las características vitales necesarias para mantener la eficiencia de las mismas.

Los ingredientes inertes empleados como agentes de protección en la elaboración de formulados de *B. bassiana*, permiten evidenciar estas alteraciones expresadas como variación de viabilidad y esporulación, no sólo por parte de aquellos que podrían remover componentes de cubierta por disolución, sino de compuestos polihidroxilados que intervienen en la prevención de la desecación, manteniendo niveles mínimos residuales de agua necesarios para la estabilización de eventos metabólicos hasta el momento de su expresión, controlando de esta manera el envejecimiento de la espora.

Esta nueva información sobre las interacciones químicas que se podrían presentar en el sistema hongo-insecto y hongo-coadyuvantes, conduce a mejorar la composición de las mezclas de formulación que aseguren la longevidad de los bio-preparados.

Viabilidad de las conidias de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en aceite y en agua, en diferentes condiciones de almacenamiento

Se observó que aún cuando se presentaron fluctuaciones en general se observó una tendencia a la reducción en la viabilidad de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* a través del tiempo de almacenamiento, tanto en los tratamientos con las diferentes formulaciones de estos hongos en aceite como en el testigo en agua destilada estéril. Sin embargo, cabe resaltar la respuesta de viabilidad del hongo *B. bassiana* en el aceite tersol, con una viabilidad del 100% en la condición refrigerado, a los 270 días de evaluación, con respecto a una viabilidad del 0,004%, para esta misma condición y tiempo, en el tratamiento testigo; y en el aceite de maíz, con una viabilidad del 68,5%, en la condición refrigerado, a los 210 días de evaluación, con respecto a una viabilidad del 1,59%, para esta misma condición y tiempo, en el tratamiento testigo.

Con relación al hongo *M. anisopliae* se observó una viabilidad del 90,68% al cabo de 90 días de almacenamiento de la formulación del hongo en aceite tersol, en la condición refrigerado, con respecto a un 0,82% de viabilidad del hongo en el tratamiento testigo, en esta misma condición, a los 90 días de evaluación. Al cabo de 120 días de almacenamiento de la formulación de este hongo en aceite tersol, se obtuvo una viabilidad del 63%, sin embargo en tiempos posteriores de evaluación (180 y 240 días), la viabilidad se redujo hasta un 2,62%.

En general, se observó una respuesta más consistente de la variable UFC/ml a través del tiempo, en la condición refrigerado, lo cual se explica probablemente por los cambios en la actividad metabólica de estos hongos cuando se almacenan a temperatura ambiente.

método 4, es decir mayor número de lavados, posiblemente por la mayor hidrofobicidad de las esporas de *M. anisopliae* en comparación con *B. bassiana*.

Supervivencia de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en dos localidades cafeteras Colombianas

Este estudio mostró una mayor permanencia de estos hongos en frutos con broca, contribuyendo a su diseminación y acción sobre otras poblaciones de broca presentes en el árbol. La respuesta de viabilidad de estos hongos fue independiente del tipo de preparación (en agua más Carrier, en agua más KPX, formulación en aceite tersol) y de la condición de luminosidad (plena exposición solar ó 53% de luminosidad). Se presentó una mayor supervivencia de estos hongos en épocas lluviosas, con registros de humedad relativa mayores y de temperatura menores a aquellos observados en la época seca, en ambas localidades y una mayor permanencia de estos hongos en frutos con broca, contribuyendo a su diseminación y acción sobre otras poblaciones de broca presentes en el árbol.

Aspersiones al suelo de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café

Este trabajo se lleva a cabo en la Subestación Experimental Maracay en el Quindío y tiene como objetivos en su primera parte, determinar el efecto de control de la broca del café con 1, 2, 3, 4 y 5 aspersiones al suelo de *M. anisopliae* y *B. bassiana* en concentraciones de 1×10^{13} e/ha en época de zoqueo y en la segunda parte determinar el efecto de control de broca con los hongos *M. anisopliae* y *B. bassiana* asperjados al suelo a los 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de simular la caída de frutos. Por tratamiento se utilizaron 10 repeticiones, cada una constituida por una planta de café, dejando solo frutos verdes sanos en las ramas y eliminando todos los frutos caídos en el plato. Previo al inicio de la segunda parte, se realizaron dos preensayos con el propósito de conocer la dinámica de la broca en frutos de café en el suelo y duración del ciclo biológico

en estos frutos comparado con el tiempo que dura este ciclo en frutos del árbol, así como también determinar el número de estados biológicos presentes tanto en frutos del árbol como del suelo.

Las variables estudiadas para la primera parte de zoqueo fueron: infección por *M. anisopliae* y *B. bassiana* en brocas colectadas en trampas de alcohol instaladas en las parcelas y para la segunda parte fueron infección por los hongos en adultos de broca que vuelan desde los frutos colocados en el suelo hasta frutos del árbol e infección en adultos que quedan en los frutos del suelo. Paralelo a la medición de las variables anteriormente anotadas, en forma semanal se está registrando la supervivencia de los hongos en el suelo durante los dos meses de observaciones en cada una de las fases del trabajo, midiendo viabilidad de las esporas de los hongos asperjados mediante la recuperación de estas en medios de cultivo selectivos y patogenicidad a la broca en los muestreos de suelo mediante bioensayos. Los resultados del presente estudio están en proceso de recolección y análisis, cabe anotar que dentro de las observaciones biológicas y microbiológicas realizadas hasta el momento a todas las muestras, se ha aislado en forma consistente tanto de suelo como de adultos de broca utilizados en los bioensayos, el hongo entomopatógeno *Paecilomyces*.

***Fusarium* sp**

Se continuaron las investigaciones con el hongo *Fusarium* sp. como posible controlador de la broca. Los resultados mostraron que existe interacción entre la temperatura y condiciones de luz y oscuridad para la tasa de crecimiento radial del hongo y la producción de esporas. Los bioensayos de patogenicidad no presentaron mortalidad sobre adultos de broca debido posiblemente a la ausencia de estructuras infectivas, macroconidias y a la dificultad para obtener concentraciones superiores a 1×10^7 esporas / ml. En este estudio se concluye que a pesar de ser en algunas circunstancias un regulador natural de la broca del café, este hongo bajo condiciones de laboratorio no exhibe una alta patogenicidad y posiblemente se trate de un organismo oportunis-

método 4, es decir mayor número de lavados, posiblemente por la mayor hidrofobicidad de las esporas de *M. anisopliae* en comparación con *B. bassiana*.

Supervivencia de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en dos localidades cafeteras Colombianas

Este estudio mostró una mayor permanencia de estos hongos en frutos con broca, contribuyendo a su diseminación y acción sobre otras poblaciones de broca presentes en el árbol. La respuesta de viabilidad de estos hongos fue independiente del tipo de preparación (en agua más Carrier, en agua más KPX, formulación en aceite tersol) y de la condición de luminosidad (plena exposición solar ó 53% de luminosidad). Se presentó una mayor supervivencia de estos hongos en épocas lluviosas, con registros de humedad relativa mayores y de temperatura menores a aquellos observados en la época seca, en ambas localidades y una mayor permanencia de estos hongos en frutos con broca, contribuyendo a su diseminación y acción sobre otras poblaciones de broca presentes en el árbol.

Aspersiones al suelo de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café

Este trabajo se lleva a cabo en la Subestación Experimental Maracay en el Quindío y tiene como objetivos en su primera parte, determinar el efecto de control de la broca del café con 1, 2, 3, 4 y 5 aspersiones al suelo de *M. anisopliae* y *B. bassiana* en concentraciones de 1×10^{13} e/ha en época de zoqueo y en la segunda parte determinar el efecto de control de broca con los hongos *M. anisopliae* y *B. bassiana* asperjados al suelo a los 0, 2, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días después de simular la caída de frutos. Por tratamiento se utilizaron 10 repeticiones, cada una constituida por una planta de café, dejando solo frutos verdes sanos en las ramas y eliminando todos los frutos caídos en el plato. Previo al inicio de la segunda parte, se realizaron dos preensayos con el propósito de conocer la dinámica de la broca en frutos de café en el suelo y duración del ciclo biológico

en estos frutos comparado con el tiempo que dura este ciclo en frutos del árbol, así como también determinar el número de estados biológicos presentes tanto en frutos del árbol como del suelo.

Las variables estudiadas para la primera parte de zoqueo fueron: infección por *M. anisopliae* y *B. bassiana* en brocas colectadas en trampas de alcohol instaladas en las parcelas y para la segunda parte fueron infección por los hongos en adultos de broca que vuelan desde los frutos colocados en el suelo hasta frutos del árbol e infección en adultos que quedan en los frutos del suelo. Paralelo a la medición de las variables anteriormente anotadas, en forma semanal se está registrando la supervivencia de los hongos en el suelo durante los dos meses de observaciones en cada una de las fases del trabajo, midiendo viabilidad de las esporas de los hongos asperjados mediante la recuperación de estas en medios de cultivo selectivos y patogenicidad a la broca en los muestreos de suelo mediante bioensayos. Los resultados del presente estudio están en proceso de recolección y análisis, cabe anotar que dentro de las observaciones biológicas y microbiológicas realizadas hasta el momento a todas las muestras, se ha aislado en forma consistente tanto de suelo como de adultos de broca utilizados en los bioensayos, el hongo entomopatógeno *Paecilomyces*.

***Fusarium* sp**

Se continuaron las investigaciones con el hongo *Fusarium* sp. como posible controlador de la broca. Los resultados mostraron que existe interacción entre la temperatura y condiciones de luz y oscuridad para la tasa de crecimiento radial del hongo y la producción de esporas. Los bioensayos de patogenicidad no presentaron mortalidad sobre adultos de broca debido posiblemente a la ausencia de estructuras infectivas, macroconidias y a la dificultad para obtener concentraciones superiores a 1×10^7 esporas / ml. En este estudio se concluye que a pesar de ser en algunas circunstancias un regulador natural de la broca del café, este hongo bajo condiciones de laboratorio no exhibe una alta patogenicidad y posiblemente se trate de un organismo oportunis-

11, 3, 2, y 0 respectivamente. Se considera que esta formulación no es promisorio para ser utilizada en programas de transformación de plantas ya que no expresa su acción a bajas concentraciones.

CARACTERIZACIÓN DE ENTOMOPATÓGENOS

Patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria bassiana* a la broca del café

El entomopatógeno *Beauveria bassiana*, es una especie cosmopolita que tiene un gran número de hospedantes de insectos de diferentes órdenes. En Colombia, en las zonas cafeteras infestadas por broca aparece naturalmente infectando la población de la broca del café. La selección de biotipos de *B. bassiana* altamente virulentos a la broca del café, debe realizarse, a nivel de laboratorio, mediante un sistema de bioensayo adecuado que permita estimar el efecto del entomopatógeno sobre *H. hampei*.

En la presente investigación, se evaluó el potencial patógeno de 51 aislamientos de *B. bassiana*, provenientes de diferentes localidades y obtenidos de insectos de los órdenes: Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Lepidoptera y Orthoptera, con el fin de seleccionar los aislamientos que presenten un porcentaje de mortalidad superior al 80%, en un tiempo inferior a 4,5 días. Antes de realizar las pruebas de patogenicidad los aislamientos fueron reactivados sobre broca. La concentración utilizada fue la concentración letal 90 (CL_{90}) 1×10^6 esporas/ml obtenida con el aislamiento Bb9205. El experimento se organizó en un diseño completamente aleatorio, analizando 6 aislamientos por tiempo, incluyendo un testigo de referencia, aislamiento Bb9205 y un testigo sin inóculo. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, con 15 brocas por repetición. Las variables evaluadas fueron: la mortalidad causada por el hongo expresada en porcentaje, a un nivel de significancia del 5% y la estimación del tiempo letal medio (TL_{50}) en el cual ocurrió la muerte de la mitad de la población.

Los resultados obtenidos (Tukey al 5%), mostraron que existe una gran variabilidad en cuanto a la

virulencia de estos aislamientos hacia la broca del café, encontrándose porcentajes de mortalidad entre 5% y 100%. De acuerdo al porcentaje y tiempo letal medio (TL_{50}), los aislamientos fueron clasificados en cuatro grupos. Los aislamientos del primer grupo (22%), corresponden a aquellos que causaron mortalidad superior al 80%, en tiempo inferior a 4,5 días. De estos, el 73% provienen de insectos del orden Coleoptera y 27% del orden Lepidoptera. En el segundo grupo se incluyeron los aislamientos que causaron mortalidad superior al 80%, con tiempo medio de mortalidad superior a 4,5 días, donde se ubicó el 13,7% de la población evaluada. En el tercer grupo se incluyeron los que causaron mortalidad entre 65% y 80%, en tiempo inferior a 4,5 días, en el cual se ubicó el 9,8% de la población y en el cuarto grupo, se incluyeron los aislamientos que causaron mortalidades inferiores al 65%. Cabe destacar que los aislamientos más virulentos corresponden a los obtenidos de insectos del orden Coleoptera (82,7%), seguidos por los aislamientos de Lepidoptera (13%) y 4,3% del orden Homoptera.

Caracterización morfológica de los aislamientos de *B. bassiana*

Con el propósito de caracterizar morfológica, bioquímica y molecularmente los aislamientos de *B. bassiana*, se continuó con la estimación de la tasa de crecimiento radial en 30 días de cultivo, el tamaño promedio de las esporas y la producción promedio de esporas de los aislamientos patogénicos a la broca del café. Se evaluó la germinación a las 24 y 48 horas de 30 aislamientos de *B. bassiana*, siguiendo la metodología estandarizada para este caso, encontrándose una relación directa entre el porcentaje de germinación y el método y tiempo de conservación del aislamiento. Es decir, los aislamientos que han sido liofilizados o han permanecido por largo período bajo cualquier sistema de conservación, tienden a prolongar el tiempo de germinación. Las diferencias en el tamaño de las esporas no permiten hacer una diferenciación entre aislamientos por esta característica, si se tiene en cuenta que en la mayoría de los tratamientos se presentaron tamaños con diferentes proporciones (entre 2 y 4 micras). Al realizar la regresión lineal de la variable crecimiento radial esta presentó un

11, 3, 2, y 0 respectivamente. Se considera que esta formulación no es promisorio para ser utilizada en programas de transformación de plantas ya que no expresa su acción a bajas concentraciones.

CARACTERIZACIÓN DE ENTOMOPATÓGENOS

Patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria bassiana* a la broca del café

El entomopatógeno *Beauveria bassiana*, es una especie cosmopolita que tiene un gran número de hospedantes de insectos de diferentes órdenes. En Colombia, en las zonas cafeteras infestadas por broca aparece naturalmente infectando la población de la broca del café. La selección de biotipos de *B. bassiana* altamente virulentos a la broca del café, debe realizarse, a nivel de laboratorio, mediante un sistema de bioensayo adecuado que permita estimar el efecto del entomopatógeno sobre *H. hampei*.

En la presente investigación, se evaluó el potencial patógeno de 51 aislamientos de *B. bassiana*, provenientes de diferentes localidades y obtenidos de insectos de los órdenes: Coleoptera, Hemiptera, Homoptera, Lepidoptera y Orthoptera, con el fin de seleccionar los aislamientos que presenten un porcentaje de mortalidad superior al 80%, en un tiempo inferior a 4,5 días. Antes de realizar las pruebas de patogenicidad los aislamientos fueron reactivados sobre broca. La concentración utilizada fue la concentración letal 90 (CL_{90}) 1×10^6 esporas/ml obtenida con el aislamiento Bb9205. El experimento se organizó en un diseño completamente aleatorio, analizando 6 aislamientos por tiempo, incluyendo un testigo de referencia, aislamiento Bb9205 y un testigo sin inóculo. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, con 15 brocas por repetición. Las variables evaluadas fueron: la mortalidad causada por el hongo expresada en porcentaje, a un nivel de significancia del 5% y la estimación del tiempo letal medio (TL_{50}) en el cual ocurrió la muerte de la mitad de la población.

Los resultados obtenidos (Tukey al 5%), mostraron que existe una gran variabilidad en cuanto a la

virulencia de estos aislamientos hacia la broca del café, encontrándose porcentajes de mortalidad entre 5% y 100%. De acuerdo al porcentaje y tiempo letal medio (TL_{50}), los aislamientos fueron clasificados en cuatro grupos. Los aislamientos del primer grupo (22%), corresponden a aquellos que causaron mortalidad superior al 80%, en tiempo inferior a 4,5 días. De estos, el 73% provienen de insectos del orden Coleoptera y 27% del orden Lepidoptera. En el segundo grupo se incluyeron los aislamientos que causaron mortalidad superior al 80%, con tiempo medio de mortalidad superior a 4,5 días, donde se ubicó el 13,7% de la población evaluada. En el tercer grupo se incluyeron los que causaron mortalidad entre 65% y 80%, en tiempo inferior a 4,5 días, en el cual se ubicó el 9,8% de la población y en el cuarto grupo, se incluyeron los aislamientos que causaron mortalidades inferiores al 65%. Cabe destacar que los aislamientos más virulentos corresponden a los obtenidos de insectos del orden Coleoptera (82,7%), seguidos por los aislamientos de Lepidoptera (13%) y 4,3% del orden Homoptera.

Caracterización morfométrica de los aislamientos de *B. bassiana*

Con el propósito de caracterizar morfológica, bioquímica y molecularmente los aislamientos de *B. bassiana*, se continuó con la estimación de la tasa de crecimiento radial en 30 días de cultivo, el tamaño promedio de las esporas y la producción promedio de esporas de los aislamientos patógenos a la broca del café. Se evaluó la germinación a las 24 y 48 horas de 30 aislamientos de *B. bassiana*, siguiendo la metodología estandarizada para este caso, encontrándose una relación directa entre el porcentaje de germinación y el método y tiempo de conservación del aislamiento. Es decir, los aislamientos que han sido liofilizados o han permanecido por largo período bajo cualquier sistema de conservación, tienden a prolongar el tiempo de germinación. Las diferencias en el tamaño de las esporas no permiten hacer una diferenciación entre aislamientos por esta característica, si se tiene en cuenta que en la mayoría de los tratamientos se presentaron tamaños con diferentes proporciones (entre 2 y 4 micras). Al realizar la regresión lineal de la variable crecimiento radial esta presentó un

Con el propósito de seleccionar aislamientos resistentes a la LUV, se realizaron ensayos sometiendo suspensiones conidiales de concentración y volumen conocidos a diferentes tiempos de exposición a la LUV (254 nm).

Etapas de laboratorio: La exposición de algunos aislamientos de estos hongos a la LUV, se hizo en tres tiempos 10, 30 y 60 minutos, frente a un testigo sin exposición, con el fin de evaluar su efecto en las variables de respuesta unidades formadoras de colonia (UFC/ml) o propágulos viables del hongo y crecimiento diametral de la colonia (CD) a los 29 días (mm) en medio Sabouraud dextrosa agar (SDA). Los aislamientos seleccionados en esta etapa se evaluaron posteriormente en cuanto a su actividad enzimática, por el sistema comercial API-ZYM y en cuanto a su patogenicidad a la broca del café.

El análisis de varianza de los aislamientos no expuestos a la LUV, en la variable UFC/ml, mostró efecto de tratamientos, de tal manera que los aislamientos que presentaron mayor promedio de UFC/ml según prueba de tukey al 5% fueron *M. anisopliae*: Ma 9303, *B. bassiana*: Bb 9002, Bb 9212, Bb 9218 y Bb 9205. Al evaluar la tasa de reducción de las UFC/ml de los aislamientos previamente sometidos a diferentes tiempos de exposición a la LUV, con respecto al testigo, se observó que todos los aislamientos mostraron reducciones en su viabilidad mayores del 90%, independientemente del tiempo de exposición. Con relación a la variable CD, todas las unidades experimentales (UE) de los aislamientos no expuestos a la LUV mostraron crecimiento, de tal manera que el análisis de varianza para la tasa diaria de crecimiento, la cual se estimó para cada una de las UE de acuerdo con un modelo de regresión lineal simple, con coeficientes de determinación mayores del 80%, mostró diferencias entre aislamientos a favor de Ma 9303, Ma 9201, Bb 9021, Bb 9027, Bb 9212 y Bb 9218. En general, los aislamientos sometidos a la LUV, no presentaron CD y sus tasas de crecimiento fueron iguales a 0, excepto los aislamiento Ma 9303 y Bb 9218, que independientemente del tiempo de exposición presentaron valores diferentes a 0. La evaluación enzimática de los aislamientos seleccionados mostró una mayor actividad en la mayor parte de las enzimas evaluadas luego de la

irradiación, especialmente en los aislamientos Ma 9303 y Bb 9218. En cuanto a la patogenicidad a la broca de los aislamientos seleccionados, se observó una reducción en el porcentaje de mortalidad, la cual fluctuó entre un 40 y un 80%. Esta respuesta se explica por las modificaciones genómicas que inciden en la actividad metabólica y patogénica del hongo, por efecto de la luz ultravioleta.

Se concluye que la LUV es letal para la viabilidad de estos hongos, sin embargo la metodología empleada permitió seleccionar una población de individuos tolerantes al efecto de la LUV. Es así como se han seleccionado los siguientes aislamientos resistentes a la LUV, para ser probados en campo: resistentes a períodos de exposición a la luz ultravioleta de 10 minutos: Bb 9002, Bb 9012, Bb 9021, Bb 9027, Bb 9205, Bb 9212, Bb 9218, Ma 9233, Ma 9303 y Ma 9218; resistentes a períodos de exposición de 30 minutos: Bb 9002, Bb 9027, Bb 9212, Bb 9218 y Ma 9303 y resistentes a períodos de exposición de 60 minutos: Bb 9002, Bb 9218 y Ma 9303.

Esta selección inicial constituye la base para evaluaciones posteriores en la búsqueda de cepas mejoradas de estos hongos para utilización en programas de control de la broca del café.

Etapas de campo: Con respecto a la respuesta de la variable UFC/ml de aislamientos del hongo *B. bassiana* se presentaron muchas fluctuaciones en los valores de la variable a través del tiempo de evaluación y una alta proporción de unidades experimentales iguales a 0, lo cual puede atribuirse a las variables exógenas temperatura, humedad relativa y radiación ultravioleta prevalentes en el tiempo de evaluación (0 a 28 días) y a la naturaleza misma de las preparaciones del hongo (aislamiento sensible o resistente a la luz ultravioleta, preparación del hongo en agua más aceite "Carrier" o formulación del hongo en aceite Tersol). En general, se observó en todos los tratamientos una tendencia a la reducción en el número de UFC/ml en el tiempo, excepto en el tratamiento Bb 9205 en agua más carrier, en el cual se registró un aumento súbito de la variable en el tiempo 28 días. En general, se presentaron valores mayores de la variable en los tratamientos del hongo no expuestos a la luz ultravioleta (Bb

Con el propósito de seleccionar aislamientos resistentes a la LUV, se realizaron ensayos sometiendo suspensiones conidiales de concentración y volumen conocidos a diferentes tiempos de exposición a la LUV (254 nm).

Etapa de laboratorio: La exposición de algunos aislamientos de estos hongos a la LUV, se hizo en tres tiempos 10, 30 y 60 minutos, frente a un testigo sin exposición, con el fin de evaluar su efecto en las variables de respuesta unidades formadoras de colonia (UFC/ml) o propágulos viables del hongo y crecimiento diametral de la colonia (CD) a los 29 días (mm) en medio Sabouraud dextrosa agar (SDA). Los aislamientos seleccionados en esta etapa se evaluaron posteriormente en cuanto a su actividad enzimática, por el sistema comercial API-ZYM y en cuanto a su patogenicidad a la broca del café.

El análisis de varianza de los aislamientos no expuestos a la LUV, en la variable UFC/ml, mostró efecto de tratamientos, de tal manera que los aislamientos que presentaron mayor promedio de UFC/ml según prueba de tukey al 5% fueron *M. anisopliae*: Ma 9303, *B. bassiana*: Bb 9002, Bb 9212, Bb 9218 y Bb 9205. Al evaluar la tasa de reducción de las UFC/ml de los aislamientos previamente sometidos a diferentes tiempos de exposición a la LUV, con respecto al testigo, se observó que todos los aislamientos mostraron reducciones en su viabilidad mayores del 90%, independientemente del tiempo de exposición. Con relación a la variable CD, todas las unidades experimentales (UE) de los aislamientos no expuestos a la LUV mostraron crecimiento, de tal manera que el análisis de varianza para la tasa diaria de crecimiento, la cual se estimó para cada una de las UE de acuerdo con un modelo de regresión lineal simple, con coeficientes de determinación mayores del 80%, mostró diferencias entre aislamientos a favor de Ma 9303, Ma 9201, Bb 9021, Bb 9027, Bb 9212 y Bb 9218. En general, los aislamientos sometidos a la LUV, no presentaron CD y sus tasas de crecimiento fueron iguales a 0, excepto los aislamiento Ma 9303 y Bb 9218, que independientemente del tiempo de exposición presentaron valores diferentes a 0. La evaluación enzimática de los aislamientos seleccionados mostró una mayor actividad en la mayor parte de las enzimas evaluadas luego de la

irradiación, especialmente en los aislamientos Ma 9303 y Bb 9218. En cuanto a la patogenicidad a la broca de los aislamientos seleccionados, se observó una reducción en el porcentaje de mortalidad, la cual fluctuó entre un 40 y un 80%. Esta respuesta se explica por las modificaciones genómicas que inciden en la actividad metabólica y patogénica del hongo, por efecto de la luz ultravioleta.

Se concluye que la LUV es letal para la viabilidad de estos hongos, sin embargo la metodología empleada permitió seleccionar una población de individuos tolerantes al efecto de la LUV. Es así como se han seleccionado los siguientes aislamientos resistentes a la LUV, para ser probados en campo: resistentes a períodos de exposición a la luz ultravioleta de 10 minutos: Bb 9002, Bb 9012, Bb 9021, Bb 9027, Bb 9205, Bb 9212, Bb 9218, Ma 9233, Ma 9303 y Ma 9218; resistentes a períodos de exposición de 30 minutos: Bb 9002, Bb 9027, Bb 9212, Bb 9218 y Ma 9303 y resistentes a períodos de exposición de 60 minutos: Bb 9002, Bb 9218 y Ma 9303.

Esta selección inicial constituye la base para evaluaciones posteriores en la búsqueda de cepas mejoradas de estos hongos para utilización en programas de control de la broca del café.

Etapa de campo: Con respecto a la respuesta de la variable UFC/ml de aislamientos del hongo *B. bassiana* se presentaron muchas fluctuaciones en los valores de la variable a través del tiempo de evaluación y una alta proporción de unidades experimentales iguales a 0, lo cual puede atribuirse a las variables exógenas temperatura, humedad relativa y radiación ultravioleta prevalentes en el tiempo de evaluación (0 a 28 días) y a la naturaleza misma de las preparaciones del hongo (aislamiento sensible o resistente a la luz ultravioleta, preparación del hongo en agua más aceite "Carrier" o formulación del hongo en aceite Tersol). En general, se observó en todos los tratamientos una tendencia a la reducción en el número de UFC/ml en el tiempo, excepto en el tratamiento Bb 9205 en agua más carrier, en el cual se registró un aumento súbito de la variable en el tiempo 28 días. En general, se presentaron valores mayores de la variable en los tratamientos del hongo no expuestos a la luz ultravioleta (Bb

Dextrosa Agar (SDA), uno cultivado en SDA + el fungicida benomyl (333 ppm/300ml), medio utilizado para la identificación posterior de productos de fusión de protoplastos y un monocultivo obtenido de *Bb* 9301 desarrollado en SDA, aislados originalmente de *Diatraea saccharalis* (Fab.) (Lepidoptera:Pyralidae) y *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) respectivamente. Las variables evaluadas fueron tamaño de la conidia, germinación de esporas reactivadas en broca y sin reactivar, patogenicidad y tasa de crecimiento radial, mediante técnicas estandarizadas en el laboratorio de entomología y la actividad amilolítica medida en forma indirecta por medio del consumo de almidón, donde una unidad de actividad enzimática (1UAE) fue definida como la disminución en 0,001 unidades de absorbancia a 580 nm. La información se sometió a análisis multivariado de componentes principales.

Los resultados obtenidos permiten caracterizar los monoespóricos con relación a las variables evaluadas. El análisis multivariado mostró que tres de estos componentes eran suficientes para explicar la variabilidad total (76,5%). El primer componente explica el 44% del total y las variables que mayor ponderación tuvieron dentro de este componente fueron tamaño de conidia y patogenicidad. De esta forma los monocultivos seleccionados fueron *Bb* 9301 por su alta patogenicidad, *Bb* 9205 por su resistencia a benomyl y gran actividad amilolítica y el *Bb* 9205 por su baja respuesta en las variables evaluadas.

La información generada en estos monocultivos evaluados constituyen la base para seleccionar aislamientos a utilizar en el proceso de obtención y fusión de protoplastos, en la búsqueda de cepas mejoradas que puedan ser incluidas en programas de manejo integrado de la broca.

Caracterización bioquímica y molecular de aislamientos de *Beauveria bassiana* aislados de *Hypothenemus hampei*

El entomopatógeno *B. bassiana* es cosmopolita tanto geográfica como en el número de hospederos que ataca, antes de desarrollarlo como un agente de control es deseable primero, determinar el grado de variación dentro de la población

asociada con *H. hampei*. Se examinaron 39 aislamientos de 20 provenientes de *H. hampei* en Colombia y 19 de otros países y huéspedes. La actividad bioquímica de los hongos se evaluó usando nueve enzimas extracelulares involucradas en la degradación de materiales complejos (p.e. proteínas, quitinas y polisacáridos). Estos se probaron por la degradación de sustratos específicos incorporados en el medio de crecimiento (gelatinasa, degradación de ácidos grasos y elastasa) o probando el gasto de cultivos líquidos con sustratos sustitutivos fluoróforos específicos (n-acetyl-glucosamida, glucosidasa, diacetyl-quitobiosidasa, fucosidasa, xylosidasa y celobiosidasa). Las relaciones entre aislamientos se investigaron examinando isomorfos de acetyl y propionyl-esterasas y por amplificación PCR de DNA genómico con "primers" dirigidos a repeticiones de secuencias de bases sencillas u otra secuencia repetida conocida.

Todos los aislamientos mostraron actividad glucosidasa, n-acetyl flucosanimidasa y elastasa aunque en grados variables. Ningún aislamiento mostró actividad fucosidasa y los aislamientos variaron en las pruebas restantes. Dos aislamientos, uno de Colombia y otro de Honduras, mostraron consistentemente altos niveles de actividad contra todos los sustratos asociados a proteína y quitina. Los patrones electroforéticos de las isoenzimas esterasas mostraron bastante similitud entre aislamientos, con la mayor parte de los aislamientos de *H. hampei* en Colombia presentando similar o idéntico patrón. Tres aislamientos de Colombia dieron diferentes patrones para ambas esterasas. Hubo alguna variación en el patrón de isoenzimas de los 19 aislamientos que no son de Colombia, aunque algunos presentaron el mismo patrón de los aislamientos colombianos.

Todos los aislamientos de *B. bassiana* dieron en general un patrón similar con las técnicas de PCR. Hubo diferencias menores entre algunos aislamientos pero dos (*Bb* 9213 de Colombia y 327909 de Kenya) mostraron consistentemente patrones únicos diferentes y ambos cultivos también presentaron patrones únicos a las esterasas. Estos resultados sugieren que no hay una segregación clara geográfica de aislamientos y la mayoría están posiblemente muy relacionados. Sin embargo, unos pocos cultivos son únicos

Dextrosa Agar (SDA), uno cultivado en SDA + el fungicida benomyl (333 ppm/300ml), medio utilizado para la identificación posterior de productos de fusión de protoplastos y un monocultivo obtenido de *Bb* 9301 desarrollado en SDA, aislados originalmente de *Diatraea saccharalis* (Fab.) (Lepidoptera:Pyralidae) y *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) respectivamente. Las variables evaluadas fueron tamaño de la conidia, germinación de esporas reactivadas en broca y sin reactivar, patogenicidad y tasa de crecimiento radial, mediante técnicas estandarizadas en el laboratorio de entomología y la actividad amilolítica medida en forma indirecta por medio del consumo de almidón, donde una unidad de actividad enzimática (1UAE) fue definida como la disminución en 0,001 unidades de absorbancia a 580 nm. La información se sometió a análisis multivariado de componentes principales.

Los resultados obtenidos permiten caracterizar los monoespóricos con relación a las variables evaluadas. El análisis multivariado mostró que tres de estos componentes eran suficientes para explicar la variabilidad total (76,5%). El primer componente explica el 44% del total y las variables que mayor ponderación tuvieron dentro de este componente fueron tamaño de conidia y patogenicidad. De esta forma los monocultivos seleccionados fueron *Bb* 9301 por su alta patogenicidad, *Bb* 9205 por su resistencia a benomyl y gran actividad amilolítica y el *Bb* 9205 por su baja respuesta en las variables evaluadas.

La información generada en estos monocultivos evaluados constituyen la base para seleccionar aislamientos a utilizar en el proceso de obtención y fusión de protoplastos, en la búsqueda de cepas mejoradas que puedan ser incluidas en programas de manejo integrado de la broca.

Caracterización bioquímica y molecular de aislamientos de *Beauveria bassiana* aislados de *Hypothenemus hampei*

El entomopatógeno *B. bassiana* es cosmopolita tanto geográfica como en el número de hospederos que ataca, antes de desarrollarlo como un agente de control es deseable primero, determinar el grado de variación dentro de la población

asociada con *H. hampei*. Se examinaron 39 aislamientos de 20 provenientes de *H. hampei* en Colombia y 19 de otros países y huéspedes. La actividad bioquímica de los hongos se evaluó usando nueve enzimas extracelulares involucradas en la degradación de materiales complejos (p.e. proteínas, quitinas y polisacáridos). Estos se probaron por la degradación de sustratos específicos incorporados en el medio de crecimiento (gelatinasa, degradación de ácidos grasos y elastasa) o probando el gasto de cultivos líquidos con sustratos sustitutos fluoróforos específicos (n-acetyl-glucosamida, glucosidasa, diacetyl-quitobiosidasa, fucosidasa, xylosidasa y celobiosidasa). Las relaciones entre aislamientos se investigaron examinando isomorfos de acetyl y propionyl-esterasas y por amplificación PCR de DNA genómico con "primers" dirigidos a repeticiones de secuencias de bases sencillas u otra secuencia repetida conocida.

Todos los aislamientos mostraron actividad glucosidasa, n-acetyl fucosanimidasa y elastasa aunque en grados variables. Ningún aislamiento mostró actividad fucosidasa y los aislamientos variaron en las pruebas restantes. Dos aislamientos, uno de Colombia y otro de Honduras, mostraron consistentemente altos niveles de actividad contra todos los sustratos asociados a proteína y quitina. Los patrones electroforéticos de las isoenzimas esterasas mostraron bastante similitud entre aislamientos, con la mayor parte de los aislamientos de *H. hampei* en Colombia presentando similar o idéntico patrón. Tres aislamientos de Colombia dieron diferentes patrones para ambas esterasas. Hubo alguna variación en el patrón de isoenzimas de los 19 aislamientos que no son de Colombia, aunque algunos presentaron el mismo patrón de los aislamientos colombianos.

Todos los aislamientos de *B. bassiana* dieron en general un patrón similar con las técnicas de PCR. Hubo diferencias menores entre algunos aislamientos pero dos (*Bb* 9213 de Colombia y 327909 de Kenya) mostraron consistentemente patrones únicos diferentes y ambos cultivos también presentaron patrones únicos a las esterasas. Estos resultados sugieren que no hay una segregación clara geográfica de aislamientos y la mayoría están posiblemente muy relacionados. Sin embargo, unos pocos cultivos son únicos

bles fueron Ma9105 y Bb9204. En general se encontró mayor tolerancia a temperaturas bajas, por parte de los aislamientos de Bb, respecto a los aislamientos de Ma. La prueba de patogenicidad, mostró en los aislamientos sensibles una reducción del porcentaje de patogenicidad al ser sometidos a $TempL_{50}$. Con relación al tiempo en el cual ocurrió el 50% de la mortalidad en broca, este se prolongó para todos los aislamientos sometidos a $TempL_{50}$.

Por lo anterior se puede concluir que existen diferencias inter e intra específicas en la respuesta de germinación de estos hongos respecto a la temperatura; temperaturas por fuera de las óptimas, pueden retardar el desarrollo de micosis; la selección de aislamientos resistentes a altas temperaturas, da la posibilidad de utilizar aislamientos que toleren los procesos de formulación comercial.

Estimación de las esporas producidas por los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, cultivados en arroz y sobre la broca del café

Estudios de laboratorio y campo llevados a cabo en Cenicafé han mostrado la capacidad de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, para controlar poblaciones de broca; sin embargo diversos aislamientos de estos hongos presentan variaciones en su eficiencia debido a la tasa de esporulación, resistencia a factores bióticos y abióticos, viabilidad en campo, entre otros, para desencadenar epizootias. Por tal razón, el objetivo de este trabajo fue cuantificar la producción de esporas de 12 aislamientos de *M. anisopliae* y 10 de *B. bassiana*, procedentes de los ordenes Coleoptera, Homoptera, Lepidoptera y Orthoptera, que presentaban sobre la broca del café una patogenicidad mayor o igual al 80 % a nivel de bioensayo. Estos fueron cultivados tanto en sustrato arroz como en la broca del café. El análisis de varianza, en cada sustrato mostró efecto de los aislamientos en la variable número de esporas. En el sustrato arroz los aislamientos que presentaron mayor número de esporas fueron Bb 9207 con $3,57 \times 10^{10}$ esporas /g, Bb 9301 con $1,53 \times 10^{10}$ esporas /g y Ma 9236 con $1,31 \times 10^{10}$ esporas /g, los cuales a su vez fueron estadísticamente diferentes

de los demás. El aislamiento que produjo menor número de esporas fue Ma 9303 con $1,65 \times 10^8$ esporas /g. En el sustrato broca, el aislamiento que presentó mayor promedio de esporulación fue Bb 9218 con $1,36 \times 10^7$ esporas / broca y los aislamientos que mostraron la menor esporulación fueron Ma 9218, Ma 9225, Ma 9207, Ma 9233, Ma 9232, Ma 9107, Ma 9201 y Bb 9205 los cuales presentaron en promedio una esporulación de $5,86 \times 10^5$ esporas /broca. Estos resultados muestran que la producción de esporas es dependiente del sustrato en el cual se desarrolle el hongo, es decir, hay aislamientos que responden mejor a un sustrato que a otro, posiblemente debido a los nutrientes que lo conforman.

INVESTIGACIONES CON PARASITOIDES DE LA BROCA DEL CAFÉ

Las actividades de investigación durante el año cafetero 1.995-1.996 han estado enfocadas principalmente al conocimiento y producción de los parasitoides *Phymastichus coffea* y *Prorops nasuta* y la continuación de las liberaciones y evaluaciones de campo con *Cephalonomia stephanoderis*.

Phymastichus coffea

La introducción a Colombia desde el África de *P. coffea* se llevó a cabo a través de la estación de cuarentena del IIBC en Inglaterra. Durante el año 1.995 se realizaron cuatro envíos a Colombia, de los cuales se obtuvieron 302 hembras y 136 machos. Para enero de 1.996 Cenicafé se encargó directamente de la introducción desde Inglaterra de *P. coffea* y en tres envíos entre marzo y mayo se obtuvieron en Colombia 1.482 hembras y 718 machos. La metodología de cría desarrollada en Cenicafé para la multiplicación de *P. coffea* ha permitido producir 120.419 avispas durante ocho meses de 1.996. Para el mes de septiembre de este año se cuenta con una colonia de 45.000 avispas. Esta población ha permitido adelantar investigaciones sobre su biología y producción. *P. coffea* es un parasitoide de adultos que ataca la broca adulta cuando está entrando al fruto del café. Muchos adultos pueden ser atacados pero

bles fueron Ma9105 y Bb9204. En general se encontró mayor tolerancia a temperaturas bajas, por parte de los aislamientos de Bb, respecto a los aislamientos de Ma. La prueba de patogenicidad, mostró en los aislamientos sensibles una reducción del porcentaje de patogenicidad al ser sometidos a $TempL_{50}$. Con relación al tiempo en el cual ocurrió el 50% de la mortalidad en broca, este se prolongó para todos los aislamientos sometidos a $TempL_{50}$.

Por lo anterior se puede concluir que existen diferencias inter e intra específicas en la respuesta de germinación de estos hongos respecto a la temperatura; temperaturas por fuera de las óptimas, pueden retardar el desarrollo de micosis; la selección de aislamientos resistentes a altas temperaturas, da la posibilidad de utilizar aislamientos que toleren los procesos de formulación comercial.

Estimación de las esporas producidas por los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, cultivados en arroz y sobre la broca del café

Estudios de laboratorio y campo llevados a cabo en Cenicafé han mostrado la capacidad de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, para controlar poblaciones de broca; sin embargo diversos aislamientos de estos hongos presentan variaciones en su eficiencia debido a la tasa de esporulación, resistencia a factores bióticos y abióticos, viabilidad en campo, entre otros, para desencadenar epizootias. Por tal razón, el objetivo de este trabajo fue cuantificar la producción de esporas de 12 aislamientos de *M. anisopliae* y 10 de *B. bassiana*, procedentes de los ordenes Coleoptera, Homoptera, Lepidoptera y Orthoptera, que presentaban sobre la broca del café una patogenicidad mayor o igual al 80 % a nivel de bioensayo. Estos fueron cultivados tanto en sustrato arroz como en la broca del café. El análisis de varianza, en cada sustrato mostró efecto de los aislamientos en la variable número de esporas. En el sustrato arroz los aislamientos que presentaron mayor número de esporas fueron Bb 9207 con $3,57 \times 10^{10}$ esporas /g, Bb 9301 con $1,53 \times 10^{10}$ esporas /g y Ma 9236 con $1,31 \times 10^{10}$ esporas /g, los cuales a su vez fueron estadísticamente diferentes

de los demás. El aislamiento que produjo menor número de esporas fue Ma 9303 con $1,65 \times 10^8$ esporas /g. En el sustrato broca, el aislamiento que presentó mayor promedio de esporulación fue Bb 9218 con $1,36 \times 10^7$ esporas / broca y los aislamientos que mostraron la menor esporulación fueron Ma 9218, Ma 9225, Ma 9207, Ma 9233, Ma 9232, Ma 9107, Ma 9201 y Bb 9205 los cuales presentaron en promedio una esporulación de $5,86 \times 10^5$ esporas /broca. Estos resultados muestran que la producción de esporas es dependiente del sustrato en el cual se desarrolle el hongo, es decir, hay aislamientos que responden mejor a un sustrato que a otro, posiblemente debido a los nutrientes que lo conforman.

INVESTIGACIONES CON PARASITOIDES DE LA BROCA DEL CAFÉ

Las actividades de investigación durante el año cafetero 1.995-1.996 han estado enfocadas principalmente al conocimiento y producción de los parasitoides *Phymastichus coffea* y *Prorops nasuta* y la continuación de las liberaciones y evaluaciones de campo con *Cephalonomia stephanoderis*.

Phymastichus coffea

La introducción a Colombia desde el África de *P. coffea* se llevó a cabo a través de la estación de cuarentena del IIBC en Inglaterra. Durante el año 1.995 se realizaron cuatro envíos a Colombia, de los cuales se obtuvieron 302 hembras y 136 machos. Para enero de 1.996 Cenicafé se encargó directamente de la introducción desde Inglaterra de *P. coffea* y en tres envíos entre marzo y mayo se obtuvieron en Colombia 1.482 hembras y 718 machos. La metodología de cría desarrollada en Cenicafé para la multiplicación de *P. coffea* ha permitido producir 120.419 avispa durante ocho meses de 1.996. Para el mes de septiembre de este año se cuenta con una colonia de 45.000 avispa. Esta población ha permitido adelantar investigaciones sobre su biología y producción. *P. coffea* es un parasitoide de adultos que ataca la broca adulta cuando está entrando al fruto del café. Muchos adultos pueden ser atacados pero

control de contaminantes. Por esta razón, se recomendó un programa de aseo y descontaminación de todos los materiales utilizados en la cría con cloruro de benzalconio, producto que dio los mejores resultados como descontaminante cuando se comparó con otros en base a yodo y conhipoclorito de sodio. Adicionalmente todos los laboratorios incluyendo paredes, pisos, ventanas y techos fueron lavados con agua y jabón y posteriormente tratados con Cloruro de Benzalconio al 30%. Después de esta limpieza cada dos días se aplicó el mismo producto pero en aspersión en dosis de 10 ml/l de agua. Adicionalmente se han tratado los granos cerezas infestados, el café pergamino húmedo y las brocas adultas con diferentes compuestos, resultando de nuevo como mejor producto el cloruro de benzalconio. Estas recomendaciones han sido adoptadas en forma inmediata y se espera una mejora en la producción a partir de octubre de 1.996, del parasitoide *C. stephanoderis*.

Acción predatora del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* sobre adultos de *Hypothenemus hampei* en condiciones de campo

El parasitoide *C. stephanoderis* además de su acción parasítica sobre estados inmaduros de *H. hampei*, también presenta una acción predatora, sin embargo son pocas los registros que se tienen sobre este hábito. El objetivo de este experimento fue determinar la acción predatora de *C. stephanoderis* a nivel de campo sobre adultos de *H. hampei* que se encontraban en posiciones (B y C) dentro de los frutos de café. El experimento se realizó en la finca "El Prado" en Chinchiná, Caldas en un lote de café variedad Colombia de segundo año de cosecha. Los resultados indican que el parasitoide ataca y mata los adultos de *H. hampei* que se encuentran en posiciones B y C. En su acción como predator, ocasionó una mortalidad sobre adultos de *H. hampei* del 20 % en condiciones normales de campo y del 38% en frutos de café infestados cubiertos con mangas entomológicas, evitando que estos continúen su normal comportamiento de penetración, colonización y desarrollo dentro de los frutos de café; sin embargo es necesario continuar con este tipo de estudios antes de plantear conclusiones definitivas que puedan ser

aplicadas en el programa de manejo integrado de la broca.

Duración de la emergencia de *C. stephanoderis* en el campo en granos de café pergamino parasitados

Se evaluó el tiempo de emergencia de *C. stephanoderis* cuando se libera usando granos de café pergamino infestados y parasitados. Este experimento se realizó en un lote de café variedad Colombia de tercer año de cosecha, localizado en la finca "La R", en Manizales. Los resultados indican que los granos deben permanecer durante 15 días en el campo para garantizar una emergencia de avispas superior al 95%. El tiempo mínimo que pueden permanecer en el campo es de 9 días, tiempo en el cual la emergencia de adultos es superior al 90%. Se recomienda retirar del cafetal las canastillas o bolsas de tul con granos parasitados a los 15 días de colocadas en el campo, ya que este material puede hidratarse, favoreciendo el desarrollo de estados inmaduros de *H. hampei* presentes en los granos que no fueron parasitados.

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

Se seleccionaron aleatoriamente las fincas a evaluar así: Municipios de Sandoná y Consacá, cuatro fincas en las cuales se hubieran liberado parasitoides de broca entre 1990 y 1993 y por cada una de éstas cuatro predios aledaños en donde nunca se hubieran liberado parasitoides de broca, para un subtotal de 40 fincas; en Ancuya el tercer municipio a evaluar en este estudio, se seleccionaron de igual manera tres sitios de liberación y debido a la zona cafetera tan dispersa y reducida, solo fue posible seleccionar tres fincas aledañas para los dos primeros sitios y para el tercero dos predios aledaños, completándose así una muestra de 51 fincas, en las cuales se pretende establecer el porcentaje de infestación por broca, el porcentaje de parasitismo de las especies de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* sobre la broca del café y además las prácticas que están realizando los caficultores

control de contaminantes. Por esta razón, se recomendó un programa de aseo y descontaminación de todos los materiales utilizados en la cría con cloruro de benzalconio, producto que dio los mejores resultados como descontaminante cuando se comparó con otros en base a yodo y conhipoclorito de sodio. Adicionalmente todos los laboratorios incluyendo paredes, pisos, ventanas y techos fueron lavados con agua y jabón y posteriormente tratados con Cloruro de Benzalconio al 30%. Después de esta limpieza cada dos días se aplicó el mismo producto pero en aspersión en dosis de 10 ml/l de agua. Adicionalmente se han tratado los granos cerezas infestados, el café pergamino húmedo y las brocas adultas con diferentes compuestos, resultando de nuevo como mejor producto el cloruro de benzalconio. Estas recomendaciones han sido adoptadas en forma inmediata y se espera una mejora en la producción a partir de octubre de 1.996, del parasitoide *C. stephanoderis*.

Acción predatoria del parasitoide *Cephalonomia stephanoderis* sobre adultos de *Hypothenemus hampei* en condiciones de campo

El parasitoide *C. stephanoderis* además de su acción parasítica sobre estados inmaduros de *H. hampei*, también presenta una acción predatoria, sin embargo son pocas los registros que se tienen sobre este hábito. El objetivo de este experimento fue determinar la acción predatoria de *C. stephanoderis* a nivel de campo sobre adultos de *H. hampei* que se encontraban en posiciones (B y C) dentro de los frutos de café. El experimento se realizó en la finca "El Prado" en Chinchiná, Caldas en un lote de café variedad Colombia de segundo año de cosecha. Los resultados indican que el parasitoide ataca y mata los adultos de *H. hampei* que se encuentran en posiciones B y C. En su acción como predator, ocasionó una mortalidad sobre adultos de *H. hampei* del 20 % en condiciones normales de campo y del 38% en frutos de café infestados cubiertos con mangas entomológicas, evitando que estos continúen su normal comportamiento de penetración, colonización y desarrollo dentro de los frutos de café; sin embargo es necesario continuar con este tipo de estudios antes de plantear conclusiones definitivas que puedan ser

aplicadas en el programa de manejo integrado de la broca.

Duración de la emergencia de *C. stephanoderis* en el campo en granos de café pergamino parasitados

Se evaluó el tiempo de emergencia de *C. stephanoderis* cuando se libera usando granos de café pergamino infestados y parasitados. Este experimento se realizó en un lote de café variedad Colombia de tercer año de cosecha, localizado en la finca "La R", en Manizales. Los resultados indican que los granos deben permanecer durante 15 días en el campo para garantizar una emergencia de avispas superior al 95%. El tiempo mínimo que pueden permanecer en el campo es de 9 días, tiempo en el cual la emergencia de adultos es superior al 90%. Se recomienda retirar del cafetal las canastillas o bolsas de tul con granos parasitados a los 15 días de colocadas en el campo, ya que este material puede hidratarse, favoreciendo el desarrollo de estados inmaduros de *H. hampei* presentes en los granos que no fueron parasitados.

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

Se seleccionaron aleatoriamente las fincas a evaluar así: Municipios de Sandoná y Consacá, cuatro fincas en las cuales se hubieran liberado parasitoides de broca entre 1990 y 1993 y por cada una de éstas cuatro predios aledaños en donde nunca se hubieran liberado parasitoides de broca, para un subtotal de 40 fincas; en Ancuya el tercer municipio a evaluar en este estudio, se seleccionaron de igual manera tres sitios de liberación y debido a la zona cafetera tan dispersa y reducida, solo fue posible seleccionar tres fincas aledañas para los dos primeros sitios y para el tercero dos predios aledaños, completándose así una muestra de 51 fincas, en las cuales se pretende establecer el porcentaje de infestación por broca, el porcentaje de parasitismo de las especies de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* sobre la broca del café y además las prácticas que están realizando los caficultores

Cosmoflux y Fentoato + Cosmoflux, produjeron altas mortalidades y no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero la mezcla Malathion + Cosmoflux, produjo baja mortalidad cuando se realizaron las aplicaciones 1, 3 y 8 días después de la infestación. El insecticida Fentoato produjo la mayor mortalidad que fluctuó entre 100% y 78,69%, correspondiendo este último valor a la aspersión de los 15 días y la menor la produjo el insecticida Piridiafention.

Evaluación de la eficacia de cuatro lotes del insecticida Actellic 50 C.E. con diferentes fechas de vencimiento para el control de la broca del café

El experimento se realizó en la Subestación de Paraguaicito, con el objetivo de evaluar la eficacia de cuatro lotes de Actellic 50 C.E. (pirimifosmetil) con diferentes fechas de vencimiento. Los resultados mostraron que el insecticida Actellic 50 C.E., que tenía aproximadamente un año de vencido no había perdido su eficacia para el control de la broca del café, en la dosis recomendada comercialmente de 1,5 lt./Ha. Hay que anotar que el producto vencido se decanta, razón por la cual hay que agitarlo fuertemente antes de realizar la mezcla con el agua, para así obtener una mezcla más homogénea y más eficaz para el control de la plaga.

Evaluación de la eficacia de un polvo mojable para el control de la broca del café

El experimento, se realizó en la Subestación Experimental de Paraguaicito, a solicitud del Comité de Cafeteros de Caldas, para evaluar la eficacia de un insecticida de ingrediente activo desconocido en polvo mojable, del Sr. Octavio García, cafetero de Neira. La dosis evaluada fue de 2400 g/ha, los resultados mostraron que el producto en mención produjo muy baja mortalidad, la mortalidad más alta fue del 12,2%. Se puede concluir que el insecticida polvo mojable del Sr. García, tiene baja eficacia para la broca del café en la dosis recomendada, siendo el promedio de mortalidad del 2,4%.

Evaluación de la eficacia del insecticida "MESKAI" para el control de la broca del café

El experimento se realizó a solicitud de la Gerencia Técnica de la Federación, en la Subestación Experimental de Paraguaicito, con el objetivo de evaluar la eficacia del insecticida Meskai para el control de la broca. Se utilizaron 4 dosis recomendadas por la Compañía Nuevos Conceptos Ltda. Los resultados obtenidos, mostraron que el producto produjo muy baja mortalidad en las diferentes dosis evaluadas. La mortalidad más alta fue de 7,7% en la posición "A", la cual demostró que el producto Meskai, tiene baja eficacia para la broca del café.

Evaluación de la eficacia de insecticidas químicos en mezcla con el coadyuvante Cosmoflux 411F para el control de la broca del café

Se realizó en la Subestación Experimental de Paraguaicito a solicitud de la Compañía Cosmoagro, con el objetivo de evaluar la eficacia de insecticidas químicos solos y en mezcla con el coadyuvante Cosmoflux 411F, los resultados mostraron que la mayor mortalidad la produjo la mezcla del insecticida pirimifosmetil + Cosmoflux, siguiéndole en su orden el pirimifosmetil (Actellic 50 C.E.) en dosis de 1,5 l/ha, entre estos tratamientos no se presentaron diferencias significativas cuando se realizó la aplicación 3 días después de la infestación, pero sí a los 8 días, ya que hubo una alta mortalidad en el tratamiento con pirimifosmetil, no así en la mezcla con el coadyuvante. El Malathion 57%, en dosis de 5 l/ha, produjo alta mortalidad (80,9%) cuando se realizó la aplicación a los 3 días, a los 8 días disminuyó drásticamente. La mezcla de Malathion 57% (2,0 l/ha) +Cosmoflux 411F en dosis de 1,0 l/ha, presentó una mortalidad más baja que cuando se usó 0,75 l/ha del coadyuvante. Los resultados permiten concluir que el insecticida Malathion 57%, en dosis inferiores de 5,0 l/ha solo o en mezcla con el coadyuvante Cosmoflux 411F, tiene baja eficacia para la broca del café. Igualmente se puede confirmar que el Piridiafention (Ofunack) en dosis de 1,5 - 2,0 l/ha tiene baja eficacia para la broca del café.

Cosmoflux y Fentoato + Cosmoflux, produjeron altas mortalidades y no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero la mezcla Malathion + Cosmoflux, produjo baja mortalidad cuando se realizaron las aplicaciones 1, 3 y 8 días después de la infestación. El insecticida Fentoato produjo la mayor mortalidad que fluctuó entre 100% y 78,69%, correspondiendo este último valor a la aspersión de los 15 días y la menor la produjo el insecticida Piridifention.

Evaluación de la eficacia de cuatro lotes del insecticida Actellic 50 C.E. con diferentes fechas de vencimiento para el control de la broca del café

El experimento se realizó en la Subestación de Paraguaicito, con el objetivo de evaluar la eficacia de cuatro lotes de Actellic 50 C.E. (pirimifosmetil) con diferentes fechas de vencimiento. Los resultados mostraron que el insecticida Actellic 50 C.E., que tenía aproximadamente un año de vencido no había perdido su eficacia para el control de la broca del café, en la dosis recomendada comercialmente de 1,5 lt./Ha. Hay que anotar que el producto vencido se decanta, razón por la cual hay que agitarlo fuertemente antes de realizar la mezcla con el agua, para así obtener una mezcla más homogénea y más eficaz para el control de la plaga.

Evaluación de la eficacia de un polvo mojable para el control de la broca del café

El experimento, se realizó en la Subestación Experimental de Paraguaicito, a solicitud del Comité de Cafeteros de Caldas, para evaluar la eficacia de un insecticida de ingrediente activo desconocido en polvo mojable, del Sr. Octavio García, cafetero de Neira. La dosis evaluada fue de 2400 g/ha, los resultados mostraron que el producto en mención produjo muy baja mortalidad, la mortalidad más alta fue del 12,2%. Se puede concluir que el insecticida polvo mojable del Sr. García, tiene baja eficacia para la broca del café en la dosis recomendada, siendo el promedio de mortalidad del 2,4%.

Evaluación de la eficacia del insecticida "MESKAI" para el control de la broca del café

El experimento se realizó a solicitud de la Gerencia Técnica de la Federación, en la Subestación Experimental de Paraguaicito, con el objetivo de evaluar la eficacia del insecticida Meskai para el control de la broca. Se utilizaron 4 dosis recomendadas por la Compañía Nuevos Conceptos Ltda. Los resultados obtenidos, mostraron que el producto produjo muy baja mortalidad en las diferentes dosis evaluadas. La mortalidad más alta fue de 7,7% en la posición "A", la cual demostró que el producto Meskai, tiene baja eficacia para la broca del café.

Evaluación de la eficacia de insecticidas químicos en mezcla con el coadyuvante Cosmoflux 411F para el control de la broca del café

Se realizó en la Subestación Experimental de Paraguaicito a solicitud de la Compañía Cosmoagro, con el objetivo de evaluar la eficacia de insecticidas químicos solos y en mezcla con el coadyuvante Cosmoflux 411F, los resultados mostraron que la mayor mortalidad la produjo la mezcla del insecticida pirimifosmetil + Cosmoflux, siguiéndole en su orden el pirimifosmetil (Actellic 50 C.E.) en dosis de 1,5 l/ha, entre estos tratamientos no se presentaron diferencias significativas cuando se realizó la aplicación 3 días después de la infestación, pero sí a los 8 días, ya que hubo una alta mortalidad en el tratamiento con pirimifosmetil, no así en la mezcla con el coadyuvante. El Malathion 57%, en dosis de 5 l/ha, produjo alta mortalidad (80,9%) cuando se realizó la aplicación a los 3 días, a los 8 días disminuyó drásticamente. La mezcla de Malathion 57% (2,0 l/ha) +Cosmoflux 411F en dosis de 1,0 l/ha, presentó una mortalidad más baja que cuando se usó 0,75 l/ha del coadyuvante. Los resultados permiten concluir que el insecticida Malathion 57%, en dosis inferiores de 5,0 l/ha solo o en mezcla con el coadyuvante Cosmoflux 411F, tiene baja eficacia para la broca del café. Igualmente se puede confirmar que el Piridifention (Ofunack) en dosis de 1,5 - 2,0 l/ha tiene baja eficacia para la broca del café.

Al evaluar los costos del manejo de la broca, se encontró que este osciló entre \$160 y \$1.178 por arroba durante 1995, siendo mayores los costos en las parcelas conducidas por Cenicafé y constituyendo el control cultural aproximadamente el 60 % del costo total; esta situación llevó a replantear la estrategia y fue así como para 1996 se estableció como meta disminuir estos costos hasta valores que fueran posibles de pagar por los caficultores evaluados, los resultados obtenidos hasta el momento indican una reducción en estos costos.

Estudios socioeconómicos en manejo integrado de la broca

Con relación a los avances en este proyecto, aparecen en primer término los resultados del estudio realizado en Ciudad Bolívar y en segundo término los resultados del análisis de la consolidación de las bases de datos de los municipios de Ciudad Bolívar, Chinchiná, Pereira, Montenegro y Sevilla.

Evaluación del Impacto de la broca del café en la calidad del café y caracterización de su manejo en el municipio de Ciudad Bolívar, Antioquia.

El estudio realizado permite plantear las siguientes conclusiones de acuerdo a los temas de la investigación:

Componentes del Manejo Integrado de Broca

La correcta ejecución de los muestreos para evaluar el nivel de infestación, es realizada por un porcentaje bajo de los agricultores encuestados (13 %)

Aunque no es utilizado mayoritariamente el entomopatógeno *B. bassiana*, este se caracterizó porque en general quienes lo aplican en sus cafetales, lo estaban cultivando en forma artesanal (22 %).

Los insecticidas fueron utilizados por un porcentaje relativamente bajo de agricultores (38%), su empleo era preferencialmente al nivel de focos

(58 %) y más de la mitad de ellos estaba aplicando una vez por año (52 %).

El ReRe, fue el componente de manejo de broca más utilizado (98 %) y comprendido por los agricultores (48 %), siendo entonces el control cultural el que caracterizó al municipio.

El manejo de broca en postcosecha, no es una práctica común en esta localidad (sólo es ejecutada por entre el 45 - 50 % de los agricultores).

Componentes del manejo de broca y variables socioeconómicas

Se determinaron relaciones dependientes, significativas e inversas entre la correcta concepción de la evaluación del nivel de infestación, utilización del hongo *Beauveria bassiana* y el empleo de insecticidas con la altura sobre el nivel del mar.

En cuanto al ReRe, se observó que independientemente de la altitud de la finca se emplea y se comprende.

No se encontraron relaciones entre la correcta concepción y empleo del ReRe y la utilización del hongo *Beauveria bassiana* con el tamaño de las fincas encuestadas.

Se establecieron relaciones de dependencia directas y significativas entre evaluación del nivel de infestación y empleo correcto de insecticidas con el tamaño de los predios

Calidad de la cosecha desde el punto de vista broca

El promedio de porcentaje de granos brocados (2,68 %), la moda y la mediana para el mismo defecto (0 %) y el hecho de ser la cuarta cosecha con broca en el municipio, permiten concluir que el impacto de la broca en la calidad no fue importante.

Correlación entre manejo de broca y la calidad obtenida

El análisis multivariado, permitió observar la asociación entre la Clase 2 (muestran mal y

Al evaluar los costos del manejo de la broca, se encontró que este osciló entre \$160 y \$1.178 por arroba durante 1995, siendo mayores los costos en las parcelas conducidas por Cenicafe y constituyendo el control cultural aproximadamente el 60 % del costo total; esta situación llevó a replantear la estrategia y fue así como para 1996 se estableció como meta disminuir estos costos hasta valores que fueran posibles de pagar por los caficultores evaluados, los resultados obtenidos hasta el momento indican una reducción en estos costos.

Estudios socioeconómicos en manejo integrado de la broca

Con relación a los avances en este proyecto, aparecen en primer término los resultados del estudio realizado en Ciudad Bolívar y en segundo término los resultados del análisis de la consolidación de las bases de datos de los municipios de Ciudad Bolívar, Chinchiná, Pereira, Montenegro y Sevilla.

Evaluación del Impacto de la broca del café en la calidad del café y caracterización de su manejo en el municipio de Ciudad Bolívar, Antioquia.

El estudio realizado permite plantear las siguientes conclusiones de acuerdo a los temas de la investigación:

Componentes del Manejo Integrado de Broca

La correcta ejecución de los muestreos para evaluar el nivel de infestación, es realizada por un porcentaje bajo de los agricultores encuestados (13 %)

Aunque no es utilizado mayoritariamente el entomopatógeno *B. bassiana*, este se caracterizó porque en general quienes lo aplican en sus cafetales, lo estaban cultivando en forma artesanal (22 %).

Los insecticidas fueron utilizados por un porcentaje relativamente bajo de agricultores (38%), su empleo era preferencialmente al nivel de focos

(58 %) y más de la mitad de ellos estaba aplicando una vez por año (52 %).

El ReRe, fue el componente de manejo de broca más utilizado (98 %) y comprendido por los agricultores (48 %), siendo entonces el control cultural el que caracterizó al municipio.

El manejo de broca en postcosecha, no es una práctica común en esta localidad (sólo es ejecutada por entre el 45 - 50 % de los agricultores).

Componentes del manejo de broca y variables socioeconómicas

Se determinaron relaciones dependientes, significativas e inversas entre la correcta concepción de la evaluación del nivel de infestación, utilización del hongo *Beauveria bassiana* y el empleo de insecticidas con la altura sobre el nivel del mar.

En cuanto al ReRe, se observó que independientemente de la altitud de la finca se emplea y se comprende.

No se encontraron relaciones entre la correcta concepción y empleo del ReRe y la utilización del hongo *Beauveria bassiana* con el tamaño de las fincas encuestadas.

Se establecieron relaciones de dependencia directas y significativas entre evaluación del nivel de infestación y empleo correcto de insecticidas con el tamaño de los predios

Calidad de la cosecha desde el punto de vista broca

El promedio de porcentaje de granos brocados (2,68 %), la moda y la mediana para el mismo defecto (0 %) y el hecho de ser la cuarta cosecha con broca en el municipio, permiten concluir que el impacto de la broca en la calidad no fue importante.

Correlación entre manejo de broca y la calidad obtenida

El análisis multivariado, permitió observar la asociación entre la Clase 2 (muestran mal y

rior al 7 % en los defectos del café pergamino seco)

2. La participación del defecto granos brocados en el café pergamino seco, fue mayor del 45 % en los municipios de Pereira, Montenegro y Sevilla. Esta circunstancia indica la importancia relativa del defecto en la calidad del café.
3. Las localidades de Ciudad Bolívar y Chinchiná, sobresalieron por ser aquellas donde la probabilidad de obtener café pergamino, con porcentajes de granos brocados menores o igual al 2,5 %, fue mayor.

Correlación entre Manejo de Broca y Calidad del Café

En cuanto a las correlaciones entre manejo y calidad del café, se encontró:

1. Se observó asociación entre las variables MPI1 (Ciudad Bolívar), con I1 (no aplicar insecticida por no requerirlo), ARE1 (pequeños), PBR1 (% broca inferior o igual al 2,5 %) y PBR2 (% broca superior al 2,5 e inferior o igual al 5 %).
2. Las modalidades AH1 (no aplica hongo), ARE1 (pequeños), PBR1 (% broca inferior o igual al 2,5), I4 (aplicaciones inadecuadas de insecticidas), están asociadas a MPI2 (Chinchiná).
3. El MPI5 (Sevilla), está asociado a MU3 (muestreo mal), ARE2 (medianos), ARE3 (grandes) y PBR3 (% broca superior al 5).

Clases de agricultores por Manejo de Broca

Se hallaron cinco clases de agricultores por prácticas comunes de manejo de broca a saber:

1. Clase 1:

Muestrea Bien

Aplica Hongo Bien

Hace ReRe Bien (convencional)

Aplica Insecticidas General Bien

Grandes

Montenegro

2. Clase 2:

Muestrea Mal

Aplica Hongo Mal

Aplica Insecticidas en Focos Bien

Grandes

Sevilla

3. Clase 3:

No Aplican Insecticida por No Requerirlo

Ciudad Bolívar

4. Clase 4:

No Muestrea

No Aplica Hongo

Hace Otro ReRe

Aplica Insecticidas Mal

Pequeños

Chinchiná

5. Clase 5:

No Muestrea

No Aplica Hongo

No Hace ReRe

Insecticidas Mal

Pequeños

• Pereira

rior al 7 % en los defectos del café pergamino seco)

2. La participación del defecto granos brocados en el café pergamino seco, fue mayor del 45 % en los municipios de Pereira, Montenegro y Sevilla. Esta circunstancia indica la importancia relativa del defecto en la calidad del café.
3. Las localidades de Ciudad Bolívar y Chinchiná, sobresalieron por ser aquellas donde la probabilidad de obtener café pergamino, con porcentajes de granos brocados menores o igual al 2,5 %, fue mayor.

Correlación entre Manejo de Broca y Calidad del Café

En cuanto a las correlaciones entre manejo y calidad del café, se encontró:

1. Se observó asociación entre las variables MPI1 (Ciudad Bolívar), con I1 (no aplicar insecticida por no requerirlo), ARE1 (pequeños), PBR1 (% broca inferior o igual al 2,5 %) y PBR2 (% broca superior al 2,5 e inferior o igual al 5 %).
2. Las modalidades AH1 (no aplica hongo), ARE1 (pequeños), PBR1 (% broca inferior o igual al 2,5), I4 (aplicaciones inadecuadas de insecticidas), están asociadas a MPI2 (Chinchiná).
3. El MPI5 (Sevilla), está asociado a MU3 (muestreo mal), ARE2 (medianos), ARE3 (grandes) y PBR3 (% broca superior al 5).

Clases de agricultores por Manejo de Broca

Se hallaron cinco clases de agricultores por prácticas comunes de manejo de broca a saber:

1. Clase 1:

- Muestrea Bien
- Aplica Hongo Bien
- Hace ReRe Bien (convencional)

Aplica Insecticidas General Bien

Grandes

Montenegro

2. Clase 2:

Muestrea Mal

Aplica Hongo Mal

Aplica Insecticidas en Focos Bien

Grandes

Sevilla

3. Clase 3:

No Aplican Insecticida por No Requerirlo

Ciudad Bolívar

4. Clase 4:

No Muestrea

No Aplica Hongo

Hace Otro ReRe

Aplica Insecticidas Mal

Pequeños

Chinchiná

5. Clase 5:

No Muestrea

No Aplica Hongo

No Hace ReRe

Insecticidas Mal

Pequeños

Pereira

de bacterias del género *Pseudomonas*, fue evaluado el efecto de las cepas *P. fluorescens*, *P. alcaligenes*, *P. aureofaciens* y *P. putida*, en forma individual y en mezcla de 2, 3 y 4 cepas, sobre la germinación de urediniosporas del hongo y la inducción de protección en hojas desprendidas y en plántulas de *Coffea arabica* var. Caturra.

Las cepas fueron caracterizadas mediante procedimientos bioquímicos y conservados por liofilización.

Con base en la germinación de los testigos (*Bacillus thuringiensis* (BT.) var *Kurstaki* y agua destilada), fue constatado el efecto de los tratamientos; estos inhibieron entre 71,3 y 99,89 % de la germinación, exceptuando *P. fluorescens* que solo controló el 49,56 %.

Igualmente, fueron observadas alteraciones morfológicas de las urediniosporas y de sus tubos germinales, al igual que acumulación de lípidos y en algunos casos anastomosis de los tubos germinales.

En cuanto a la inducción de resistencia, los tratamientos sobre hoja desprendida controlaron el desarrollo de la enfermedad entre el 65 y el 100%; los periodos de incubación (PI) y de latencia (PL), en los tratamientos que los presentaron, fueron más prolongados que los detectados en el tratamiento testigo en agua. En los tratamientos aplicados sobre plántulas, solo el tratamiento *P. fluorescens* alcanzó el PL.

Todos los tratamientos con la bacteria presentaron algún nivel de control y fueron estadísticamente diferentes con respecto al testigo, excepto *P. fluorescens*. La aplicación de cepas individuales permitió el más alto grado de infección por *H. vastatrix*; la mezcla de dos cepas no obstante permitir el progreso de la enfermedad, impidió su esporulación; las combinaciones de tres cepas, mostraron los niveles más bajos de infección, similares a los del testigo BT.. El mejor tratamiento inductor, fue la combinación de *P. fluorescens*, *P. alcaligenes* y *P. aureofaciens* con 67,4 % de protección contra la infección por roya.

NEMATODOS

(*Meloidogyne incognita* y *M. javanica*)

Fue comprobado sobre huevos y hembras de *Meloidogyne* el parasitismo de un hongo *Hyphomyceto* aislado de suelo de la zona cafetera. El porcentaje de parasitismo del hongo formulado artesanalmente en arroz precocido fue superior al 90%, lo cual abre excelentes perspectivas para el control microbiológico de este nematodo en condiciones de almácigo.

En condiciones de campo fue demostrado que por cada uno por ciento (1%) de infección radical causada por nematodos del género *Meloidogyne*, se reduce el peso seco de las plantas infectadas, 12 meses después de sembrado en campo, en cerca de 4 gramos promedio por planta y la producción disminuye en cerca de 60 gramos de café cereza promedio por planta.

Fue demostrado como bajo condiciones de almácigo de café, el hongo *Paecilomyces lilacinus* en las diferentes dosis en que fue aplicado controló al complejo del nematodo *Meloidogyne spp.*. La dosis de 50 g. de arroz colonizado por el hongo mostró el mejor efecto presentando diferencias estadísticas con el testigo y el nematicida químico. En evaluaciones realizadas cada 30 días durante 100 días, fue observado como el hongo *P. lilacinus* inoculado en sustrato de arroz al suelo, disminuye a una tasa de 90000 U.F.C./día/g de suelo, observándose sin embargo, que su poder parasítico sobre huevos del nematodo se conservó a través del tiempo en un 72%. Las investigaciones sobre este hongo deben continuar con el fin de integrar el control biológico a una estrategia de manejo integrado del nematodo en almácigos de café.

MANCHA DE HIERRO

(*Cercospora coffeicola*)

En un cafetal de la variedad Colombia ubicado a 1100 m.s.n.m. a libre exposición solar y con problemas en el sistema radical los niveles de infección por *Cercospora coffeicola* en frutos de 3 meses de edad llegan a alcanzar el 14%. Los frutos atacados por la enfermedad en esa edad,

de bacterias del género *Pseudomonas*, fue evaluado el efecto de las cepas *P. fluorescens*, *P. alcaligenes*, *P. aureofaciens* y *P. putida*, en forma individual y en mezcla de 2, 3 y 4 cepas, sobre la germinación de urediniosporas del hongo y la inducción de protección en hojas desprendidas y en plántulas de *Coffea arabica* var. Caturra.

Las cepas fueron caracterizadas mediante procedimientos bioquímicos y conservados por liofilización.

Con base en la germinación de los testigos (*Bacillus thuringiensis* (BT.) var *Kurstaki* y agua destilada), fue constatado el efecto de los tratamientos; estos inhibieron entre 71,3 y 99,89 % de la germinación, exceptuando *P. fluorescens* que solo controló el 49,56 %.

Igualmente, fueron observadas alteraciones morfológicas de las urediniosporas y de sus tubos germinales, al igual que acumulación de lípidos y en algunos casos anastomosis de los tubos germinales.

En cuanto a la inducción de resistencia, los tratamientos sobre hoja desprendida controlaron el desarrollo de la enfermedad entre el 65 y el 100%; los periodos de incubación (PI) y de latencia (PL), en los tratamientos que los presentaron, fueron más prolongados que los detectados en el tratamiento testigo en agua. En los tratamientos aplicados sobre plántulas, solo el tratamiento *P. fluorescens* alcanzó el PL.

Todos los tratamientos con la bacteria presentaron algún nivel de control y fueron estadísticamente diferentes con respecto al testigo, excepto *P. fluorescens*. La aplicación de cepas individuales permitió el más alto grado de infección por *H. vastatrix*; la mezcla de dos cepas no obstante permitir el progreso de la enfermedad, impidió su esporulación; las combinaciones de tres cepas, mostraron los niveles más bajos de infección, similares a los del testigo BT.. El mejor tratamiento inductor, fue la combinación de *P. fluorescens*, *P. alcaligenes* y *P. aureofaciens* con 67,4 % de protección contra la infección por roya.

NEMATODOS

(*Meloidogyne incognita* y *M. javanica*)

Fue comprobado sobre huevos y hembras de *Meloidogyne* el parasitismo de un hongo *Hyphomyceto* aislado de suelo de la zona cafetera. El porcentaje de parasitismo del hongo formulado artesanalmente en arroz precocido fue superior al 90%, lo cual abre excelentes perspectivas para el control microbiológico de este nematodo en condiciones de almacigo.

En condiciones de campo fue demostrado que por cada uno por ciento (1%) de infección radical causada por nematodos del género *Meloidogyne*, se reduce el peso seco de las plantas infectadas, 12 meses después de sembrado en campo, en cerca de 4 gramos promedio por planta y la producción disminuye en cerca de 60 gramos de café cereza promedio por planta.

Fue demostrado como bajo condiciones de almacigo de café, el hongo *Paecilomyces lilacinus* en las diferentes dosis en que fue aplicado controló al complejo del nematodo *Meloidogyne spp.* La dosis de 50 g. de arroz colonizado por el hongo mostró el mejor efecto presentando diferencias estadísticas con el testigo y el nematicida químico. En evaluaciones realizadas cada 30 días durante 100 días, fue observado como el hongo *P. lilacinus* inoculado en sustrato de arroz al suelo, disminuye a una tasa de 90000 U.F.C./día/g de suelo., observándose sin embargo, que su poder parasítico sobre huevos del nematodo se conservó a través del tiempo en un 72%. Las investigaciones sobre este hongo deben continuar con el fin de integrar el control biológico a una estrategia de manejo integrado del nematodo en almacigos de café.

MANCHA DE HIERRO

(*Cercospora coffeicola*)

En un cafetal de la variedad Colombia ubicado a 1100 m.s.n.m. a libre exposición solar y con problemas en el sistema radical los niveles de infección por *Cercospora coffeicola* en frutos de 3 meses de edad llegan a alcanzar el 14%. Los frutos atacados por la enfermedad en esa edad,

del 94, presentaron entre 69 a 82% de sanidad, durante el período de enero a marzo del 95, sin diferencias significativas entre tratamientos. A partir de abril del 95 fueron observadas diferencias en las variables incidencia y severidad. El tratamiento semanal con mancozeb presentó el 40% de fruta completamente libre de lesiones, mientras que en el 60% de fruta enferma la severidad fue del 18%. Los resultados de cosecha del primer y segundo ciclo confirman la bondad del tratamiento semanal con mancozeb durante época lluviosa con 60% de fruta de primera calidad, mientras los demás tratamientos resultaron ser estadísticamente iguales al testigo, con un promedio del 38% de fruta sana. Los costos de la aplicación semanal de mancozeb durante un año fueron estimados en \$1.250.000.00, considerándose rentable el control de la mancha foliar.

Edad y susceptibilidad en hojas, flores, frutos y tallos de tangelo mineola a *alternaria tenuissima*

La primera parte correspondiente al proyecto PAT 1205, titulada Patogenicidad de aislamientos de *Alternaria tenuissima* a órganos sanos de *Tangelo Mineola*, mostró que *A. tenuissima* presenta mayores tasas de desarrollo al crecer sobre el medio V8 enmendado con Benomyl, con valores entre 0,07 y 0,08 mm/horas (Tukey 0.5%) para los aislamientos de hojas, flores, frutos y tallos, en donde el aislamiento de frutos presentó la mayor tasa de crecimiento. En las inoculaciones cruzadas con los cuatro aislamientos sobre órganos sanos fueron observadas diferencias significativas entre la capacidad infectiva de los aislamientos, según el modelo de análisis para un diseño completamente aleatorizado en arreglo factorial 4 x 3 x 4 (4 aislamientos, 3 concentraciones y 4 órganos) y sólo los aislamientos provenientes de frutos y tallos fueron patogénicos a todos los órganos de la planta inoculados, en la máxima concentración empleada (3500 conidios/ml). Por lo tanto para la segunda etapa se determinó utilizar cada aislamiento en el órgano específico a la máxima concentración. En la segunda parte correspondiente a las inoculaciones de hojas, flores, frutos y tallos de *Tangelo Mineola* bajo condiciones controladas, se encontró que hojas de 1 a 39 días de

edad y 0 a 6.5 cm de longitud fueron más susceptibles a *Alternaria tenuissima* con un período de incubación entre 68 y 100 horas y una incidencia del 100%. Botones y flores son susceptibles al patógeno, el primero presentó el PI (80 horas). Para el caso de frutos, se encontró que estos fueron susceptibles de 0 a 3.6 cm de diámetro y/o de fruto definido hasta 90 días de edad; los tallos tiernos o brotes mostraron ser tan susceptibles como el primer estado de hoja diferenciada.

Manejo integrado de la marchitez causada por *Fusarium* en espárragos

Prueba de patogenicidad. Un aislamiento de *Fusarium sp* obtenido de suelo cultivado con espárragos, produjo síntomas en plántulas similares a los observados en el campo. En la parte aérea se presentó una clorosis acompañada de reducción en la altura. En las raíces se presentaron lesiones apicales que inhibieron severamente el crecimiento.

Experimento en campo. Con el propósito de evaluar el efecto de fertilizantes y *Pseudomonas aeruginosa* en el rendimiento de espárragos afectados por *Fusarium sp*, fue establecido un experimento en el municipio de Anserma (Caldas). En esta investigación los fertilizantes: nitrato de calcio, úrea y un tratamiento sin nitrógeno, fueron combinados en arreglo factorial con la aplicación de: cloruro de potasio, Sulfato de manganeso, inyección al suelo con Benlate, inyección al suelo con *Pseudomonas aeruginosa* y un tratamiento sin aplicación adicional al fertilizante nitrogenado. Adicionalmente se incluyó un testigo comercial.

Los resultados de dos cosechas consecutivas no presentaron efectos significativos de fertilizantes nitrogenados, tratamientos adicionales ó interacciones en la producción total (g/parcela) ni sobre la producción en cada categoría según el diámetro de los espárragos. El pH del suelo fue afectado significativamente por los fertilizantes nitrogenados, presentándose el mayor valor en el tratamiento sin nitrógeno y el menor en el tratamiento con úrea (Tukey 5%). La población del

del 94, presentaron entre 69 a 82% de sanidad, durante el período de enero a marzo del 95, sin diferencias significativas entre tratamientos. A partir de abril del 95 fueron observadas diferencias en las variables incidencia y severidad. El tratamiento semanal con mancozeb presentó el 40% de fruta completamente libre de lesiones, mientras que en el 60% de fruta enferma la severidad fue del 18%. Los resultados de cosecha del primer y segundo ciclo confirman la bondad del tratamiento semanal con mancozeb durante época lluviosa con 60% de fruta de primera calidad, mientras los demás tratamientos resultaron ser estadísticamente iguales al testigo, con un promedio del 38% de fruta sana. Los costos de la aplicación semanal de mancozeb durante un año fueron estimados en \$1'.250.000.00, considerándose rentable el control de la mancha foliar.

Edad y susceptibilidad en hojas, flores, frutos y tallos de tangelo mineola a *alternaria tenuissima*

La primera parte correspondiente al proyecto PAT 1205, titulada Patogenicidad de aislamientos de *Alternaria tenuissima* a órganos sanos de *Tangelo Mineola*, mostró que *A. tenuissima* presenta mayores tasas de desarrollo al crecer sobre el medio V8 enmendado con Benomyl, con valores entre 0,07 y 0,08 mm/horas (Tukey 0.5%) para los aislamientos de hojas, flores, frutos y tallos, en donde el aislamiento de frutos presentó la mayor tasa de crecimiento. En las inoculaciones cruzadas con los cuatro aislamientos sobre órganos sanos fueron observadas diferencias significativas entre la capacidad infectiva de los aislamientos, según el modelo de análisis para un diseño completamente aleatorizado en arreglo factorial 4 x 3 x 4 (4 aislamientos, 3 concentraciones y 4 órganos) y sólo los aislamientos provenientes de frutos y tallos fueron patogénicos a todos los órganos de la planta inoculados, en la máxima concentración empleada (3500 conidios/ml). Por lo tanto para la segunda etapa se determinó utilizar cada aislamiento en el órgano específico a la máxima concentración. En la segunda parte correspondiente a las inoculaciones de hojas, flores, frutos y tallos de *Tangelo Mineola* bajo condiciones controladas, se encontró que hojas de 1 a 39 días de

edad y 0 a 6.5 cm de longitud fueron más susceptibles a *Alternaria tenuissima* con un período de incubación entre 68 y 100 horas y una incidencia del 100%. Botones y flores son susceptibles al patógeno, el primero presentó el PI (80 horas). Para el caso de frutos, se encontró que estos fueron susceptibles de 0 a 3.6 cm de diámetro y/o de fruto definido hasta 90 días de edad; los tallos tiernos o brotes mostraron ser tan susceptibles como el primer estado de hoja diferenciada.

Manejo integrado de la marchitez causada por *Fusarium* en espárragos

Prueba de patogenicidad. Un aislamiento de *Fusarium sp* obtenido de suelo cultivado con espárragos, produjo síntomas en plántulas similares a los observados en el campo. En la parte aérea se presentó una clorosis acompañada de reducción en la altura. En las raíces se presentaron lesiones apicales que inhibieron severamente el crecimiento.

Experimento en campo. Con el propósito de evaluar el efecto de fertilizantes y *Pseudomonas aeruginosa* en el rendimiento de espárragos afectados por *Fusarium sp*, fue establecido un experimento en el municipio de Anserma (Caldas). En esta investigación los fertilizantes: nitrato de calcio, úrea y un tratamiento sin nitrógeno, fueron combinados en arreglo factorial con la aplicación de: cloruro de potasio, Sulfato de manganeso, inyección al suelo con Benlate, inyección al suelo con *Pseudomonas aeruginosa* y un tratamiento sin aplicación adicional al fertilizante nitrogenado. Adicionalmente se incluyó un testigo comercial.

Los resultados de dos cosechas consecutivas no presentaron efectos significativos de fertilizantes nitrogenados, tratamientos adicionales ó interacciones en la producción total (g/parcela) ni sobre la producción en cada categoría según el diámetro de los espárragos. El pH del suelo fue afectado significativamente por los fertilizantes nitrogenados, presentándose el mayor valor en el tratamiento sin nitrógeno y el menor en el tratamiento con úrea (Tukey 5%). La población del

Evaluación regional de linajes de Caturra x Híbrido de Timor de generaciones avanzadas.

Treinta (30) linajes de fruto rojo y 12 de fruto amarillo se evaluaron durante 4 cosechas en 4 localidades. Las producciones mayores (500 @ c.p.s./ha-año) se obtuvieron en Naranjal y Rosario, mientras que las menores (280 @ c.p.s./ha-año) se obtuvieron en el Líbano. En Paraguaicito las producciones fueron intermedias. En cuanto se refiere a la incidencia de la roya y a la producción, la mayoría de los linajes se comportó como la variedad Caturra con control químico.

Evaluación regional de materiales de porte alto con resistencia a la roya.

Un grupo de progenies F5 de cruces de Típica y Borbón con el Híbrido de Timor, se evalúa en 3 localidades (Huila, Santander del Sur y Valle del Cauca). La información inicial obtenida indica que son materiales promisorios. En cuanto se refiere a la producción, se comportan igual o mejor que la variedad Borbón con control químico. Además, no presentan defectos en el grxano y, al contrario, se destacan por poseer granos de tamaño muy grande (mayor de 80% de café supremo). Hasta el momento, son resistentes a las razas de roya prevalentes en cada localidad.

Estudio de la influencia de la flor estrella en germoplasma sembrado en Cocorná.

Se concluyó la investigación iniciada en 1991 en 5 experimentos en 2 fincas de Cocorná, con la finalidad de evaluar en 75 genotipos la presencia del fenómeno conocido como "flor estrella". Las conclusiones son : **a)** La causa del problema de la "flor estrella" en Cocorná es el exceso de lluvia y brillo solar; **b)** La "flor estrella" afecta a todos los genotipos, pero en forma diferencial; **c)** Se identificaron 21 genotipos como los "menos afectados" por la flor estrella, pero su uso no garantiza ausencia total del fenómeno; **d)** La producción de los genotipos "menos afectados" es aceptable. Sin embargo, su utilización tampoco garantiza un nivel determinado de producción, puesto que este depende de las prácticas culturales empleadas.

SELECCIÓN POR RESISTENCIA INCOMPLETA A LA ROYA DEL CAFÉ

Progenies derivadas de cruzamiento de Caturra con Híbrido de Timor, N.197, C.387 y C.

canephora: En tres experimentos se concluyó la evaluación de 59 progenies F4 a F7, derivadas de 14 híbridos diferentes. El objetivo, fue seleccionar por resistencia incompleta a *Hemilea vastatrix*.

Los resultados definitivos, luego de analizar la producción de tres cosechas, el progreso de la enfermedad, las curvas de defoliación y la incidencia medida con escala de campo permitieron seleccionar 13 progenies, 11 de las cuales provenían de cruces con Híbrido de Timor, 1 con N.197 y 1 con participación de C.387 y C. canephora. La intensidad de selección fue de 22%. Los materiales seleccionados producen similarmente al testigo (variedad Colombia), poseen tamaño de grano excelente (mayor de 70% de supremo) y presentan bajos niveles de roya en el campo.

Estimación de pérdidas en producción por efecto de la roya sobre mezclas de progenies con resistencia incompleta.

Treinta progenies F4 a F7 de C (C x H.T) se mezclaron y se sembraron en 4 parcelas. La mitad de las parcelas fueron tratadas con control químico contra la roya, las dos restantes no. El análisis de la producción de tres cosechas, a partir de las diferencias en producción entre parcelas tratadas y no tratadas, permitió establecer que la mezcla de progenies se comporta similarmente con o sin control químico contra roya. Esto sugiere que las progenies están protegidas por la resistencia incompleta que poseen.

Progreso de la roya sobre progenies de Sudán

Rumé x Catuay: En dos experimentos se realiza la evaluación agronómica de progenies F3 y F4 de Sudán Rumé x Catuay. La resistencia incompleta a la roya se evalúa por medio de la medida de las hojas afectadas por la enfermedad y por la defoliación. Se pudo establecer la existencia de resistencia incompleta en derivados de esa población. Se caracteriza por un retraso considerable, hasta de varios meses, en el inicio de la epidemia (dilatoria). Además, el patrón de defoliación de

Evaluación regional de linajes de Caturra x Híbrido de Timor de generaciones avanzadas.

Treinta (30) linajes de fruto rojo y 12 de fruto amarillo se evaluaron durante 4 cosechas en 4 localidades. Las producciones mayores (500 @ c.p.s./ha-año) se obtuvieron en Naranjal y Rosario, mientras que las menores (280 @ c.p.s./ha-año) se obtuvieron en el Líbano. En Paraguaicito las producciones fueron intermedias. En cuanto se refiere a la incidencia de la roya y a la producción, la mayoría de los linajes se comportó como la variedad Caturra con control químico.

Evaluación regional de materiales de porte alto con resistencia a la roya.

Un grupo de progenies F5 de cruces de Típica y Borbón con el Híbrido de Timor, se evalúa en 3 localidades (Huila, Santander del Sur y Valle del Cauca). La información inicial obtenida indica que son materiales promisorios. En cuanto se refiere a la producción, se comportan igual o mejor que la variedad Borbón con control químico. Además, no presentan defectos en el gramo y, al contrario, se destacan por poseer granos de tamaño muy grande (mayor de 80% de café supremo). Hasta el momento, son resistentes a las razas de roya prevalentes en cada localidad.

Estudio de la influencia de la flor estrella en germoplasma sembrado en Cocorná.

Se concluyó la investigación iniciada en 1991 en 5 experimentos en 2 fincas de Cocorná, con la finalidad de evaluar en 75 genotipos la presencia del fenómeno conocido como "flor estrella". Las conclusiones son : **a)** La causa del problema de la "flor estrella" en Cocorná es el exceso de lluvia y brillo solar; **b)** La "flor estrella" afecta a todos los genotipos, pero en forma diferencial; **c)** Se identificaron 21 genotipos como los "menos afectados" por la flor estrella, pero su uso no garantiza ausencia total del fenómeno; **d)** La producción de los genotipos 'menos afectados' es aceptable. Sin embargo, su utilización tampoco garantiza un nivel determinado de producción, puesto que este depende de las prácticas culturales empleadas.

SELECCIÓN POR RESISTENCIA INCOMPLETA A LA ROYA DEL CAFÉ

Progenies derivadas de cruzamiento de Caturra con Híbrido de Timor, N.197, C.387 y C.

canephora: En tres experimentos se concluyó la evaluación de 59 progenies F4 a F7, derivadas de 14 híbridos diferentes. El objetivo, fue seleccionar por resistencia incompleta a *Hemilea vastatrix*.

Los resultados definitivos, luego de analizar la producción de tres cosechas, el progreso de la enfermedad, las curvas de defoliación y la incidencia medida con escala de campo permitieron seleccionar 13 progenies, 11 de las cuales provenían de cruces con Híbrido de Timor, 1 con N.197 y 1 con participación de C.387 y C. canephora. La intensidad de selección fue de 22%. Los materiales seleccionados producen similarmente al testigo (variedad Colombia), poseen tamaño de grano excelente (mayor de 70% de supremo) y presentan bajos niveles de roya en el campo.

Estimación de pérdidas en producción por efecto de la roya sobre mezclas de progenies con resistencia incompleta.

Treinta progenies F4 a F7 de C (C x H.T) se mezclaron y se sembraron en 4 parcelas. La mitad de las parcelas fueron tratadas con control químico contra la roya, las dos restantes no. El análisis de la producción de tres cosechas, a partir de las diferencias en producción entre parcelas tratadas y no tratadas, permitió establecer que la mezcla de progenies se comporta similarmente con o sin control químico contra roya. Esto sugiere que las progenies están protegidas por la resistencia incompleta que poseen.

Progreso de la roya sobre progenies de Sudán

Rumé x Catuay: En dos experimentos se realiza la evaluación agronómica de progenies F3 y F4 de Sudán Rumé x Catuay. La resistencia incompleta a la roya se evalúa por medio de la medida de las hojas afectadas por la enfermedad y por la defoliación. Se pudo establecer la existencia de resistencia incompleta en derivados de esa población. Se caracteriza por un retraso considerable, hasta de varios meses, en el inicio de la epidemia (dilatoria). Además, el patrón de defoliación de

árboles. En la actualidad 38.000 plantas han sido renovadas mediante zoqueo. Para 1997, se adelantará la renovación por nueva siembra de 62.000 árboles adicionales.

Esta circunstancia permite realizar ajustes en la composición genética de la Variedad Colombia. Se adicionarán nuevas progenies con atributos de producción y de grano muy sobresalientes. Con estos planes de renovación se espera mantener una oferta de 40.000 kilos de semilla/año durante el quinquenio 1997-2001.

BÚSQUEDA DE FUENTES DE RESISTENCIA GENÉTICA A LA BROCA *Hypothenemus hampei*, EN GERMOPLASMA DE CAFÉ

Se presentan los resultados de dos semestres de información de siete experimentos de evaluación de germoplasma para resistencia genética a la broca del café.

Se discute la metodología experimental usada, las épocas más adecuadas de evaluación, el análisis de la información y comportamiento de los genotipos tomando como base el experimento MEG08.03.

Se concluye que el diseño de campo permitió obtener altas presiones de selección para evitar los escapes; que las evaluaciones pueden limitarse a las épocas de cosecha y que en ninguno de los materiales probados hay resistencia a la broca, aunque algunos de ellos aparentemente son menos susceptibles que el Caturra.

EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA EMBRIOGÉNES SOMÁTICA EN GENOTIPOS DERIVADOS DEL CRUZAMIENTO *C. arabica* var. Caturra x Híbrido de Timor

Este proyecto se encuentra en su etapa final en cuanto a la optimización de la embriogénesis, pero se prevee continuar evaluando más genotipos de acuerdo a los requerimientos de la Disci-

plina Mejoramiento Genético. La proyección de este trabajo es la iniciación de la transformación genética en Cenicafé.

1. Etapa de inducción vía Embriogénesis Somática Directa (ESD):

Genotipo: De 24 genotipos evaluados fueron seleccionados 6 (BK.45, BK.50, BK.620, BK.635, BK.640 y BI.696) por su alta capacidad embriogénica (60% o más) y altos porcentajes de embriogénesis de alta frecuencia, caracterizada por formación de tejido embriogénico (TE).

Subcultivo de explantes (subc): Tres tratamientos de subcultivos (subc) ensayados no difirieron en su efecto sobre la ESD. Sin embargo, las características del TE en el tratamiento sin subc fueron diferentes: la inducción tomó más tiempo (5-6 meses) que en los tratamientos con subc y el TE permaneció en su mayoría en estado temprano: cúmulo de pro-embriones en proliferación. Se discute la utilidad de los tratamientos ensayados.

Luz: Una intensidad de 2000 lux, con un fotoperiodo de 10 horas luz - 12 horas oscuridad, inhibió el proceso.

ABA: En una concentración de 0.1 mg/L inhibió el proceso.

Clase de agar: No hubo diferencia entre la marca Difco y Oxoid. Sin embargo, fue seleccionada la marca Difco porque produce menos variación.

Mes de siembra de los explantes: La máxima respuesta ocurre entre marzo y mayo, época de crecimiento vegetativo, en la cual la variación de la respuesta es menor. En 1995 se presentaron varios resultados atípicos: El genotipo BK.620 presentó también, una respuesta máxima en diciembre y además, los porcentajes de ESD utilizando donantes jóvenes (2 años de edad) disminuyó notoriamente respecto al año 94 (donantes de 12 años de edad). Se discuten las condiciones climáticas atípicas del año 95 que pudieron determinar este efecto.

árboles. En la actualidad 38.000 plantas han sido renovadas mediante zoqueo. Para 1997, se adelantará la renovación por nueva siembra de 62.000 árboles adicionales.

Esta circunstancia permite realizar ajustes en la composición genética de la Variedad Colombia. Se adicionarán nuevas progenies con atributos de producción y de grano muy sobresalientes. Con estos planes de renovación se espera mantener una oferta de 40.000 kilos de semilla/año durante el quinquenio 1997-2001.

BÚSQUEDA DE FUENTES DE RESISTENCIA GENÉTICA A LA BROCA *Hypothenemus hampei*, EN GERMOPLASMA DE CAFÉ

Se presentan los resultados de dos semestres de información de siete experimentos de evaluación de germoplasma para resistencia genética a la broca del café.

Se discute la metodología experimental usada, las épocas más adecuadas de evaluación, el análisis de la información y comportamiento de los genotipos tomando como base el experimento MEG08.03.

Se concluye que el diseño de campo permitió obtener altas presiones de selección para evitar los escapes; que las evaluaciones pueden limitarse a las épocas de cosecha y que en ninguno de los materiales probados hay resistencia a la broca, aunque algunos de ellos aparentemente son menos susceptibles que el Caturra.

EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA EMBRIOGÉNES SOMÁTICA EN GENOTIPOS DERIVADOS DEL CRUZAMIENTO *C. arabica* var. Caturra x Híbrido de Timor

Este proyecto se encuentra en su etapa final en cuanto a la optimización de la embriogénesis, pero se prevee continuar evaluando más genotipos de acuerdo a los requerimientos de la Disci-

plina Mejoramiento Genético. La proyección de este trabajo es la iniciación de la transformación genética en Cenicafé.

1. Etapa de inducción vía Embriogénesis Somática Directa (ESD):

Genotipo: De 24 genotipos evaluados fueron seleccionados 6 (BK.45, BK.50, BK.620, BK.635, BK.640 y Bl.696) por su alta capacidad embriogénica (60% o más) y altos porcentajes de embriogénesis de alta frecuencia, caracterizada por formación de tejido embriogénico (TE).

Subcultivo de explantes (subc): Tres tratamientos de subcultivos (subc) ensayados no difirieron en su efecto sobre la ESD. Sin embargo, las características del TE en el tratamiento sin subc fueron diferentes: la inducción tomó más tiempo (5-6 meses) que en los tratamientos con subc y el TE permaneció en su mayoría en estado temprano: cúmulo de pro-embriones en proliferación. Se discute la utilidad de los tratamientos ensayados.

Luz: Una intensidad de 2000 lux, con un fotoperiodo de 10 horas luz - 12 horas oscuridad, inhibió el proceso.

ABA: En una concentración de 0.1 mg/L inhibió el proceso.

Clase de agar: No hubo diferencia entre la marca Difco y Oxoid. Sin embargo, fue seleccionada la marca Difco porque produce menos variación.

Mes de siembra de los explantes: La máxima respuesta ocurre entre marzo y mayo, época de crecimiento vegetativo, en la cual la variación de la respuesta es menor. En 1995 se presentaron varios resultados atípicos: El genotipo BK.620 presentó también, una respuesta máxima en diciembre y además, los porcentajes de ESD utilizando donantes jóvenes (2 años de edad) disminuyó notoriamente respecto al año 94 (donantes de 12 años de edad). Se discuten las condiciones climáticas atípicas del año 95 que pudieron determinar este efecto.

Tiempo de subcultivo: Un tiempo de subcultivo de cuatro semanas es el más eficaz para inducir la ESI.

Época de recolección del material vegetal:

Los genotipos evaluados producen una respuesta embriogénica diferente en los meses probados. La mejor época coincide con el crecimiento vegetativo de los árboles donantes.

6. Experimentos para optimizar la proliferación y desarrollo de embriones somáticos en medio líquido:

* La sincronización del desarrollo de los embriones somáticos en medio líquido, a partir del TE pre-propagado, se mejora disgregando el TE mediante agitación orbital y filtración a través de una malla de 1000 μ .

* Se determinó que una densidad de inóculo de 5 mg de TE/ml y subcultivos cada dos semanas, producen mayor número de embriones normales en medio de cultivo líquido.

7. Evaluación de plantas regeneradas por embriogénesis somática en condiciones de campo: Con el objeto de establecer diferencias en el comportamiento de materiales regenerados *in vitro*, respecto a aquellos obtenidos por semilla, se inició la evaluación de algunas características morfológicas y agronómicas en plantas obtenidas por embriogénesis somática directa (ESD).

Los análisis morfológicos determinaron que no existen diferencias entre las plantas obtenidas por ESD y aquellas regeneradas a partir de semilla del mismo árbol donante. Actualmente se completa la evaluación de otros caracteres agronómicos como la producción, las características de grano y la resistencia a roya.

PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PLANTAS HAPLOIDES EN EL MEJORAMIENTO DEL CAFÉ

El objetivo de este proyecto es el de evaluar y optimizar las técnicas de producción de plantas haploides (cultivo de anteras y de microsporas), para su utilización posterior dentro del programa de mejoramiento. Los principales resultados obtenidos fueron:

a. Cultivo de anteras: El uso de algunas combinaciones hormonales específicas (ANA:2,4-D:KIN ó 2,4-D :KIN) permite una rápida proliferación de tejido indiferenciado a partir de anteras de caturra. Estos tejidos fueron transferidos a medios para inducir tejido embriogénico, pero hasta el momento no se ha logrado obtener respuesta. Adicionalmente se hizo el seguimiento histológico del desarrollo *in vitro* de las anteras, el cual muestra serias evidencias de un origen somático (y no gamético) del tejido observado, lo que llevaría a replantear nuevos esquemas para la inducción y el cultivo de anteras, diferentes a los propuestas hasta hoy.

b. Cultivo de microsporas: Se logró la formación de microcolonias a partir de un nuevo tratamiento inductivo, el cual consiste en precultivar las células gaméticas a 37°C por dos días. Este resultado abre nuevas posibilidades hacia la obtención de tejido embriogénico a partir de microsporas aisladas de café.

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

Se estudió la proteína de reserva predominante en el endospermo de *Coffea arabica* L., cv. Colombia. En el análisis electroforético la proteína se separó como un polipéptido con un peso molecular aparente de 55 kDa pero en presencia de mercapto-etanol la proteínase separó como dos polipéptidos con pesos moleculares de 33 kDa y 24 kDa.

El análisis de secuenciación amino terminal de los dos polipéptidos mostraron homología con la

Tiempo de subcultivo: Un tiempo de subcultivo de cuatro semanas es el más eficaz para inducir la ESI.

Época de recolección del material vegetal: Los genotipos evaluados producen una respuesta embriogénica diferente en los meses probados. La mejor época coincide con el crecimiento vegetativo de los árboles donantes.

6. Experimentos para optimizar la proliferación y desarrollo de embriones somáticos en medio líquido:

- * La sincronización del desarrollo de los embriones somáticos en medio líquido, a partir del TE pre-propagado, se mejora disgregando el TE mediante agitación orbital y filtración a través de una malla de 1000 μ .
- * Se determinó que una densidad de inóculo de 5 mg de TE/ml y subcultivos cada dos semanas, producen mayor número de embriones normales en medio de cultivo líquido.

7. Evaluación de plantas regeneradas por embriogénesis somática en condiciones de campo: Con el objeto de establecer diferencias en el comportamiento de materiales regenerados vía in vitro, respecto a aquellos obtenidos por semilla, se inició la evaluación de algunas características morfológicas y agronómicas en plantas obtenidas por embriogénesis somática directa (ESD).

Los análisis morfológicos determinaron que no existen diferencias entre las plantas obtenidas por ESD y aquellas regeneradas a partir de semilla del mismo árbol donante. Actualmente se completa la evaluación de otros caracteres agronómicos como la producción, las características de grano y la resistencia a roya.

PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PLANTAS HAPLOIDES EN EL MEJORAMIENTO DEL CAFÉ

El objetivo de este proyecto es el de evaluar y optimizar las técnicas de producción de plantas haploides (cultivo de anteras y de microsporas), para su utilización posterior dentro del programa de mejoramiento. Los principales resultados obtenidos fueron:

- a. **Cultivo de anteras:** El uso de algunas combinaciones hormonales específicas (ANA:2,4-D:KIN ó 2,4-D :KIN) permite una rápida proliferación de tejido indiferenciado a partir de anteras de caturra. Estos tejidos fueron transferidos a medios para inducir tejido embriogénico, pero hasta el momento no se ha logrado obtener respuesta. Adicionalmente se hizo el seguimiento histológico del desarrollo in vitro de las anteras, el cual muestra serias evidencias de un origen somático (y no gamético) del tejido observado, lo que llevaría a replantear nuevos esquemas para la inducción y el cultivo de anteras, diferentes a los propuestas hasta hoy.
- b. **Cultivo de microsporas:** Se logró la formación de microcolonias a partir de un nuevo tratamiento inductivo, el cual consiste en precultivar las células gaméticas a 37°C por dos días. Este resultado abre nuevas posibilidades hacia la obtención de tejido embriogénico a partir de microsporas aisladas de café.

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

Se estudió la proteína de reserva predominante en el endospermo de *Coffea arabica* L., cv. Colombia. En el análisis electroforético la proteína se separó como un polipéptido con un peso molecular aparente de 55 kDa pero en presencia de mercapto-etanol la proteínase separó como dos polipéptidos con pesos moleculares de 33 kDa y 24 kDa.

El análisis de secuenciación amino terminal de los dos polipéptidos mostraron homología con la

ESTUDIOS FISIOLÓGICOS

CRECIMIENTO DEL CAFETO

Crecimiento del café en tres localidades con diferente disponibilidad hídrica. Néstor M. Riaño H., Jaime Arcila P. y Alvaro Jaramillo R.). Se terminó el estudio sobre la periodicidad del crecimiento y desarrollo del café, variedad Colombia, en sus diferentes órganos y su relación con los elementos climáticos. El trabajo se llevó a cabo desde Noviembre de 1990 hasta noviembre de 1995, en plantaciones de *C. arabica* L. CV. Colombia sembradas a 1,6 m x 1,6 m (3906 plantas/ha), en tres localidades de la zona cafetera: Estación Central Naranjal, Chinchiná - CALDAS, Subestación Paraguaicito, Buenavista - QUINDIO y Granja Santa Helena, Marquetalia - CALDAS, en las cuales se presenta una marcada diferencia en la disponibilidad hídrica.

Desde mayo 15 de 1990 momento en el cual se colocaron las semillas a germinar hasta noviembre 15 de 1995, transcurrieron 2040 días. El primer muestreo correspondió al estado de chapola (2 meses de edad). El segundo muestreo correspondió a tres meses de almácigo (5 meses de edad). El tercero se realizó al momento de la siembra 8 meses de edad) y de ahí en adelante cada tres meses. Las evaluaciones de raíz se efectuaron solamente durante los primeros 15 muestreos.

La mayor acumulación de materia seca en la parte aérea de la planta se observó a los 1950 días y fue de 7.990, 7.104 y 7.098 g/planta, respectivamente para Marquetalia, Naranjal y Paraguaicito. Esta materia seca se distribuyó en los órganos aéreos de la siguiente manera: Tallos (24-28%), ramas (29-34%), hojas (17-23%), flores (0,06-1%), frutos (17-28%). De los resultados anteriores se deduce que la acumulación final de materia seca en las tres localidades fue muy similar y que la cantidad de materia seca acumulada en los frutos influye en la mayor o menor distribución de ésta en los demás órganos. La materia seca en frutos tiende a ser menor en la localidad de Marquetalia.

Durante 1995 se observó una producción de café cereza muy similar en Naranjal y Paraguaicito mientras que en Marquetalia fue aproximadamente 40% menor. Esta última localidad se caracterizó por su excesiva pluviosidad.

La producción de café pergamino seco observada durante 4 cosechas mostró el mayor promedio en Paraguaicito (405,3 @/ha) seguido por Naranjal con 11,8% menos y Marquetalia con un 46,2% menos de producción.

Un análisis de la evolución trimestral del ataque de la broca según el tamaño del fruto (tipos 2, 3 y 4) y el estrato de la planta (inferior, medio y superior) durante los años 1994 y 1995, en la localidad Paraguaicito mostró que el menor ataque se presentó en los frutos tipo 2 (menores de 90 días de edad) y el mayor en los frutos tipo 4 (mayores de 150 días de edad). En cuanto a la posición de los frutos en la planta, se encontró una mayor proporción de frutos atacados en el estrato inferior y menor en el estrato superior. Estas tendencias fueron similares en todos los muestreos analizados.

Crecimiento del café en tres altitudes. Se inició el estudio de la distribución de la materia seca y los nutrientes en los diferentes estadios del crecimiento y en los diferentes órganos aéreos (tallos, ramas, hojas y frutos) de la planta de Café var. Colombia. El experimento se realizó en tres localidades de la zona cafetera colombiana que presentan características climáticas contrastantes por su posición altitudinal (1100, 1400 y 1900 msnm) y ubicadas en los ecotopos 206A y 207A. Transcurridos 210 días después de la siembra ya se empezaron a insinuar diferencias en favor de la altitud de 1400 msnm.

FLORACIÓN DEL CAFETO

Comportamiento de la floración en varias altitudes. Se inició la evaluación del comportamiento del crecimiento vegetativo y reproductivo en plantas de var. Colombia de 6 meses de edad sembradas en campo en las siguientes altitudes: 1900, 1400 y 1100 m.s.n.m.

ESTUDIOS FISIOLÓGICOS

CRECIMIENTO DEL CAFETO

Crecimiento del café en tres localidades con diferente disponibilidad hídrica. Néstor M. Riaño H., Jaime Arcila P. y Alvaro Jaramillo R.). Se terminó el estudio sobre la periodicidad del crecimiento y desarrollo del café, variedad Colombia, en sus diferentes órganos y su relación con los elementos climáticos. El trabajo se llevó a cabo desde Noviembre de 1990 hasta noviembre de 1995, en plantaciones de *C. arabica* L. CV. Colombia sembradas a 1,6 m x 1,6 m (3906 plantas/ha), en tres localidades de la zona cafetera: Estación Central Naranjal, Chinchiná - CALDAS, Subestación Paraguaicito, Buenavista - QUINDIO y Granja Santa Helena, Marquetalia - CALDAS, en las cuales se presenta una marcada diferencia en la disponibilidad hídrica.

Desde mayo 15 de 1990 momento en el cual se colocaron las semillas a germinar hasta noviembre 15 de 1995, transcurrieron 2040 días. El primer muestreo correspondió al estado de chapola (2 meses de edad). El segundo muestreo correspondió a tres meses de almácigo (5 meses de edad). El tercero se realizó al momento de la siembra 8 meses de edad) y de ahí en adelante cada tres meses. Las evaluaciones de raíz se efectuaron solamente durante los primeros 15 muestreos.

La mayor acumulación de materia seca en la parte aérea de la planta se observó a los 1950 días y fue de 7.990, 7.104 y 7.098 g/planta, respectivamente para Marquetalia, Naranjal y Paraguaicito. Esta materia seca se distribuyó en los órganos aéreos de la siguiente manera: Tallos (24-28%), ramas (29-34%), hojas (17-23%), flores (0,06-1%), frutos (17-28%). De los resultados anteriores se deduce que la acumulación final de materia seca en las tres localidades fue muy similar y que la cantidad de materia seca acumulada en los frutos influye en la mayor o menor distribución de ésta en los demás órganos. La materia seca en frutos tiende a ser menor en la localidad de Marquetalia.

Durante 1995 se observó una producción de café cereza muy similar en Naranjal y Paraguaicito mientras que en Marquetalia fue aproximadamente 40% menor. Esta última localidad se caracterizó por su excesiva pluviosidad.

La producción de café pergamino seco observada durante 4 cosechas mostró el mayor promedio en Paraguaicito (405,3 @/ha) seguido por Naranjal con 11,8% menos y Marquetalia con un 46,2% menos de producción.

Un análisis de la evolución trimestral del ataque de la broca según el tamaño del fruto (tipos 2, 3 y 4) y el estrato de la planta (inferior, medio y superior) durante los años 1994 y 1995, en la localidad Paraguaicito mostró que el menor ataque se presentó en los frutos tipo 2 (menores de 90 días de edad) y el mayor en los frutos tipo 4 (mayores de 150 días de edad). En cuanto a la posición de los frutos en la planta, se encontró una mayor proporción de frutos atacados en el estrato inferior y menor en el estrato superior. Estas tendencias fueron similares en todos los muestreos analizados.

Crecimiento del café en tres altitudes. Se inició el estudio de la distribución de la materia seca y los nutrientes en los diferentes estadios del crecimiento y en los diferentes órganos aéreos (tallos, ramas, hojas y frutos) de la planta de Café var. Colombia. El experimento se realizó en tres localidades de la zona cafetera colombiana que presentan características climáticas contrastantes por su posición altitudinal (1100, 1400 y 1900 msnm) y ubicadas en los ecotopos 206A y 207A. Transcurridos 210 días después de la siembra ya se empezaron a insinuar diferencias en favor de la altitud de 1400 msnm.

FLORACIÓN DEL CAFETO

Comportamiento de la floración en varias altitudes. Se inició la evaluación del comportamiento del crecimiento vegetativo y reproductivo en plantas de var. Colombia de 6 meses de edad sembradas en campo en las siguientes altitudes: 1900, 1400 y 1100 m.s.n.m.

período se caracterizó por alta cantidad de lluvia, en Cenicafé, Naranjal y La Catalina, se presentaron períodos de días continuos secos que determinaron floraciones de diferente proporción y concentradas en el período mencionado. No obstante que hacia el final del mes de marzo y principio de abril se presentaron condiciones más favorables (períodos secos) para la floración, en esta época ya no se tenían muchas yemas disponibles. En Marquetalia, la presencia de estos períodos secos no fue tan marcada y por lo tanto las floraciones fueron más frecuentes y menos intensas (máximo 15%).

Se destaca particularmente el comportamiento de la floración en Cenicafé la cual fue fuertemente influenciada por un período seco de 15 días de duración en la primera quincena de Enero que repercutió en una sola floración importante a finales del mes.

Cuajamiento de frutos para cosecha principal de 1996. La relación entre la cantidad de frutos existentes en junio con relación al número de flores contabilizado en el período de registros de floración (diciembre /95- abril/96) permite tener una idea de la cantidad de flores que realmente se convirtieron en frutos (cuajamiento). En Cenicafé y Naranjal (Chinchiná) estos valores fueron de 95 y 92,5%, cifra superior a la registrada en el año anterior (68%). En la Catalina (Pereira), el cuajamiento fue del 67,6%.

Comportamiento de la floración para la mitaca de 1997. Estos registros se llevaron a cabo únicamente en la localidad Cenicafé. Para el cálculo de los porcentajes correspondientes se tuvo en cuenta las flores contadas para cosecha principal. Se observó que la floración para cosecha de mitaca puede representar alrededor del 16,5% de la cosecha principal de 1996, producto de floraciones muy bajas a comienzos de agosto (cosecha de abril) y finales de septiembre y de una floración regular a comienzos de septiembre (cosecha de mayo).

REGULADORES DE CRECIMIENTO

Regulación de la cosecha de mitaca y su relación con *Hypothenemus hampei* (ferr.). En Agosto de 1994, se inició un experimento en donde se estudia el efecto de los reguladores de crecimiento: ácido giberélico (AG), hidrazida maléica (HM), paclobutrazol (PC), etefón (ET) y el insecticida carbaryl (CB), sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta de café, con especial énfasis en el efecto sobre la distribución de las floraciones. No obstante no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, los reguladores de crecimiento aplicados en la primera semana de Julio de 1995, presentaron las siguientes tendencias que puede ser de interés explorar en futuros estudios.

Crecimiento vegetativo: Los productos paclobutrazol y carbaryl en su concentración más alta tienden a disminuir el crecimiento vegetativo.

Crecimiento reproductivo: La floración para cosecha de mitaca tiende a ser incrementada con las concentraciones altas de ácido giberélico, hidrazida maleica, carbaryl y paclobutrazol. Los otros tratamientos presentaron floraciones similares al testigo.

En las concentraciones altas, la floración para cosecha principal tiende a ser incrementada con la hidrazida maleica y el paclobutrazol y disminuida con el ácido giberélico y el etefón.

En sus concentraciones altas, la hidrazida maleica tiende a retardar y concentrar la floración para la cosecha principal hacia marzo y abril; el paclobutrazol y el carbaryl la adelantan y concentran hacia enero y febrero.

La fructificación para cosecha principal fue incrementada con las concentraciones bajas de ácido giberélico e hidrazida maleica, y disminuida con las concentraciones altas.

La cosecha principal de 1995 fue superior en las parcelas tratadas con la concentración alta de paclobutrazol.

período se caracterizó por alta cantidad de lluvia, en Cenicafé, Naranjal y La Catalina, se presentaron períodos de días continuos secos que determinaron floraciones de diferente proporción y concentradas en el período mencionado. No obstante que hacia el final del mes de marzo y principio de abril se presentaron condiciones más favorables (períodos secos) para la floración, en esta época ya no se tenían muchas yemas disponibles. En Marquetalia, la presencia de estos períodos secos no fue tan marcada y por lo tanto las floraciones fueron más frecuentes y menos intensas (máximo 15%).

Se destaca particularmente el comportamiento de la floración en Cenicafé la cual fue fuertemente influenciada por un período seco de 15 días de duración en la primera quincena de Enero que repercutió en una sola floración importante a finales del mes.

Cuajamiento de frutos para cosecha principal de 1996. La relación entre la cantidad de frutos existentes en junio con relación al número de flores contabilizado en el período de registros de floración (diciembre /95- abril/96) permite tener una idea de la cantidad de flores que realmente se convirtieron en frutos (cuajamiento). En Cenicafé y Naranjal (Chinchiná) estos valores fueron de 95 y 92,5%, cifra superior a la registrada en el año anterior (68%). En la Catalina (Pereira), el cuajamiento fue del 67,6%.

Comportamiento de la floración para la mitaca de 1997. Estos registros se llevaron a cabo únicamente en la localidad Cenicafé. Para el cálculo de los porcentajes correspondientes se tuvo en cuenta las flores contadas para cosecha principal. Se observó que la floración para cosecha de mitaca puede representar alrededor del 16,5% de la cosecha principal de 1996, producto de floraciones muy bajas a comienzos de agosto (cosecha de abril) y finales de septiembre y de una floración regular a comienzos de septiembre (cosecha de mayo).

REGULADORES DE CRECIMIENTO

Regulación de la cosecha de mitaca y su relación con *Hypothenemus hampei* (ferr.). En Agosto de 1994, se inició un experimento en donde se estudia el efecto de los reguladores de crecimiento: ácido giberélico (AG), hidrazida maléica (HM), paclobutrazol (PC), etefón (ET) y el insecticida carbaryl (CB), sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la planta de café, con especial énfasis en el efecto sobre la distribución de las floraciones. No obstante no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, los reguladores de crecimiento aplicados en la primera semana de Julio de 1995, presentaron las siguientes tendencias que puede ser de interés explorar en futuros estudios.

Crecimiento vegetativo: Los productos paclobutrazol y carbaryl en su concentración más alta tienden a disminuir el crecimiento vegetativo.

Crecimiento reproductivo: La floración para cosecha de mitaca tiende a ser incrementada con las concentraciones altas de ácido giberélico, hidrazida maleica, carbaryl y paclobutrazol. Los otros tratamientos presentaron floraciones similares al testigo.

En las concentraciones altas, la floración para cosecha principal tiende a ser incrementada con la hidrazida maleica y el paclobutrazol y disminuida con el ácido giberélico y el etefón.

En sus concentraciones altas, la hidrazida maleica tiende a retardar y concentrar la floración para la cosecha principal hacia marzo y abril; el paclobutrazol y el carbaril la adelantan y concentran hacia enero y febrero.

La fructificación para cosecha principal fue incrementada con las concentraciones bajas de ácido giberélico e hidrazida maleica, y disminuida con las concentraciones altas.

La cosecha principal de 1995 fue superior en las parcelas tratadas con la concentración alta de paclobutrazol.

concentración de clorofila en mg/g pf en café va desde 1,25 en *Coffea congestis* hasta 3,01 en *C. arabica* cv caturra erecta. Los valores exhibidos por el frijol corresponden a los citados por la literatura.

Para concentración de proteína los valores en mg/g pf en café van desde 12,77 en *CR x Stenophylla* hasta 26,92 en *Coffea congestis*.

En cuanto a actividad de PEPC, se repite que los materiales de café exhiben valores representativos de las plantas C3, siendo Caturra el tipo que exhibe la mayor actividad (1,13 μM NADH/g pf) mientras que CRxEugenioides presenta la menor actividad (0,424 μM NADH/g pf). El maíz presenta una actividad de PEPC más baja de lo normal si se compara con las actividades en café, yuca y frijol. Lo anterior se corroboró mediante el revelado de la actividad de la enzima en gel no desnaturante de poli(acrilamida) utilizando la tinción específica con Fast Violet BB.

Las actividades de RUBISCO fueron mayores en todos los casos de café que en maíz y similares a las de yuca y frijol que son propias de las plantas C3. Sin embargo, la relación PEPC/RUBISCO en las condiciones del experimento muestra una relativa alta proporción de actividad de PEPC comparada con RUBISCO, pero dentro de los niveles propios de las plantas C3.

Determinación de la actividad de PEPC y RUBISCO en los tejidos de las cubiertas de los granos de varios genotipos de café. La concentración de clorofila (mg/g pf) en los tejidos de la cubierta de los granos de café verde es sensiblemente inferior a la que presentan los tejidos foliares, siendo la mayor en Caturra e Híbrido de Timor en comparación con los otros tipos. En relación con el contenido de proteína, el mayor valor corresponde al Híbrido de Timor y el menor a *Coffea canephora*. La actividad de PEPC en los tejidos de la cubierta del grano fue menor que la reportada anteriormente pero se conserva la misma tendencia en los diferentes tipos, siendo la mayor la del Híbrido de Timor. Se presentan también las actividades medidas en términos de unidades de clorofila y proteína. La actividad de RUBISCO es mayor en el Híbrido de Timor para

los experimentos llevados a cabo, la tendencia es a mostrar valores similares pero más bajos que en los tejidos foliares. La relación PEPC/RUBISCO permite sugerir que buena parte de la carboxilación fotosintética en las cubiertas de los granos de café verde se lleva a cabo mediante la actividad de PEPC, resultado que ha sido reportado en otros cultivos como el arroz.

Aislamiento y purificación de PEPC y RUBISCO de tejidos foliares de café y maíz. Utilizando una combinación de filtración sobre Sephadex G25, Sephacryl S300 HR y Sepharose CL6B, con cromatografía de intercambio iónico sobre DEAE celulosa y DEAE Sepharose CL6B, se ha logrado purificar parcialmente PEPC y RUBISCO tanto de maíz como de café. Las fracciones obtenidas se sometieron a separación mediante isoelectroenfoque de donde por PAGE-SDS se encontró que los puntos isoelectrónicos de las dos enzimas determinados en los gradientes de pH se encuentran entre 5,9-6,1 para PEPC y entre 6,3-6,5 para RUBISCO. Las fracciones obtenidas del Rotofor se sometieron a electroforesis preparativa en la celda 491 sobre gel de poli(acrilamida) del 7,5%. La posición de salida de las subunidades de las dos enzimas fue monitoreada por PAGE-SDS y las fracciones correspondientes se utilizaron en la inmunización de gallinas y conejos para la obtención de anticuerpos polivalentes contra las dos enzimas con el fin de cuantificarlas por métodos inmunológicos en los tejidos de café. La enzima purificada de maíz será utilizada posteriormente para la determinación de la actividad de PDK en los tejidos de café.

Determinación de metabolitos intermediarios, principalmente ácidos orgánicos asociados a la vía de fijación de dióxido de carbono atmosférico. Se viene trabajando en la determinación de una metodología para discriminar los tiempos de retención de los ácidos aspártico, málico, fosfoglicérico y oxaloacético a través del HPLC (Cromatografía de Alto Desempeño). La metodología ensayada inicialmente permitió la separación de estos ácidos pero presentó traslapamiento de uno de los dos picos del ácido oxaloacético con el ácido fosfoglicérico. Se ensayaron cambios en el pH, la fuerza iónica de la fase móvil, en el

concentración de clorofila en mg/g pf en café va desde 1,25 en *Coffea congestis* hasta 3,01 en *C. arabica* cv caturra erecta. Los valores exhibidos por el fríjol corresponden a los citados por la literatura.

Para concentración de proteína los valores en mg/g pf en café van desde 12,77 en *CR x Stenophylla* hasta 26,92 en *Coffea congestis*.

En cuanto a actividad de PEPC, se repite que los materiales de café exhiben valores representativos de las plantas C3, siendo Caturra el tipo que exhibe la mayor actividad (1,13 μM NADH/g pf) mientras que CRxEugenioides presenta la menor actividad (0,424 μM NADH/g pf). El maíz presenta una actividad de PEPC más baja de lo normal si se compara con las actividades en café, yuca y fríjol. Lo anterior se corroboró mediante el revelado de la actividad de la enzima en gel no desnaturizante de poliacrilamida utilizando la tinción específica con Fast Violet BB.

Las actividades de RUBISCO fueron mayores en todos los casos de café que en maíz y similares a las de yuca y fríjol que son propias de las plantas C3. Sin embargo, la relación PEPC/RUBISCO en las condiciones del experimento muestra una relativa alta proporción de actividad de PEPC comparada con RUBISCO, pero dentro de los niveles propios de las plantas C3.

Determinación de la actividad de PEPC y RUBISCO en los tejidos de las cubiertas de los granos de varios genotipos de café. La concentración de clorofila (mg/g pf) en los tejidos de la cubierta de los granos de café verde es sensiblemente inferior a la que presentan los tejidos foliares, siendo la mayor en Caturra e Híbrido de Timor en comparación con los otros tipos. En relación con el contenido de proteína, el mayor valor corresponde al Híbrido de Timor y el menor a *Coffea canephora*. La actividad de PEPC en los tejidos de la cubierta del grano fue menor que la reportada anteriormente pero se conserva la misma tendencia en los diferentes tipos, siendo la mayor la del Híbrido de Timor. Se presentan también las actividades medidas en términos de unidades de clorofila y proteína. La actividad de RUBISCO es mayor en el Híbrido de Timor para

los experimentos llevados a cabo, la tendencia es a mostrar valores similares pero más bajos que en los tejidos foliares. La relación PEPC/RUBISCO permite sugerir que buena parte de la carboxilación fotosintética en las cubiertas de los granos de café verde se lleva a cabo mediante la actividad de PEPC, resultado que ha sido reportado en otros cultivos como el arroz.

Aislamiento y purificación de PEPC y RUBISCO de tejidos foliares de café y maíz. Utilizando una combinación de filtración sobre Sephadex G25, Sephacryl S300 HR y Sepharose CL6B, con cromatografía de intercambio iónico sobre DEAE celulosa y DEAE Sepharose CL6B, se ha logrado purificar parcialmente PEPC y RUBISCO tanto de maíz como de café. Las fracciones obtenidas se sometieron a separación mediante isoelectroenfoque de donde por PAGE-SDS se encontró que los puntos isoeléctricos de las dos enzimas determinados en los gradientes de pH se encuentran entre 5,9-6,1 para PEPC y entre 6,3-6,5 para RUBISCO. Las fracciones obtenidas del Rotofor se sometieron a electroforesis preparativa en la celda 491 sobre gel de poliacrilamida del 7,5%. La posición de salida de las subunidades de las dos enzimas fue monitoreada por PAGE-SDS y las fracciones correspondientes se utilizaron en la inmunización de gallinas y conejos para la obtención de anticuerpos polivalentes contra las dos enzimas con el fin de cuantificarlas por métodos inmunológicos en los tejidos de café. La enzima purificada de maíz será utilizada posteriormente para la determinación de la actividad de PPK en los tejidos de café.

Determinación de metabolitos intermediarios, principalmente ácidos orgánicos asociados a la vía de fijación de dióxido de carbono atmosférico. Se viene trabajando en la determinación de una metodología para discriminar los tiempos de retención de los ácidos aspártico, málico, fosfoglicérico y oxaloacético a través del HPLC (Cromatografía de Alto Desempeño). La metodología ensayada inicialmente permitió la separación de estos ácidos pero presentó traslapamiento de uno de los dos picos del ácido oxaloacético con el ácido fosfoglicérico. Se ensayaron cambios en el pH, la fuerza iónica de la fase móvil, en el

FOTOSÍNTESIS EN FRUTOS

Determinación de la actividad fotosintética en frutos de diferentes genotipos de café. En los frutos de diferentes genotipos de café (*C. arabica* variedades: Colombia, Caturra, Híbrido de Timor, Típica, Borbón y *C. Canephora*) se presentó evolución de CO_2 tanto en la luz como en la oscuridad, durante todas las épocas del desarrollo del fruto. Todos los genotipos presentaron las mayores tasas de evolución de CO_2 en la oscuridad y en los frutos de menor edad y ésta disminuyó a medida que el fruto se acercaba a la maduración. En la luz, los genotipos de Colombia, Caturra e Híbrido de Timor presentaron la mayor evolución de CO_2 entre las 17-24 semanas del desarrollo del fruto mientras que en Típica, Borbón y *Canephora* la evolución disminuyó con la edad del fruto.

La diferencia presentada entre los valores obtenidos en la luz y la oscuridad se puede atribuir a una asimilación fotosintética de CO_2 por parte de los frutos iluminados, ésta es mayor en los primeros días del desarrollo del fruto. Así mismo la presencia de radioactividad tanto en la corteza como en la almendra de frutos marcados con $^{14}\text{CO}_2$ indican la presencia del proceso fotosintético en éstos.

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

Determinación de las tasas de fotosíntesis y otras variables fisiológicas de la planta de café bajo condiciones de laboratorio. Se instaló un laboratorio de intercambio gaseoso, que permite realizar mediciones de concentraciones de dióxido de carbono y vapor de agua en el proceso de fotosíntesis, transpiración y otras variables fisiológicas, para plantas de café y otras especies vegetales de interés.

El sistema ofrece numerosas ventajas como manipulación de las condiciones ambientales, fácil manejo de las concentraciones de CO_2 y vapor de

agua, utilización de diferentes tamaños de cámaras y alta confiabilidad y precisión en la toma de datos.

El laboratorio consta de un Analizador infrarrojo de gases, para CO_2 y vapor de agua, sistema de conducción de gases, lámparas con alta capacidad lumínica, sistema de aire acondicionados y diferentes tipos y tamaños de cámaras para las mediciones.

Caracterización de la fotosíntesis en diferentes genotipos de café. Se realizó una caracterización de la fotosíntesis para trece genotipos de Café, donde se asocia la fotosíntesis con la humedad relativa, luminosidad y temperatura; también se estudió la cantidad de proteínas y clorofilas totales. El análisis estadístico resultante de regresiones lineales de la tasa fotosintética neta con la temperatura, luminosidad, humedad relativa, contenido de proteínas y contenido de clorofilas totales, indica que no es posible establecer diferenciación entre genotipos individuales, sino que se presentan comportamientos similares en la fotosíntesis para grupos de genotipos.

Se sugiere que la temperatura es la variable ambiental que más asociación tiene con la fotosíntesis, de esta asociación se sacaron diferentes grupos, con rangos altos, medios y bajos de fotosíntesis, proteínas y clorofilas. Por otro lado se registró que la transpiración está asociada con el área foliar específica (AFE), puesto que los valores más altos de ésta corresponden a los valores más altos del AFE.

Efecto de diferentes intensidades lumínicas sobre el comportamiento fotosintético y otras variables fisiológicas de la planta de café en condiciones de campo. Mediante la utilización de telas de diversos grados de reflexión de energía incidente, se logró determinar que niveles de sombreamiento hasta del 50% no afecta el comportamiento fotosintético diario en hojas jóvenes y maduras en plantas de café. Este comportamiento es similar al observado en estudios preliminares. Otras variables medidas en este experimento, tales como área foliar y número de nudos, indica que hay un efecto marcado en la cantidad de irradiación incidente sobre estas, determinando

FOTOSÍNTESIS EN FRUTOS

Determinación de la actividad fotosintética en frutos de diferentes genotipos de café. En los frutos de diferentes genotipos de café (*C. arabica* variedades: Colombia, Caturra, Híbrido de Timor, Típica, Borbón y *C. Canephora*) se presentó evolución de CO_2 tanto en la luz como en la oscuridad, durante todas las épocas del desarrollo del fruto. Todos los genotipos presentaron las mayores tasas de evolución de CO_2 en la oscuridad y en los frutos de menor edad y ésta disminuyó a medida que el fruto se acercaba a la maduración. En la luz, los genotipos de Colombia, Caturra e Híbrido de Timor presentaron la mayor evolución de CO_2 entre las 17-24 semanas del desarrollo del fruto mientras que en Típica, Borbón y *Canephora* la evolución disminuyó con la edad del fruto.

La diferencia presentada entre los valores obtenidos en la luz y la oscuridad se puede atribuir a una asimilación fotosintética de CO_2 por parte de los frutos iluminados, ésta es mayor en los primeros días del desarrollo del fruto. Así mismo la presencia de radioactividad tanto en la corteza como en la almendra de frutos marcados con $^{14}\text{CO}_2$ indican la presencia del proceso fotosintético en éstos.

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

Determinación de las tasas de fotosíntesis y otras variables fisiológicas de la planta de café bajo condiciones de laboratorio. Se instaló un laboratorio de intercambio gaseoso, que permite realizar mediciones de concentraciones de dióxido de carbono y vapor de agua en el proceso de fotosíntesis, transpiración y otras variables fisiológicas, para plantas de café y otras especies vegetales de interés.

El sistema ofrece numerosas ventajas como manipulación de las condiciones ambientales, fácil manejo de las concentraciones de CO_2 y vapor de

agua, utilización de diferentes tamaños de cámaras y alta confiabilidad y precisión en la toma de datos.

El laboratorio consta de un Analizador infrarrojo de gases, para CO_2 y vapor de agua, sistema de conducción de gases, lámparas con alta capacidad lumínica, sistema de aire acondicionados y diferentes tipos y tamaños de cámaras para las mediciones.

Caracterización de la fotosíntesis en diferentes genotipos de café. Se realizó una caracterización de la fotosíntesis para trece genotipos de Café, donde se asocia la fotosíntesis con la humedad relativa, luminosidad y temperatura; también se estudió la cantidad de proteínas y clorofilas totales. El análisis estadístico resultante de regresiones lineales de la tasa fotosintética neta con la temperatura, luminosidad, humedad relativa, contenido de proteínas y contenido de clorofilas totales, indica que no es posible establecer diferenciación entre genotipos individuales, sino que se presentan comportamientos similares en la fotosíntesis para grupos de genotipos.

Se sugiere que la temperatura es la variable ambiental que mas asociación tiene con la fotosíntesis, de esta asociación se sacaron diferentes grupos, con rangos altos, medios y bajos de fotosíntesis, proteínas y clorofilas. Por otro lado se registró que la transpiración está asociada con el área foliar específica (AFE), puesto que los valores mas altos de ésta corresponden a los valores mas altos del AFE.

Efecto de diferentes intensidades lumínicas sobre el comportamiento fotosintético y otras variables fisiológicas de la planta de café en condiciones de campo. Mediante la utilización de telas de diversos grados de reflexión de energía incidente, se logró determinar que niveles de sombreamiento hasta del 50% no afecta el comportamiento fotosintético diario en hojas jóvenes y maduras en plantas de café. Este comportamiento es similar al observado en estudios preliminares. Otras variables medidas en este experimento, tales como área foliar y número de nudos, indica que hay un efecto marcado en la cantidad de irradiación incidente sobre estas, determinando

nes tanto de Mg como de K y una alta concentración de Ca en la solución nutritiva), coincide con la máxima concentración de Nitrógeno foliar (4,08% M.G.) del mismo tratamiento; y del mínimo valor de la aNR (0,68 ppm NO_2^- / g hojas frescas* hora), perteneciente al tratamiento opuesto MAB (concentración media de Mg, alta de K y baja de Ca), se corresponde con una concentración media-alta de nitrógeno foliar en su segundo muestreo (3,84% M.G.) del mismo tratamiento. El valor de la aNR del tratamiento testigo (MMM) a los 240 días es de 0,87 NO_2^- / g hojas frescas*hora).

En el análisis de varianza univariado correspondiente a un diseño completamente al azar con arreglo factorial $3 \times 2 \times 2$, practicado a los 240 días; se observó que únicamente las diferencias de concentración de bajas (K=40 ppm y Ca=40 ppm) a altas (K=428 ppm y Ca=360ppm), tanto de K como de Ca en la solución nutritiva, mostraron su influencia significativa a nivel del 5% sobre la producción de nitrato en las hojas de plantas de café. No se observó ningún tipo de influencia significativa de las combinaciones dobles o triplicadas de los tres bioelementos en solución nutritiva sobre la cantidad de nitrato reducido a nitrito.

En el análisis de regresión múltiple, al emplear los modelos combinatorios de las concentraciones foliares de los cationes Mg, K y Ca (variables independientes) y su influencia sobre la aNR foliar (variable dependiente); se obtuvo que el mejor modelo ($r^2=0,51$), corresponde a la acción que ejercen los bioelementos Mg y K ($\text{aNR}=1,96 - 1,311 \text{ Mg} - 0,10\text{K}$) al ajustar una significancia superior al 6% en sus tres parámetros.

Al efectuar el análisis multivariado de medidas repetidas se evidencia que la aNR foliar, únicamente varía significativamente al nivel del 1%, a través del tiempo, por acción de una concentración alta o baja de K en el tejido foliar.

MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA PLANTA DE CAFÉ

Nivel de Producción I y II. Como parte de un grupo interdisciplinario, actualmente se ha com-

pletado 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 I de producción y se trabaja en la conceptualización del modelo para el nivel II de producción en el cual la producción potencial se restringirá por limitaciones en la disponibilidad hídrica.

DESORDENES FISIOLÓGICOS DEL CAFETO

Deterioro del cilindro central del tallo del café. A comienzos del año 1996 se detectó en el municipio de Chinchiná, en un cafetal de 6 años de edad y en proceso de zoqueo, un disturbio en la parte central del corte del tallo de la zoca. Debido a que es la primera vez que se detectaba este problema en cafetales se llevó a cabo un análisis para su descripción e identificación. El desorden presentaba las siguientes características.

Al efectuar el zoqueo en algunos árboles se observó un corte limpio. En otros árboles, se encontró en la parte central del corte, en la zona correspondiente a la médula, una mancha irregular de color café claro, de consistencia dura, inodora y de aspecto corchoso. En cortes longitudinales se observó que la mancha se extendía a lo largo de la columna central ó médula del tallo y no presentaba bifurcaciones. Al dividir longitudinalmente varios de los tallos, se observó, que la región de la mancha, se encontraba perforada completamente y presentaba pudrición y excrementos de insectos. En algunas muestras se encontraron hormigas. En varios de los tallos se encontraron malformaciones en la corteza a manera de hendiduras o agrietamientos. También se observó que una mancha similar se presentaba en las cicatrices dejadas en los puntos de inserción de algunas ramas que se habían secado.

El sistema radical no mostró síntomas externos particulares a excepción de agrietamientos y entrecruzamiento de algunas raíces. Al realizar

nes tanto de Mg como de K y una alta concentración de Ca en la solución nutritiva), coincide con la máxima concentración de Nitrógeno foliar (4,08% M.G.) del mismo tratamiento; y del mínimo valor de la aNR (0,68 ppm NO_2^- / g hojas frescas* hora), perteneciente al tratamiento opuesto MAB (concentración media de Mg, alta de K y baja de Ca), se corresponde con una concentración media-alta de nitrógeno foliar en su segundo muestreo (3,84% M.G.) del mismo tratamiento. El valor de la aNR del tratamiento testigo (MMM) a los 240 días es de 0,87 NO_2^- / g hojas frescas*hora).

En el análisis de varianza univariado correspondiente a un diseño completamente al azar con arreglo factorial $3 \times 2 \times 2$, practicado a los 240 días; se observó que únicamente las diferencias de concentración de bajas (K=40 ppm y Ca=40 ppm) a altas (K=428 ppm y Ca=360 ppm), tanto de K como de Ca en la solución nutritiva, mostraron su influencia significativa a nivel del 5% sobre la producción de nitrato en las hojas de plantas de café. No se observó ningún tipo de influencia significativa de las combinaciones dobles o triplicadas de los tres bioelementos en solución nutritiva sobre la cantidad de nitrato reducido a nitrito.

En el análisis de regresión múltiple, al emplear los modelos combinatorios de las concentraciones foliares de los cationes Mg, K y Ca (variables independientes) y su influencia sobre la aNR foliar (variable dependiente); se obtuvo que el mejor modelo ($r^2=0,51$), corresponde a la acción que ejercen los bioelementos Mg y K ($\text{aNR}=1,96 - 1,311 \text{ Mg} - 0,10\text{K}$) al ajustar una significancia superior al 6% en sus tres parámetros.

Al efectuar el análisis multivariado de medidas repetidas se evidencia que la aNR foliar, únicamente varía significativamente al nivel del 1%, a través del tiempo, por acción de una concentración alta o baja de K en el tejido foliar.

MODELACIÓN MATEMÁTICA DE LA PLANTA DE CAFÉ

Nivel de Producción I y II. Como parte de un grupo interdisciplinario, actualmente se ha com-

pletado 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 I de producción y se trabaja en la conceptualización del modelo para el nivel II de producción en el cual la producción potencial se restringirá por limitaciones en la disponibilidad hídrica.

DESORDENES FISIOLÓGICOS DEL CAFETO

Deterioro del cilindro central del tallo del café. A comienzos del año 1996 se detectó en el municipio de Chinchiná, en un cafetal de 6 años de edad y en proceso de zoqueo, un disturbio en la parte central del corte del tallo de la zoca. Debido a que es la primera vez que se detectaba este problema en cafetales se llevó a cabo un análisis para su descripción e identificación. El desorden presentaba las siguientes características.

Al efectuar el zoqueo en algunos árboles se observó un corte limpio. En otros árboles, se encontró en la parte central del corte, en la zona correspondiente a la médula, una mancha irregular de color café claro, de consistencia dura, inodora y de aspecto corchoso. En cortes longitudinales se observó que la mancha se extendía a lo largo de la columna central ó médula del tallo y no presentaba bifurcaciones. Al dividir longitudinalmente varios de los tallos, se observó, que la región de la mancha, se encontraba perforada completamente y presentaba pudrición y excrementos de insectos. En algunas muestras se encontraron hormigas. En varios de los tallos se encontraron malformaciones en la corteza a manera de hendiduras o agrietamientos. También se observó que una mancha similar se presentaba en las cicatrices dejadas en los puntos de inserción de algunas ramas que se habían secado.

El sistema radical no mostró síntomas externos particulares a excepción de agrietamientos y entrecruzamiento de algunas raíces. Al realizar

El cultivo de la caña de azúcar en el mundo ha crecido considerablemente en los últimos años, especialmente en América Latina y el Caribe, donde se ha convertido en uno de los principales productos agrícolas de exportación. Este cultivo requiere un manejo cuidadoso de los nutrientes, especialmente del nitrógeno, para garantizar un alto rendimiento y una buena calidad del azúcar.

El nitrógeno es un elemento esencial para el crecimiento de la caña de azúcar, ya que interviene en la síntesis de proteínas y en la formación de los cloroplastos. Sin embargo, un exceso de nitrógeno puede provocar problemas de nutrición y afectar la calidad del producto final. Por lo tanto, es fundamental aplicar el nitrógeno de manera adecuada y en las dosis correctas.

Existen varias fuentes de nitrógeno que se pueden utilizar en el cultivo de la caña de azúcar, como los fertilizantes sintéticos y los abonos orgánicos. Cada una de ellas tiene sus propias características y ventajas, por lo que es necesario evaluarlas cuidadosamente antes de tomar una decisión.

Manejo del nitrógeno en el cultivo de la caña de azúcar

El manejo del nitrógeno en el cultivo de la caña de azúcar debe basarse en un análisis cuidadoso de las necesidades de la planta y de las condiciones del suelo. Para ello, es necesario realizar análisis de suelo y de planta periódicamente, lo que permitirá determinar el nivel de nitrógeno disponible y la cantidad que debe ser aplicada.

Además, es importante tener en cuenta el tipo de suelo y el clima de la zona, ya que estos factores influyen en la disponibilidad del nitrógeno. En suelos con alta capacidad de retención de agua y nutrientes, se puede aplicar una mayor dosis de nitrógeno que en suelos con baja capacidad de retención.

En cuanto a la aplicación del nitrógeno, es recomendable utilizar fertilizantes de liberación lenta, que permitan una mayor eficiencia en el uso del nutriente. Además, es importante aplicar el nitrógeno en varias etapas del ciclo de vida de la planta, para garantizar un suministro constante de este nutriente.

ANÁLISIS DE LA PLANTA DE CAÑA DE AZÚCAR

El análisis de la planta de caña de azúcar es una herramienta fundamental para evaluar su estado nutricional y determinar las necesidades de fertilización. Este análisis se puede realizar en el laboratorio o en el campo, utilizando métodos sencillos y económicos.

El análisis de la planta de caña de azúcar se puede realizar mediante el uso de métodos químicos y físicos. Los métodos químicos consisten en la digestión de la muestra con ácidos fuertes, lo que permite determinar la concentración de nitrógeno total en la planta. Los métodos físicos, por otro lado, consisten en el uso de sensores que miden la reflectancia de la planta, lo que permite estimar su contenido de nitrógeno de manera rápida y sencilla.

El análisis de la planta de caña de azúcar debe realizarse de manera regular, especialmente durante las etapas de crecimiento y maduración. Esto permitirá detectar cualquier deficiencia o exceso de nutrientes a tiempo, lo que evitará problemas de nutrición y garantizará un alto rendimiento. Además, el análisis de la planta también puede utilizarse para evaluar la eficiencia en el uso del nitrógeno por parte de la planta, lo que es un indicador importante de su salud y productividad.

Al estudiar el cultivo en algunos árboles se observó un color amarillo en otros árboles se encontró en la parte central del árbol en la zona correspondiente a la inflorescencia, una mancha irregular de color rojo claro, de consistencia dura, hinchada y de superficie irregular. En otros lugares, además de amarillos que se ven en el tronco y la base de la inflorescencia, se observó la presencia de una mancha amarilla oscura. Al hacer un análisis de la muestra se encontró que el árbol tenía un contenido de nitrógeno muy bajo y un contenido de fósforo muy alto. En algunos casos, también se observó la presencia de una mancha amarilla oscura en la corteza de la planta, lo que puede ser un indicador de deficiencia de nitrógeno.

Manejo del nitrógeno en el cultivo de la caña de azúcar

El manejo del nitrógeno en el cultivo de la caña de azúcar debe basarse en un análisis cuidadoso de las necesidades de la planta y de las condiciones del suelo. Para ello, es necesario realizar análisis de suelo y de planta periódicamente, lo que permitirá determinar el nivel de nitrógeno disponible y la cantidad que debe ser aplicada.

La situación cafetera actual obliga a buscar alternativas para hacer más competitiva esta actividad; para lograrlo será necesario pasar de una caficultura extensiva, ineficiente y poco competitiva y transformarla en una actividad con un alto grado de competencia que le permita ser rentable. Para ello será necesario hacerla más intensiva nacional, regional y en cada predio, ubicando los cultivos en las áreas que ofrezcan las mejores ventajas para que la planta de café pueda expresar todo su potencial productivo y el caficultor tenga la oportunidad de administrarlo adecuadamente. La reconversión cafetera no implica la eliminación total del café; por el contrario busca hacerlo más eficiente para que este cultivo, combinado con otros renglones explotados en forma técnica, eficiente y rentable, se convierta en una alternativa económica al productor de la región cafetera.

Este cambio en la estructura cafetera, permitirá liberar áreas para el desarrollo de otras actividades agropecuarias que sean la fuente de generación de ingresos complementarios y que le ayuden no solo al adecuado manejo de su explotación, sino que también sea un soporte económico para mejorar la calidad de vida de su familia y sus trabajadores, en armonía con el medio ambiente.

En el desarrollo agrícola mundial, cada día se habla menos de "monocultivo", se tiende cada vez más hacia una agricultura diversificada; los sistemas de producción asociados o intercalados, van ganando interés por los productores de todas las categorías, puesto que ofrecen ventajas comparativas, especialmente en los trópicos, tales como: mayor eficiencia en la explotación de recurso tierra, uso más racional de la radiación, de los recursos hídricos, menores riesgos sanitarios y de comercialización, estabilidad de la mano de obra, mayor eficiencia de los recursos financieros, mejor rotación de capital y un flujo de caja más frecuente por los ingresos complementarios.

Dentro de las alternativas para el cumplimiento de la misión, especialmente en lo relativo al desarrollo y bienestar del caficultor, el de su familia y las zonas cafeteras, la diversificación agropecuaria ha cumplido y seguirá cumpliendo un papel funda-

mental puesto que está orientada al logro de los siguientes objetivos: garantizar la seguridad alimentaria de la población tanto de la región cafetera como del país, el fomento de la agroindustria de empleos remunerativos y estables, a generar la materia prima para nuestra naciente agroindustria buscando dar valor agregado a nuestros productores, al ahorro de divisas, a la explotación, para generar divisas y finalmente a la conservación del medio ambiente dentro del marco de la sostenibilidad.

Para alcanzar los anteriores objetivos, se desarrollan, en la zona cafetera diversos renglones agropecuarios entre otros: plátano, fríjol, maíz, frutas varias (cítricos, maracuyá, piña, tomate de árbol), pastos, ganadería de carne y leche, caucho, macadamia, morera, gusano de seda y especies forestales.

Dentro de los principales factores de la producción, la investigación cumple un importante papel como base fundamental para generar la tecnología necesaria para lograr competitividad en las diferentes actividades agropecuarias. Es por esto que en CENICAFE, a través del Programa ETIA se llevan a cabo diversos trabajos de investigación para dar apoyo y soporte técnico a los diferentes renglones de diversificación y a los empresarios que se han vinculado a la actividad diversificadora.

Se conducen investigaciones básicas y aplicadas en temas tan importantes como: introducción y evaluación de bancos de germoplasma, conservación de la biodiversidad, protección y conservación de suelos, sistemas de cultivo, sanidad, nutrición, control biológico, nutrición vegetal y animal. Estos se complementan con los estudios de caracterización fisicoquímica de nuestros productos, con base en los cuales se estructuran normas de calidad acordes con la producción nacional a fin de dar inicio a una gran campaña de "cultura de la calidad".

Para la ejecución de los programas de investigación en tan diversos aspectos, hemos buscado y logrado apoyo financiero de instituciones nacionales y extranjeras tales como: Unión Europea, BIRF, Ministerios de Agricultura y Medio Ambiente, Convenio Federacafé-Bancoldex y gremios como

La situación cafetera actual obliga a buscar alternativas para hacer más competitiva esta actividad; para lograrlo será necesario pasar de una caficultura extensiva, ineficiente y poco competitiva y transformarla en una actividad con un alto grado de competencia que le permita ser rentable. Para ello será necesario hacerla más intensiva nacional, regional y en cada predio, ubicando los cultivos en las áreas que ofrezcan las mejores ventajas para que la planta de café pueda expresar todo su potencial productivo y el caficultor tenga la oportunidad de administrarlo adecuadamente. La reconversión cafetera no implica la eliminación total del café; por el contrario busca hacerlo más eficiente para que este cultivo, combinado con otros renglones explotados en forma técnica, eficiente y rentable, se convierta en una alternativa económica al productor de la región cafetera.

Este cambio en la estructura cafetera, permitirá liberar áreas para el desarrollo de otras actividades agropecuarias que sean la fuente de generación de ingresos complementarios y que le ayuden no solo al adecuado manejo de su explotación, sino que también sea un soporte económico para mejorar la calidad de vida de su familia y sus trabajadores, en armonía con el medio ambiente.

En el desarrollo agrícola mundial, cada día se habla menos de "monocultivo", se tiende cada vez más hacia una agricultura diversificada; los sistemas de producción asociados o intercalados, van ganando interés por los productores de todas las categorías, puesto que ofrecen ventajas comparativas, especialmente en los trópicos, tales como: mayor eficiencia en la explotación de recurso tierra, uso más racional de la radiación, de los recursos hídricos, menores riesgos sanitarios y de comercialización, estabilidad de la mano de obra, mayor eficiencia de los recursos financieros, mejor rotación de capital y un flujo de caja más frecuente por los ingresos complementarios.

Dentro de las alternativas para el cumplimiento de la misión, especialmente en lo relativo al desarrollo y bienestar del caficultor, el de su familia y las zonas cafeteras, la diversificación agropecuaria ha cumplido y seguirá cumpliendo un papel funda-

mental puesto que está orientada al logro de los siguientes objetivos: garantizar la seguridad alimentaria de la población tanto de la región cafetera como del país, el fomento de la agroindustria de empleos remunerativos y estables, a generar la materia prima para nuestra naciente agroindustria buscando dar valor agregado a nuestros productores, al ahorro de divisas, a la explotación, para generar divisas y finalmente a la conservación del medio ambiente dentro del marco de la sostenibilidad.

Para alcanzar los anteriores objetivos, se desarrollan, en la zona cafetera diversos renglones agropecuarios entre otros: plátano, fríjol, maíz, frutas varias (cítricos, maracuyá, piña, tomate de árbol), pastos, ganadería de carne y leche, caucho, macadamia, morera, gusano de seda y especies forestales.

Dentro de los principales factores de la producción, la investigación cumple un importante papel como base fundamental para generar la tecnología necesaria para lograr competitividad en las diferentes actividades agropecuarias. Es por esto que en CENICAFE, a través del Programa ETIA se llevan a cabo diversos trabajos de investigación para dar apoyo y soporte técnico a los diferentes renglones de diversificación y a los empresarios que se han vinculado a la actividad diversificadora.

Se conducen investigaciones básicas y aplicadas en temas tan importantes como: introducción y evaluación de bancos de germoplasma, conservación de la biodiversidad, protección y conservación de suelos, sistemas de cultivo, sanidad, nutrición, control biológico, nutrición vegetal y animal. Estos se complementan con los estudios de caracterización fisicoquímica de nuestros productos, con base en los cuales se estructuran normas de calidad acordes con la producción nacional a fin de dar inicio a una gran campaña de "cultura de la calidad".

Para la ejecución de los programas de investigación en tan diversos aspectos, hemos buscado y logrado apoyo financiero de instituciones nacionales y extranjeras tales como: Unión Europea, BIRF, Ministerios de Agricultura y Medio Ambiente, Convenio Federacafé-Bancoldex y gremios como

cas físicas y químicas, existen diferencias significativas de los cítricos cultivados por debajo de los 900 m.s.n.m. y los cultivados por encima de los 901 m.s.n.m.

Por lo anterior y dado que entre 700 y 900 m. y por encima de 1350 m. no se encuentran cultivos comerciales representativos, fue necesario modificar los rangos altitudinales para la presentación de los resultados finales, los cuales se definieron así: Piso 1: 300 - 700 m y Piso 2: 900 - 1350 m.

La distribuciones de naranja Valencia, tangelo Mineola y lima Tahití muestran que a menor altitud (Piso 1) se presenta mayor porcentaje de fruta de mayor calibre, que en el Piso 2, es decir hay una relación inversa entre el tamaño y la altitud.

En la producción general los calibres (diámetro ecuatorial) más representativos en cada especie son:

- naranja Valencia de 72 - 83 mm. con 60,7%.
- tangelo Mineola de 72 - 81, 82 - 88 y 89 - 95 mm. con un total de 85,7%.
- lima Tahití de 50 - 59 mm. con 57,1%.

Las condiciones climáticas especialmente temperatura e intensidad lumínica, hacen que los frutos maduren en menor o mayor tiempo, por eso en la naranja Valencia cosechada en el Piso 1, presenta a partir del color 3 valores de índice de madurez superiores a 9,4°Brix/% A. cítrico, en tanto que la cultivada en el Piso 2, a partir del color 4 registra valores superiores a 8,64°Brix/% A. cítrico.

Independiente del piso térmico el tangelo Mineola presenta las mejores características sensoriales a partir del color 2, con valores de índice de madurez superiores 9,0°Brix/% A. cítrico.

Para la lima Tahití, los resultados de la caracterización física y química muestran que por la precocidad de la maduración de los frutos del Piso 1, la acidez en los primeros estados aumenta (de 5,0% A. cítrico en el color 0 a 5,9% A. cítrico en el color 2) y luego disminuye rápidamente.

Mientras que los frutos del Piso 2, debido a que el proceso de maduración es más lento, presentan un incremento de la acidez durante los 6 estados de madurez analizados, con valores de 5,2 % A. cítrico para el color 0 hasta 6,4 % A. cítrico para el color 5.

Se observaron diferencias en la coloración externa de la naranja Valencia y el tangelo Mineola, dado que el color también está influenciado por las condiciones ambientales (bajas temperaturas en la noche) durante el período de maduración. Estas diferencias se deben a que en los frutos cultivados a mayor altitud se favorece la degradación de clorofila (color verde), produciendo xantofilas (color anaranjado) lo que no sucede con los cultivados a menor altitud. Por esta razón fue necesario establecer una tabla de color por piso térmico.

MORA DE CASTILLA

La producción de mora se distribuye en el rango entre 14 y 22 mm. de diámetro mayor con el 86%, predominando el calibre de 19 a 22 mm que representa el 60% de la producción.

Al comparar la producción por departamentos Cundinamarca presentó mayor porcentaje de frutos de mayor calibre con relación a Risaralda y Antioquia.

Para una adecuada caracterización los parámetros que presentan mayor correlación con la tabla de color son:

- Los sólidos solubles totales desde 4,8° Brix en el color 0 hasta 7,2° Brix en el color 6.
- La acidez titulable desde 3,5% A. Málico en el color 2 hasta 2,5 % a. Málico en el color 6.

FRESA VAR. CHANDLER

Se confirmó la relación inversa entre la edad del cultivo y el calibre, es decir a mayor edad del cultivo se producen frutos de menor calibre:

cas físicas y químicas, existen diferencias significativas de los cítricos cultivados por debajo de los 900 m.s.n.m. y los cultivados por encima de los 901 m.s.n.m.

Por lo anterior y dado que entre 700 y 900 m. y por encima de 1350 m. no se encuentran cultivos comerciales representativos, fue necesario modificar los rangos altitudinales para la presentación de los resultados finales, los cuales se definieron así: Piso 1: 300 - 700 m y Piso 2: 900 - 1350 m.

La distribuciones de naranja Valencia, tangelo Mineola y lima Tahití muestran que a menor altitud (Piso 1) se presenta mayor porcentaje de fruta de mayor calibre, que en el Piso 2, es decir hay una relación inversa entre el tamaño y la altitud.

En la producción general los calibres (diámetro ecuatorial) más representativos en cada especie son:

- naranja Valencia de 72 - 83 mm. con 60,7%.
- tangelo Mineola de 72 - 81, 82 - 88 y 89 - 95 mm. con un total de 85,7%.
- lima Tahití de 50 - 59 mm. con 57,1%.

Las condiciones climáticas especialmente temperatura e intensidad lumínica, hacen que los frutos maduren en menor o mayor tiempo, por eso en la naranja Valencia cosechada en el Piso 1, presenta a partir del color 3 valores de índice de madurez superiores a 9,4°Brix/% A. cítrico, en tanto que la cultivada en el Piso 2, a partir del color 4 registra valores superiores a 8,64°Brix/% A. cítrico.

Independiente del piso térmico el tangelo Mineola presenta las mejores características sensoriales a partir del color 2, con valores de índice de madurez superiores 9,0°Brix/% A. cítrico.

Para la lima Tahití, los resultados de la caracterización física y química muestran que por la precocidad de la maduración de los frutos del Piso 1, la acidez en los primeros estados aumenta (de 5,0% A. cítrico en el color 0 a 5,9% A. cítrico en el color 2) y luego disminuye rápidamente.

Mientras que los frutos del Piso 2, debido a que el proceso de maduración es más lento, presentan un incremento de la acidez durante los 6 estados de madurez analizados, con valores de 5,2 % A. cítrico para el color 0 hasta 6,4 % A. cítrico para el color 5.

Se observaron diferencias en la coloración externa de la naranja Valencia y el tangelo Mineola, dado que el color también está influenciado por las condiciones ambientales (bajas temperaturas en la noche) durante el período de maduración. Estas diferencias se deben a que en los frutos cultivados a mayor altitud se favorece la degradación de clorofila (color verde), produciendo xantofilas (color anaranjado) lo que no sucede con los cultivados a menor altitud. Por esta razón fue necesario establecer una tabla de color por piso térmico.

MORA DE CASTILLA

La producción de mora se distribuye en el rango entre 14 y 22 mm. de diámetro mayor con el 86%, predominando el calibre de 19 a 22 mm que representa el 60% de la producción.

Al comparar la producción por departamentos Cundinamarca presentó mayor porcentaje de frutos de mayor calibre con relación a Risaralda y Antioquia.

Para una adecuada caracterización los parámetros que presentan mayor correlación con la tabla de color son:

- Los sólidos solubles totales desde 4,8° Brix en el color 0 hasta 7,2° Brix en el color 6.
- La acidez titulable desde 3,5% A. Málico en el color 2 hasta 2,5 % a. Málico en el color 6.

FRESA VAR. CHANDLER

Se confirmó la relación inversa entre la edad del cultivo y el calibre, es decir a mayor edad del cultivo se producen frutos de menor calibre:

HIGO

Durante 1996 se recopiló el 90% de la información a nivel de campo. Se procesó la información de los datos obtenidos del calibrado y las diferentes pruebas físicas y químicas

Para la caracterización del higo y teniendo en cuenta el rango altitudinal en el que se cultiva, se definieron tres pisos térmicos, para los cuales los porcentajes de fruta entre 101 y 200 g son los siguientes:

Piso 1: 1650 - 1850 m.s.n.m. con 92,1%

Piso 2: 1851 - 2050 m.s.n.m. con 88,7%

Piso 3: 2051 - 2250 m.s.n.m. con 78,3%

Por lo anterior, a mayor altitud hay una tendencia a producir menor cantidad de frutos en éste rango de peso.

Independiente del piso térmico, el 76% de la producción está en los calibres de 101- 130 y 131 - 160 g.

En cuanto a la calidad interna del fruto, las características físicas y químicas, son independientes de la altitud y del calibre.

El contenido de pulpa es el parámetro que mejor se relaciona con la tabla de color con valores de 45% para el color 0 hasta 55% para el color 6, por lo tanto se debe utilizar como índice de madurez.

Con los resultados de la caracterización interna, el higo puede ser comercializado desde los estados iniciales de madurez, debido a que presenta buenas características sensoriales desde el color 0 manteniéndose casi constante hasta el color 6.

PIÑA MANZANA

La producción general de la piña Manzana se encuentra distribuida en el rango de peso entre 1251 y 2350 g con 84%, predominando los calibres de 1651 - 1950 g con un 30,8% y 1951 - 2350 g con un 33,2%.

Los análisis físicos y químicos se realizaron por zonas o tercios (de la base hacia la corona y de la cáscara hacia el corazón) y en el fruto entero, dando como resultado, que no existen diferencias en las características físicas y químicas de la piña en las distintas zonas analizadas. Por lo tanto para evaluar la calidad interna de éste producto se debe utilizar el fruto entero.

De todas las pruebas realizadas la que mejor correlación presenta con la tabla de color es la de los sólidos solubles totales desde 9,1 °Brix en el color 0 hasta 12,1 °Brix en el color 5.

ESPÁRRAGO

El 92,4% de la producción general se encuentra distribuida en los calibres de 6,1 a 12,0, 12,1 a 16,0 y 16,1 a 19,5 mm de diámetro mayor.

Los calibres obtenidos mediante el método propuesto para la investigación son iguales a los utilizados en la comercialización. Es importante resaltar que en términos generales la producción es homogénea en cuanto a la proporción de los diferentes calibres en las zonas evaluadas.

ALCACHOFA

La producción de alcachofa se concentra en el rango de calibre de 61 a 110 mm de diámetro mayor con el 80,2%, predominando los calibres 76-90 mm y 91-110 mm con el 60%. Es importante tener en cuenta que los calibres 39 mm y 131 mm presentan valores muy bajos dentro de la producción total (0,6 y 0,9% respectivamente).

Con el proceso de caracterización de frutas y hortalizas, se concluyó lo siguiente:

1. Los resultados de los análisis físicos y químicos mostraron que el calibre no presenta una relación directa con las características internas.
2. La tabla de color es un elemento útil, ya que permite estimar visualmente las características internas de los frutos a través de los cambios en la coloración externa. Esto facilitará el

HIGO

Durante 1996 se recopiló el 90% de la información a nivel de campo. Se procesó la información de los datos obtenidos del calibrado y las diferentes pruebas físicas y químicas

Para la caracterización del higo y teniendo en cuenta el rango altitudinal en el que se cultiva, se definieron tres pisos térmicos, para los cuales los porcentajes de fruta entre 101 y 200 g son los siguientes:

Piso 1: 1650 - 1850 m.s.n.m. con 92,1%

Piso 2: 1851 - 2050 m.s.n.m. con 88,7%

Piso 3: 2051 - 2250 m.s.n.m. con 78,3%

Por lo anterior, a mayor altitud hay una tendencia a producir menor cantidad de frutos en éste rango de peso.

Independiente del piso térmico, el 76% de la producción está en los calibres de 101- 130 y 131 - 160 g.

En cuanto a la calidad interna del fruto, las características físicas y químicas, son independientes de la altitud y del calibre.

El contenido de pulpa es el parámetro que mejor se relaciona con la tabla de color con valores de 45% para el color 0 hasta 55% para el color 6, por lo tanto se debe utilizar como índice de madurez.

Con los resultados de la caracterización interna, el higo puede ser comercializado desde los estados iniciales de madurez, debido a que presenta buenas características sensoriales desde el color 0 manteniéndose casi constante hasta el color 6.

PIÑA MANZANA

La producción general de la piña Manzana se encuentra distribuida en el rango de peso entre 1251 y 2350 g con 84%, predominando los calibres de 1651 - 1950 g con un 30,8% y 1951 - 2350 g con un 33,2%.

Los análisis físicos y químicos se realizaron por zonas o tercios (de la base hacia la corona y de la cáscara hacia el corazón) y en el fruto entero, dando como resultado, que no existen diferencias en las características físicas y químicas de la piña en las distintas zonas analizadas. Por lo tanto para evaluar la calidad interna de éste producto se debe utilizar el fruto entero.

De todas las pruebas realizadas la que mejor correlación presenta con la tabla de color es la de los sólidos solubles totales desde 9,1 °Brix en el color 0 hasta 12,1 °Brix en el color 5.

ESPÁRRAGO

El 92,4% de la producción general se encuentra distribuida en los calibres de 6,1 a 12,0, 12,1 a 16,0 y 16,1 a 19,5 mm de diámetro mayor.

Los calibres obtenidos mediante el método propuesto para la investigación son iguales a los utilizados en la comercialización. Es importante resaltar que en términos generales la producción es homogénea en cuanto a la proporción de los diferentes calibres en las zonas evaluadas.

ALCACHOFA

La producción de alcachofa se concentra en el rango de calibre de 61 a 110 mm de diámetro mayor con el 80,2%, predominando los calibres 76-90 mm y 91-110 mm con el 60%. Es importante tener en cuenta que los calibres 39 mm y 131 mm presentan valores muy bajos dentro de la producción total (0,6 y 0,9% respectivamente).

Con el proceso de caracterización de frutas y hortalizas, se concluyó lo siguiente:

1. Los resultados de los análisis físicos y químicos mostraron que el calibre no presenta una relación directa con las características internas.
2. La tabla de color es un elemento útil, ya que permite estimar visualmente las características internas de los frutos a través de los cambios en la coloración externa. Esto facilitará el

Tabla 1. PRODUCCIÓN PROMEDIO DE LÁMINA ÁRBOL/AÑO - ANÁLISIS DESCRIPTIVO- EVALUACIÓN DE CLONES DE CAUCHO

AÑO/CLON	CLONES BRASILEROS			CLONES ORIENTALES					
	FX 3464	IAN 873	IAN 710	IR 22	IR 42	RRIC 110	PB 235	RRIM 703	RRIC 102
1	0.40	0.81	0.60	0.55	0.84	0.83	0.31	1.75	1.01
2	1.10	1.30	1.20	2.67	3.14	3.24	1.23	7.24	1.43
3	2.30	2.59	1.78	2.35	3.30	3.30	1.34	4.34	
4	3.50	2.54	2.53						
5	2.79	2.05	1.86						

CÍTRICOS

- Los trabajos de evaluación de variedades han permitido preseleccionar variedades de naranja de doble propósito (Hamlin, Salustiana, Enterprise) puesto que presentan muy buenas características de productividad y calidad; ello permitirá a los citricultores, aumentar la gama de cultivares en sus huertos para satisfacer los diferentes mercados.
- Con relación a los portainjertos (patrones) se destaca el excelente comportamiento de los patrones trifoliados, por su producción, compatibilidad y calidad. Además por su porte bajo, ofrecen una ventaja adicional para lograr una mayor eficiencia de la mano de obra, bajar costos de recolección y manejo de los huertos. El uso de patrones de porte bajo se constituye en una alternativa para el desarrollo de una citricultura más competitiva.
- La introducción y evaluación del nuevo germoplasma compuesto por diversos materiales de naranja, mandarina e híbridos, se constituye en un gran apoyo para el futuro de la citricultura por la posibilidad de incrementar la oferta de cítricos para los diferentes mercados tanto en fresco como procesado.

FORESTAL

Al interior de los Andes Colombianos, la faja altitudinal de terrenos comprendido entre los 1.000 y 2.000 msnm es de aproximadamente 4 millones de hectáreas, ubicadas sobre el complejo orográfico del país y conformada principalmente por una topografía de montaña, con suelos altamente susceptibles a la erosión y por ende de aptitud agroforestal con fines productores y/o productores-protectores.

Así mismo, son estas áreas las que concentran gran parte de la población colombiana, **como también la gran mayoría de la caficultura** y un sin número de cultivos agrícolas y actividades pecuarias. Esta concentración de actividades implica una presión para un uso intensivo del suelo, generando un acelerado proceso de deterioro ambiental, principalmente por la deforestación, erosión y contaminación de las fuentes de agua. Deterioro que se acelera aun más por irresponsabilidad, desconocimiento, falta de recursos y tecnologías apropiadas que permitan una utilización integrada de los recursos naturales de manera sostenida.

Según cifras de la FAO, Colombia ocupa el noveno lugar entre los países con mayor área con

Tabla 1. PRODUCCIÓN PROMEDIO DE LÁMINA ÁRBOL/AÑO - ANÁLISIS DESCRIPTIVO- EVALUACIÓN DE CLONES DE CAUCHO

AÑO/CLON	CLONES BRASILEROS			CLONES ORIENTALES					
	FX 3464	IAN 873	IAN 710	IR 22	IR 42	RRIC 110	PB 235	RRIM 703	RRIC 102
1	0.40	0.81	0.60	0.55	0.84	0.83	0.31	1.75	1.01
2	1.10	1.30	1.20	2.67	3.14	3.24	1.23	7.24	1.43
3	2.30	2.59	1.78	2.35	3.30	3.30	1.34	4.34	
4	3.50	2.54	2.53						
5	2.79	2.05	1.86						

CÍTRICOS

- Los trabajos de evaluación de variedades han permitido preseleccionar variedades de naranja de doble propósito (Hamlin, Salustiana, Enterprise) puesto que presentan muy buenas características de productividad y calidad; ello permitirá a los citricultores, aumentar la gama de cultivares en sus huertos para satisfacer los diferentes mercados.
- Con relación a los portainjertos (patrones) se destaca el excelente comportamiento de los patrones trifoliados, por su producción, compatibilidad y calidad. Además por su porte bajo, ofrecen una ventaja adicional para lograr una mayor eficiencia de la mano de obra, bajar costos de recolección y manejo de los huertos. El uso de patrones de porte bajo se constituye en una alternativa para el desarrollo de una citricultura más competitiva.
- La introducción y evaluación del nuevo germoplasma compuesto por diversos materiales de naranja, mandarina e híbridos, se constituye en un gran apoyo para el futuro de la citricultura por la posibilidad de incrementar la oferta de cítricos para los diferentes mercados tanto en fresco como procesado.

FORESTAL

Al interior de los Andes Colombianos, la faja altitudinal de terrenos comprendido entre los 1.000 y 2.000 msnm es de aproximadamente 4 millones de hectáreas, ubicadas sobre el complejo orográfico del país y conformada principalmente por una topografía de montaña, con suelos altamente susceptibles a la erosión y por ende de aptitud agroforestal con fines productores y/o productores-protectores.

Así mismo, son estas áreas las que concentran gran parte de la población colombiana, **como también la gran mayoría de la caficultura** y un sin número de cultivos agrícolas y actividades pecuarias. Esta concentración de actividades implica una presión para un uso intensivo del suelo, generando un acelerado proceso de deterioro ambiental, principalmente por la deforestación, erosión y contaminación de las fuentes de agua. Deterioro que se acelera aun más por irresponsabilidad, desconocimiento, falta de recursos y tecnologías apropiadas que permitan una utilización integrada de los recursos naturales de manera sostenida.

Según cifras de la FAO, Colombia ocupa el noveno lugar entre los países con mayor área con

can que para el año 96 se tuvo una tendencia a mantener niveles de daño inferiores al 10%, los cuales se han logrado gracias al estricto manejo cultural que se viene realizando semanalmente a los lotes de la subestación.

Las evaluaciones de caída prematura de frutos biches reportan para el año 96 una tendencia a disminuir sus valores drásticamente (de 40% a 20%) debido posiblemente a condiciones climáticas registradas para este año en esa localidad.

El sistema de producción macadamia intercalado con café, en sus tres primeros años ha mostrado un excelente comportamiento fitosanitario de los dos cultivos como productivo del café.

PASSIFLORACEAS

El potencial de producción, la calidad y la longevidad que han mostrado algunas de las variedades evaluadas, abren la posibilidad de renovar las variedades cultivadas en el país durante muchos años, las cuales por las mezclas sucesivas han perdido características deseables lo que ha incidido notoriamente en la disminución de la productividad, la calidad y el ciclo productivo.

La alternativa de multiplicarlas vegetativamente asegura la estabilidad de las variedades, base fundamental para obtener plantaciones homogéneas y productos de buena calidad.

PLÁTANO

Estudio de germoplasma: La primera cosecha de los híbridos mejorados FHIA-1, FHIA-2 y FHIA-3 en la Estación Central Naranjal mostró baja producción: racimos promedio de 12, 11 y 10 Kg respectivamente. Los períodos siembra-cosecha fueron en su orden: 14-14 y 15 meses para FHIA-1, FHIA-2 Y FHIA-3. Además el FHIA-3(banano de cocción) ha presentado muy irregular desarrollo foliar y alta susceptibilidad a Sigatoka amarilla.

En general en la Estación Central Naranjal, no se ha presentado buena respuesta en éstos híbridos a la interacción medio-manejo.

Comportamiento agroeconómico de distintos

materiales de siembra: Se obtuvo la primera cosecha comparando tres tipos de semilla: Vitroplantas, plántulas de almácigo y agujas tradicionales, en dos condiciones diferentes: Subestación Paraguaicito (Ecotopo 211A) y Hda. Chagualito (Ecotopo 206A).

En Paraguaicito no hubo efecto del material de siembra en peso y calidad con un promedio de 15 Kg/racimo y 77% de racimos de primera clase, mientras en Chagualito fueron mejores vitroplantas y agujas con promedios de 20 Kg/racimo y 89% de racimos de primera clase.

Más importante que el efecto del material de siembra en la producción ha sido el de la condición pedoclimática, más favorable en Chagualito. A pesar de la diferencia estadística encontrada y para condiciones como las del experimento, se podría recomendar cualquier material, pues la diferencia esperada (1,15 Kg) no tiene significado comercial.

Ecofisiología: Metabolismo primario (fotosíntesis) y secundario y su relación con el comportamiento frente a Cercosporiasis (Sigatoka).

Este estudio se inició con dominico hartón y dos musáceas de referencia con reacción diferencial a Cercosporiasis: FHIA-1 y Fougamou en 4 parcelas entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m.. Se tomó la información sobre fijación del CO₂ con las tres variedades dentro de diversas condiciones ambientales (radiación, temperatura).

FHIA-1 y Fougamou presentaron tasas medias de fijación similares: 11,4 Mg CO₂/m²-h. y dominico hartón un 25% menos: 8,7 Mg CO₂/m²-h. Hay efecto de la altitud: a 1.000 m.s.n.m, todas las variedades tuvieron las menores tasas, mientras las máximas se comportaron así: Dominico Hartón a 1.300 m.s.n.m FHIA-1 a 1.380 m.s.n.m y Fougamou a 1.900 m.s.n.m, lo cual significa diferente adaptabilidad ecológica. Las tres variedades tienen características fotosintéticas C-3. La radicación fotosintéticamente activa alcanzó cifras hasta 2.000 µE/m²-S y su característica es la gran variabilidad (pendiente nubosidad).

Susceptibilidad a Cercosporiasis (Sigatoka): En las mismas plantas y parcelas se mide siguiendo la

can que para el año 96 se tuvo una tendencia a mantener niveles de daño inferiores al 10%, los cuales se han logrado gracias al estricto manejo cultural que se viene realizando semanalmente a los lotes de la subestación.

Las evaluaciones de caída prematura de frutos biches reportan para el año 96 una tendencia a disminuir sus valores drásticamente (de 40% a 20%) debido posiblemente a condiciones climáticas registradas para este año en esa localidad.

El sistema de producción macadamia intercalado con café, en sus tres primeros años ha mostrado un excelente comportamiento fitosanitario de los dos cultivos como productivo del café.

PASSIFLORACEAS

El potencial de producción, la calidad y la longevidad que han mostrado algunas de las variedades evaluadas, abren la posibilidad de renovar las variedades cultivadas en el país durante muchos años, las cuales por las mezclas sucesivas han perdido características deseables lo que ha incidido notoriamente en la disminución de la productividad, la calidad y el ciclo productivo.

La alternativa de multiplicarlas vegetativamente asegura la estabilidad de las variedades, base fundamental para obtener plantaciones homogéneas y productos de buena calidad.

PLÁTANO

Estudio de germoplasma: La primera cosecha de los híbridos mejorados FHIA-1, FHIA-2 y FHIA-3 en la Estación Central Naranjal mostró baja producción: racimos promedio de 12, 11 y 10 Kg respectivamente. Los períodos siembra-cosecha fueron en su orden: 14-14 y 15 meses para FHIA-1, FHIA-2 Y FHIA-3. Además el FHIA-3(banano de cocción) ha presentado muy irregular desarrollo foliar y alta susceptibilidad a Sigatoka amarilla.

En general en la Estación Central Naranjal, no se ha presentado buena respuesta en éstos híbridos a la interacción medio-manejo.

Comportamiento agroeconómico de distintos

materiales de siembra: Se obtuvo la primera cosecha comparando tres tipos de semilla: Vitroplantas, plántulas de almácigo y agujas tradicionales, en dos condiciones diferentes: Subestación Paraguaicito (Ecotopo 211A) y Hda. Chagualito (Ecotopo 206A).

En Paraguaicito no hubo efecto del material de siembra en peso y calidad con un promedio de 15 Kg/racimo y 77% de racimos de primera clase, mientras en Chagualito fueron mejores vitroplantas y agujas con promedios de 20 Kg/racimo y 89% de racimos de primera clase.

Más importante que el efecto del material de siembra en la producción ha sido el de la condición pedoclimática, más favorable en Chagualito. A pesar de la diferencia estadística encontrada y para condiciones como las del experimento, se podría recomendar cualquier material, pues la diferencia esperada (1,15 Kg) no tiene significado comercial.

Ecofisiología: Metabolismo primario (fotosíntesis) y secundario y su relación con el comportamiento frente a Cercosporiasis (Sigatoka).

Este estudio se inició con dominico hartón y dos musáceas de referencia con reacción diferencial a Cercosporiasis: FHIA-1 y Fougamou en 4 parcelas entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m.. Se tomó la información sobre fijación del CO₂ con las tres variedades dentro de diversas condiciones ambientales (radiación, temperatura).

FHIA-1 y Fougamou presentaron tasas medias de fijación similares: 11,4 Mg CO₂/m²-h. y dominico hartón un 25% menos: 8,7 Mg CO₂/m²-h. Hay efecto de la altitud: a 1.000 m.s.n.m, todas las variedades tuvieron las menores tasas, mientras las máximas se comportaron así: Dominico Hartón a 1.300 m.s.n.m FHIA-1 a 1.380 m.s.n.m y Fougamou a 1.900 m.s.n.m, lo cual significa diferente adaptabilidad ecológica. Las tres variedades tienen características fotosintéticas C-3. La radicación fotosintéticamente activa alcanzó cifras hasta 2.000 µE/m²-S y su característica es la gran variabilidad (pendiente nubosidad).

Susceptibilidad a Cercosporiasis (Sigatoka): En las mismas plantas y parcelas se mide siguiendo la

tuvieron niveles de colonización promedio del 80 %. Las plantas inoculadas con *S. heterogama* presentaron un estado nutricional y un desarrollo vegetativo sin diferencias significativas con respecto al testigo, debido posiblemente a los bajos niveles de colonización radical (15 %). Estas diferencias altamente significativas en la efectividad de las especies fue explicada como el efecto de una alta especificidad entre los simbioses.

PRODUCCIÓN ANIMAL

1. Gracias a la información generada en años anteriores con los trabajos desarrollados en la Hda. La Romelia, en las áreas de pastos, con énfasis en la selección, establecimiento y manejo de materiales de gramíneas y leguminosas solas y en asociación; en el área de sanidad y manejo del ganado, se pudo llevar a cabo una muy buena labor de transferencia de tecnología. De esta manera dio apoyo a entidades como: Comités de Cafeteros, UMATAS, CORPOICA, Secretarías de Agricultura de varios departamentos, universidades e incluso a los productores, con miras a tener en la ganadería una alternativa rentable en la zona cafetera.

Dentro de esta labor de transferencia se destaca la visita de 3.098 personas, la realización de talleres, días de campo y conferencias. El 80% de los visitantes tienen un mayor interés en el área de selección, establecimiento y manejo de praderas

2. Continuando con los trabajos en cooperación con el CIAT, en lo que respecta a la adaptación y manejo de los materiales *Arachis pintoii* y *glabrata*, se puede decir que el comportamiento de estos materiales en la Subestación de la Romelia, durante el período de establecimiento y bajo el efecto del pastoreo es similar a lo encontrado por el CIAT en otras regiones del país (Popayán, Florencia, Carimagua y Villavicencio). Encontrando materiales como CIAT 18744 - 18748 y 22160 muy resistentes al pisoteo y con buena adaptación a las condiciones de clima y suelo de la zona cafetera.

Este año se establecieron en la Subestación del Rosario 35 ecotipos de *Arachis* con el fin de estudiar su adaptación en esta zona.

Durante el año se elaboró un avance técnico sobre *Arachis pintoii*.

3. Con respecto al ganado de leche se puede hablar de una disminución considerable alrededor del 85 % en la presentación de las patologías más frecuentes, con respecto a los años inmediatamente anteriores. Cabe destacar aquí la disminución de las patologías de tipo reproductivo (retenciones de placenta y metritis principalmente). Esto por implementar mayor número de prácticas de tipo preventivo.
4. Como resultado del pastoreo rotacional del hatillo lechero en praderas en buen estado, se ha disminuido en un 15% el costo por alimentación del ganado; además se redujo a 32 meses la edad del primer parto (que en promedio era de 36 meses).
5. Comparando la producción de leche (12,51 L/vaca/día) en pasturas asociadas (gramíneas más leguminosas), con la obtenida en gramíneas puras (10,28 L/vaca/día) se obtiene un incremento del 21,7% a favor de las pasturas asociadas.
6. Las pasturas asociadas han permitido disminuir considerablemente los costos de producción, al mejorar la ganancia/animal y al aumentar la capacidad de carga, permitiendo obtener una mayor rentabilidad en ventas para la granja, a pesar que los precios de la carne se mantienen estables desde hace 4 años (\$ 1000 Kg/pie).

Al comparar los resultados de la investigación de pastura de *Brachiaria decumbens* - *Leucaena leucecephala*, praderas con 15 años de establecidas y hasta 6 sin fertilización, con praderas de *Brachiaria* y *Estrella* solas, se ha demostrado que es posible alcanzar ganancias hasta de 150 g animal/día con seis animales por hectárea. Lo que quiere decir que se pueden obtener 27 Kg de carne/ha/mes más, lo que equivale a 324 Kg de carne/ha año.

tuvieron niveles de colonización promedio del 80 %. Las plantas inoculadas con *S. heterogama* presentaron un estado nutricional y un desarrollo vegetativo sin diferencias significativas con respecto al testigo, debido posiblemente a los bajos niveles de colonización radical (15 %). Estas diferencias altamente significativas en la efectividad de las especies fue explicada como el efecto de una alta especificidad entre los simbioses.

PRODUCCIÓN ANIMAL

1. Gracias a la información generada en años anteriores con los trabajos desarrollados en la Hda. La Romelia, en las áreas de pastos, con énfasis en la selección, establecimiento y manejo de materiales de gramíneas y leguminosas solas y en asociación; en el área de sanidad y manejo del ganado, se pudo llevar a cabo una muy buena labor de transferencia de tecnología. De esta manera dio apoyo a entidades como: Comités de Cafeteros, UMATAS, CORPOICA, Secretarías de Agricultura de varios departamentos, universidades e incluso a los productores, con miras a tener en la ganadería una alternativa rentable en la zona cafetera.

Dentro de esta labor de transferencia se destaca la visita de 3.098 personas, la realización de talleres, días de campo y conferencias. El 80% de los visitantes tienen un mayor interés en el área de selección, establecimiento y manejo de praderas

2. Continuando con los trabajos en cooperación con el CIAT, en lo que respecta a la adaptación y manejo de los materiales *Arachis pintoi* y *glabrata*, se puede decir que el comportamiento de estos materiales en la Subestación de la Romelia, durante el período de establecimiento y bajo el efecto del pastoreo es similar a lo encontrado por el CIAT en otras regiones del país (Popayán, Florencia, Carimagua y Villavicencio). Encontrando materiales como CIAT 18744 - 18748 y 22160 muy resistentes al pisoteo y con buena adaptación a las condiciones de clima y suelo de la zona cafetera.

Este año se establecieron en la Subestación del Rosario 35 ecotipos de *Arachis* con el fin de estudiar su adaptación en esta zona.

Durante el año se elaboró un avance técnico sobre *Arachis pintoi*.

3. Con respecto al ganado de leche se puede hablar de una disminución considerable alrededor del 85 % en la presentación de las patologías más frecuentes, con respecto a los años inmediatamente anteriores. Cabe destacar aquí la disminución de las patologías de tipo reproductivo (retenciones de placenta y metritis principalmente). Esto por implementar mayor número de prácticas de tipo preventivo.
4. Como resultado del pastoreo rotacional del hato lechero en praderas en buen estado, se ha disminuido en un 15% el costo por alimentación del ganado; además se redujo a 32 meses la edad del primer parto (que en promedio era de 36 meses).
5. Comparando la producción de leche (12,51 L/vaca/día) en pasturas asociadas (gramíneas más leguminosas), con la obtenida en gramíneas puras (10,28 L/vaca/día) se obtiene un incremento del 21,7% a favor de las pasturas asociadas.
6. Las pasturas asociadas han permitido disminuir considerablemente los costos de producción, al mejorar la ganancia/animal y al aumentar la capacidad de carga, permitiendo obtener una mayor rentabilidad en ventas para la granja, a pesar que los precios de la carne se mantienen estables desde hace 4 años (\$ 1000 Kg/pie).

Al comparar los resultados de la investigación de pastura de *Brachiaria decumbens* - *Leucaena leucecephala*, praderas con 15 años de establecidas y hasta 6 sin fertilización, con praderas de *Brachiaria* y *Estrella* solas, se ha demostrado que es posible alcanzar ganancias hasta de 150 g animal/día con seis animales por hectárea. Lo que quiere decir que se pueden obtener 27 Kg de carne/ha/mes más, lo que equivale a 324 Kg de carne/ha año.

mas de interés empresarial, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, asesorías técnicas y consultoría en áreas tales como: Análisis químico y sensorial, industrialización del café y otros productos e instrumentación.

En cuanto al Análisis Químico y Sensorial, se realizan trabajos sobre análisis sensorial, correlaciones y calidad, composición química, mediadores químicos en insectos de importancia económica para el café, con el propósito de medir y evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas del café y de productos naturales de diversificación, a fin de controlar y/o mejorar procesos de almacenamiento e industrialización. Además, desarrollar métodos de análisis químico instrumental y sensorial para establecer correlaciones entre calidad y propiedades físicas, químicas y organolépticas de los cafés, para generar información objetiva que facilite juzgar la calidad y mejorar el manejo de la comercialización del café verde.

En cuanto a Industrialización del café y otros productos, se desarrollan investigaciones sobre tecnología del café tostado y molido, tecnología de cafés solubles, humedad de granos de café y sus productos, industrialización de otros productos, normalización, apoyo y transferencia de tecnología, con el propósito de mejorar el conocimiento del café verde como materia prima industrial, desde el punto de vista físico-químico, y de los productos que de él se derivan.

Se realizan investigaciones que contribuyan a desarrollar la tecnología de los procesos de producción del café tostado y molido, de los extractos de café y de los cafés solubles, con el fin de lograr un mejor control de las operaciones involucradas, de la eficiencia de los procesos, y de la calidad del producto, en apoyo a la industria torrefactora y de solubles, con miras a incrementar su consumo y competitividad en el mercado nacional e internacional. Además, investigar y transferir tecnología, a nivel experimental y a escala, sobre industrialización de productos de diversificación de la zona cafetera.

Se efectúan además investigaciones en Instrumentación, como son diseño y desarrollo, apoyo y mantenimiento, para investigar, generar y contri-

buir a mejorar el conocimiento, desarrollo, función, uso, aplicaciones, mantenimiento y servicio de instrumentación científica y técnica, de uso general en la experimentación en agricultura, industria y comercio del café y otros productos naturales, con base en el Laboratorio de Electrónica y necesidades de las Disciplinas de investigación en Cenicafe.

INVESTIGACIONES

La labor de investigación realizada en el Programa de Industrialización en la presente vigencia se ha enfocado principalmente en las siguientes áreas:

1. Desarrollo de la tecnología del proceso de producción y calidad del café tostado y molido con el propósito de incrementar su consumo y competitividad en el mercado nacional e internacional.
 - 1.1 Con este objeto se estudió la etapa crítica del enfriamiento en la torrefacción, utilizando la técnica de enfriamiento con aspersión de agua (Quenching) para conocer en detalle la influencia de la velocidad de aspersión del agua (6 y 8 ml/s), la relación de la cantidad de agua a cantidad de carga del café de cada tostación (8%, 12%, 16%) y la calidad de agua utilizada (corriente, cristal, microfiltrada).

De los análisis fisicoquímicos y organolépticos para los diferentes ensayos para el café tipo consumo, se concluye que el enfriamiento con aspersión de agua produce un café de mejor calidad que el obtenido con enfriamiento convencional de aire. Esto se manifiesta en un mayor contenido de sólidos solubles en la extracción, y mayor tamaño de partícula promedio en la molienda lo que reduce la cantidad de partículas finas. Con los valores de velocidad de 6 ml / s y relación agua-café de 16% se obtienen los máximos grados de intensidad del aroma del tostado y molido como el aroma de la bebida, sin importar la caldidad de agua que se utilice. Así, la aplicación del enfriamiento con agua en la torrefacción se muestra como como un

mas de interés empresarial, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, asesorías técnicas y consultoría en áreas tales como: Análisis químico y sensorial, industrialización del café y otros productos e instrumentación.

En cuanto al Análisis Químico y Sensorial, se realizan trabajos sobre análisis sensorial, correlaciones y calidad, composición química, mediadores químicos en insectos de importancia económica para el café, con el propósito de medir y evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas del café y de productos naturales de diversificación, a fin de controlar y/o mejorar procesos de almacenamiento e industrialización. Además, desarrollar métodos de análisis químico instrumental y sensorial para establecer correlaciones entre calidad y propiedades físicas, químicas y organolépticas de los cafés, para generar información objetiva que facilite juzgar la calidad y mejorar el manejo de la comercialización del café verde.

En cuanto a Industrialización del café y otros productos, se desarrollan investigaciones sobre tecnología del café tostado y molido, tecnología de cafés solubles, humedad de granos de café y sus productos, industrialización de otros productos, normalización, apoyo y transferencia de tecnología, con el propósito de mejorar el conocimiento del café verde como materia prima industrial, desde el punto de vista físico-químico, y de los productos que de él se derivan.

Se realizan investigaciones que contribuyan a desarrollar la tecnología de los procesos de producción del café tostado y molido, de los extractos de café y de los cafés solubles, con el fin de lograr un mejor control de las operaciones involucradas, de la eficiencia de los procesos, y de la calidad del producto, en apoyo a la industria torrefactora y de solubles, con miras a incrementar su consumo y competitividad en el mercado nacional e internacional. Además, investigar y transferir tecnología, a nivel experimental y a escala, sobre industrialización de productos de diversificación de la zona cafetera.

Se efectúan además investigaciones en Instrumentación, como son diseño y desarrollo, apoyo y mantenimiento, para investigar, generar y contri-

buir a mejorar el conocimiento, desarrollo, función, uso, aplicaciones, mantenimiento y servicio de instrumentación científica y técnica, de uso general en la experimentación en agricultura, industria y comercio del café y otros productos naturales, con base en el Laboratorio de Electrónica y necesidades de las Disciplinas de investigación en Cenicafe.

INVESTIGACIONES

La labor de investigación realizada en el Programa de Industrialización en la presente vigencia se ha enfocado principalmente en las siguientes áreas:

1. Desarrollo de la tecnología del proceso de producción y calidad del café tostado y molido con el propósito de incrementar su consumo y competitividad en el mercado nacional e internacional.
 - 1.1 Con este objeto se estudió la etapa crítica del enfriamiento en la torrefacción, utilizando la técnica de enfriamiento con aspersión de agua (Quenching) para conocer en detalle la influencia de la velocidad de aspersión del agua (6 y 8 ml/s), la relación de la cantidad de agua a cantidad de carga del café de cada tostación (8%, 12%, 16%) y la calidad de agua utilizada (corriente, cristal, microfiltrada).

De los análisis fisicoquímicos y organolépticos para los diferentes ensayos para el café tipo consumo, se concluye que el enfriamiento con aspersión de agua produce un café de mejor calidad que el obtenido con enfriamiento convencional de aire. Esto se manifiesta en un mayor contenido de sólidos solubles en la extracción, y mayor tamaño de partícula promedio en la molienda lo que reduce la cantidad de partículas finas. Con los valores de velocidad de 6 ml / s y relación agua-café de 16% se obtienen los máximos grados de intensidad del aroma del tostado y molido como el aroma de la bebida, sin importar la caldidad de agua que se utilice. Así, la aplicación del enfriamiento con agua en la torrefacción se muestra como como un

3. Otro campo de investigación en el Programa de Industrialización trata de la búsqueda de nuevos usos del café y sus derivados, y de otros productos de diversificación, nuevas tecnologías que tengan en cuenta las condiciones particulares de la materia prima y las tendencias de los consumidores. Bajo esta consideración, se adelantan los siguientes trabajos, presentados como investigaciones al Comité Coordinador de Investigaciones en el curso de este año:

- Influencia de los sistemas de torrefacción y enfriamiento no convencionales sobre la calidad del productos final
- Extracción de aceite esencial de café, a partir de cafés de bajo precio: Café brocado.
- Utilización de enzimas hidrolíticas en la extracción de café

Obtención de extractos de café pasteurizados

- Aprovechamiento de los subproductos provenientes de la industria del café: Alternativas para la borra
- Aislado e hidrolizado de proteína del café almendra defectuoso
- Obtención y análisis fisicoquímico del aceite del gusano de seda
- Obtención y estandarización de mieles y jugos saborizados a partir de caña panelera

4. Investigaciones con relación al análisis y composición química se desarrollan los trabajos:

4.1 Capacidad discriminante de algunos metabolitos secundarios en la Variedad Colombia y otros genotipos de café.

Para los fines del desarrollo de esta investigación a nivel de doctorado en Ciencias Químicas, la Señorita Gloria Guerrero se encuentra

realizando una pasantía de seis (6) meses en Montpellier, Francia, bajo el auspicio de Colciencias-Universidad Nacional, desde abril pasado. Allí se ha empleado otro 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 observan 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.

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

El conocimiento de los compuestos volátiles emitidos por los frutos del cafeto, 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, como 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, a fin de contribuir al control integrado de esta plaga.

3. Otro campo de investigación en el Programa de Industrialización trata de la búsqueda de nuevos usos del café y sus derivados, y de otros productos de diversificación, nuevas tecnologías que tengan en cuenta las condiciones particulares de la materia prima y las tendencias de los consumidores. Bajo esta consideración, se adelantan los siguientes trabajos, presentados como investigaciones al Comité Coordinador de Investigaciones en el curso de este año:

- Influencia de los sistemas de torrefacción y enfriamiento no convencionales sobre la calidad del producto final
- Extracción de aceite esencial de café, a partir de cafés de bajo precio: Café brocado.
- Utilización de enzimas hidrolíticas en la extracción de café

Obtención de extractos de café pasteurizados

- Aprovechamiento de los subproductos provenientes de la industria del café: Alternativas para la borra
- Aislado e hidrolizado de proteína del café almendra defectuoso
- Obtención y análisis fisicoquímico del aceite del gusano de seda
- Obtención y estandarización de mieles y jugos saborizados a partir de caña panelera

4. Investigaciones con relación al análisis y composición química se desarrollan los trabajos:

4.1 Capacidad discriminante de algunos metabolitos secundarios en la Variedad Colombia y otros genotipos de café.

Para los fines del desarrollo de esta investigación a nivel de doctorado en Ciencias Químicas, la Señorita Gloria Guerrero se encuentra

realizando una pasantía de seis (6) meses en Montpellier, Francia, bajo el auspicio de Colciencias-Universidad Nacional, desde abril pasado. Allí se ha empleado otro 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 observan 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.

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

El conocimiento de los compuestos volátiles emitidos por los frutos del caféto, el aislamiento y su identificación, aportará una información valiosa para los estudios del papel que ejercen estos componentes o sus mezclas sobre el comportamiento de la broca, como 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, a fin de contribuir al control integrado de esta plaga.

hacer más efectivos los procesos de recolección y análisis de la información; Documentación Agrícola, que pone a disposición de los investigadores todas las fuentes de información y consulta científica existentes en el mundo entero; y Divulgación Científica que canaliza los esfuerzos de transferencia de resultados y conocimientos desde el Centro de Investigaciones hacia los usuarios de la tecnología.

AGROCLIMATOLOGÍA

Las principales actividades realizadas por la Disciplina de Agroclimatología en la presente vigencia se presentan a continuación:

RED CLIMÁTICA FEDERACAFÉ

Funcionaron en toda la zona cafetera colombiana un total de 184 estaciones meteorológicas situadas en 16 departamentos cafeteros. Su discriminación por categoría es así: 52 estaciones climatológicas principales, 12 heliopluiográficas, 4 pluviográficas y 116 pluviométricas. Para su inspección y mantenimiento se efectuaron 142 visitas y con ellas se logró obtener registros completos y confiables en la mayor parte de las estaciones. Igualmente, la información recopilada a través de la Red Meteorológica llegó a la sede central de CENICAFÉ y fue depurada y verificada siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial, con lo cual se obtuvo registros normalizados y verídicos que pueden ser comparados a nivel mundial.

Dentro del continuo mejoramiento del cubrimiento de la zona cafetera colombiana se instaló una nueva estación climatológica principal en el municipio de Guática, Risaralda a una altitud de 1680 m y coordenadas geográficas 05°20' de latitud norte y 75°49' de longitud oeste. Así mismo, la estación heliopluiográfica El Sauce (La Unión, Nariño) fue elevada a la categoría de climatológica principal en el mes de junio/96.

En el municipio de Ciudad Bolívar, Antioquia se seleccionó un sitio en la finca cafetera del señor

Alberto Peláez Herrón a fin de instalar una estación climatológica principal.

MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL CULTIVO DEL CAFÉ EN COLOMBIA

Se continuaron los ajustes en el nivel de producción 1, para el cual el factor limitante de la producción es la radiación solar. Los refinamientos se han hecho con base en algunos parámetros obtenidos experimentalmente entre los que se destacan los coeficientes de extinción. Igualmente, algunas modificaciones se hicieron a la eficiencia fotosintética y en la fotosíntesis máxima.

El nivel de producción II en donde el factor limitante es el agua, lo aprobó el Comité Coordinador de Investigación y en este momento se han discutido a nivel de grupo los temas de suelo-planta-atmósfera, agua en el suelo, transpiración, evapotranspiración, uso del agua, producción de materia seca y modelación de los procesos físicos del suelo para el suministro de agua a la planta.

CICLO HIDROLÓGICO EN UN BOSQUE Y EN CAFETALES A LIBRE EXPOSICIÓN Y BAJO SOMBRÍO

Este experimento se inició en el mes de agosto/96 y los primeros resultados muestran que hay una reducción del espesor del mantillo (material orgánico en la superficie del suelo) cuando se pasa del bosque a cafetal a libre exposición solar con valores de 14 y 2 cm respectivamente, lo cual estaría explicado en el último caso por una mayor temperatura del suelo que aumentaría la descomposición de la materia orgánica. El análisis químico de las muestras de suelo indica que los niveles de potasio son hasta 4.8 veces más altos en el bosque en comparación con el cafetal bajo sombra. Así mismo se observan mayores cantidades de calcio (3,5 veces) y magnesio (6,4 veces) en relación con las condiciones de cafetal al sol y bajo sombra en su orden.

Inicialmente se ha encontrado una estrecha relación lineal entre la lluvia caída y aquella interceptada por el follaje (coeficientes de deter-

hacer más efectivos los procesos de recolección y análisis de la información; Documentación Agrícola, que pone a disposición de los investigadores todas las fuentes de información y consulta científica existentes en el mundo entero; y Divulgación Científica que canaliza los esfuerzos de transferencia de resultados y conocimientos desde el Centro de Investigaciones hacia los usuarios de la tecnología.

AGROCLIMATOLOGÍA

Las principales actividades realizadas por la Disciplina de Agroclimatología en la presente vigencia se presentan a continuación:

RED CLIMÁTICA FEDERACAFÉ

Funcionaron en toda la zona cafetera colombiana un total de 184 estaciones meteorológicas situadas en 16 departamentos cafeteros. Su discriminación por categoría es así: 52 estaciones climatológicas principales, 12 heliopluiográficas, 4 pluviográficas y 116 pluviométricas. Para su inspección y mantenimiento se efectuaron 142 visitas y con ellas se logró obtener registros completos y confiables en la mayor parte de las estaciones. Igualmente, la información recopilada a través de la Red Meteorológica llegó a la sede central de CENICAFÉ y fue depurada y verificada siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial, con lo cual se obtuvo registros normalizados y verídicos que pueden ser comparados a nivel mundial.

Dentro del continuo mejoramiento del cubrimiento de la zona cafetera colombiana se instaló una nueva estación climatológica principal en el municipio de Guática, Risaralda a una altitud de 1680 m y coordenadas geográficas 05°20' de latitud norte y 75°49' de longitud oeste. Así mismo, la estación heliopluiográfica El Sauce (La Unión, Nariño) fue elevada a la categoría de climatológica principal en el mes de junio/96.

En el municipio de Ciudad Bolívar, Antioquia se seleccionó un sitio en la finca cafetera del señor

Alberto Peláez Herrón a fin de instalar una estación climatológica principal.

MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL CULTIVO DEL CAFÉ EN COLOMBIA

Se continuaron los ajustes en el nivel de producción 1, para el cual el factor limitante de la producción es la radiación solar. Los refinamientos se han hecho con base en algunos parámetros obtenidos experimentalmente entre los que se destacan los coeficientes de extinción. Igualmente, algunas modificaciones se hicieron a la eficiencia fotosintética y en la fotosíntesis máxima.

El nivel de producción II en donde el factor limitante es el agua, lo aprobó el Comité Coordinador de Investigación y en este momento se han discutido a nivel de grupo los temas de suelo-planta-atmósfera, agua en el suelo, transpiración, evapotranspiración, uso del agua, producción de materia seca y modelación de los procesos físicos del suelo para el suministro de agua a la planta.

CICLO HIDROLÓGICO EN UN BOSQUE Y EN CAFETALES A LIBRE EXPOSICIÓN Y BAJO SOMBRÍO

Este experimento se inició en el mes de agosto/96 y los primeros resultados muestran que hay una reducción del espesor del mantillo (material orgánico en la superficie del suelo) cuando se pasa del bosque a cafetal a libre exposición solar con valores de 14 y 2 cm respectivamente, lo cual estaría explicado en el último caso por una mayor temperatura del suelo que aumentaría la descomposición de la materia orgánica. El análisis químico de las muestras de suelo indica que los niveles de potasio son hasta 4.8 veces más altos en el bosque en comparación con el cafetal bajo sombra. Así mismo se observan mayores cantidades de calcio (3,5 veces) y magnesio (6,4 veces) en relación con las condiciones de cafetal al sol y bajo sombra en su orden.

Inicialmente se ha encontrado una estrecha relación lineal entre la lluvia caída y aquella interceptada por el follaje (coeficientes de deter-

región oriental del país, en los llanos orientales, en la vertiente del Amazonas y en la región Atlántica. Patrones de distribución bimodal se presentan en la región andina en las cuencas de los ríos Patía, Cauca y Magdalena para latitudes entre los 4 y 7 grados Norte. Regiones en donde no se observan los comportamientos anteriores, con poca variación en las cantidades de lluvia entre un mes y otro se presentan en el nudo de Los Pastos, en la cuenca alta del río Magdalena y en la llanura del Pacífico.

Se inició el estudio de la relación de variables climáticas con la producción de café. Se presentan resultados del experimento C8 de la Disciplina de Fitotecnia de la estación experimental Paraguaicito. La producción se agregó mensualmente y se hizo corresponder con la serie de brillo solar, precipitación y temperatura desde octubre de 1967 a diciembre de 1973 con la variedad caturra. Se observa que la estructura del modelo es idéntica para los tres variables, pero las estimaciones de los parámetros varían de acuerdo con los tratamientos. Las estimaciones de mayor magnitud y por lo tanto las mayores ganancias, en las tres variables independientes, siempre se encontraron en las densidades más bajas. La respuesta a incrementos en precipitación es notable en la recolección de cuatro después y el efecto de incrementos en temperatura se refleja en la recolección nueve meses después y el brillo solar siete meses después. Como lo indica el modelo, las tres etapas del crecimiento y desarrollo del fruto están al parecer influenciadas por cada factor así: La temperatura influye en la primera etapa, donde es el inicio del crecimiento del fruto, el brillo solar en la segunda etapa, que es donde empieza el crecimiento acelerado es decir la parte lineal de la curva de crecimiento y la precipitación en la tercera donde se presenta el cambio de color del fruto y ganancia de peso, período en el cual se desarrolla el endosperma.

CALIDAD DE CAFÉ E INFESTACIÓN POR LA BROCA. MUESTREO DE LA BROCA EN LAS PLANTACIONES.

Ha sido corroborado que a mayor infestación en campo, mayor porcentaje de infestación en: café

cereza recolectado, café pergamino y café almendra.

Bajo una tasa diaria de infestación del 0,128%, la proporción de grado de daño 2, en la proporción de almendras perforadas por la broca, es del 58,2%, y los grados de daño 1, 3 y 4 representan el 11,1, 12,4 y 18,3%, respectivamente. Además la distribución estadística de la proporción de almendras en cada grado, depende del nivel de infestación, según coeficientes de asimetría y variación.

Estadísticamente, el peso de una almendra sana difiere del peso de las almendras en los diferentes grados de daño, y estos a su vez difieren estadísticamente entre ellos, según prueba de t al 5%. Este resultado se traduce a una reducción del peso de la almendra con grados de daño 1, 2, 3 y 4 del 12,9%, 20,6%, 35,6% y 55,1%, respectivamente.

De acuerdo con el análisis de calidad (físico y organoléptico), ha sido corroborado que a mayor nivel de infestación y mayor grado de daño en la almendra, mayor deterioro en la calidad del café. Las pruebas en taza, para los grados de daño en la almendra 3 y 4, en todos los niveles de infestación, han sido rechazadas.

Para niveles de infestación menores del 20%, en los grados de daño 1 y 2, la calidad en taza ha sido aceptable en el 66% de las unidades experimentales evaluadas. En el momento está siendo evaluado el efecto del tiempo de almacenamiento, en niveles de infestación menores del 21%, para los grados de daño en la almendra 1 y 2.

Con respecto al tema de muestreo en broca, está siendo evaluado, experimental y estadísticamente, un plan de muestreo para el diagnóstico de la infestación, a nivel de hectárea y de árbol, llevando el registro de los árboles que presenten frutos perforados por broca, sin tener que hacer el conteo de los frutos.

Inicialmente este plan ha sido evaluado con los datos experimentales de algunas investigaciones, obteniéndose resultados muy promisorios.

región oriental del país, en los llanos orientales, en la vertiente del Amazonas y en la región Atlántica. Patrones de distribución bimodal se presentan en la región andina en las cuencas de los ríos Patía, Cauca y Magdalena para latitudes entre los 4 y 7 grados Norte. Regiones en donde no se observan los comportamientos anteriores, con poca variación en las cantidades de lluvia entre un mes y otro se presentan en el nudo de Los Pastos, en la cuenca alta del río Magdalena y en la llanura del Pacífico.

Se inició el estudio de la relación de variables climáticas con la producción de café. Se presentan resultados del experimento C8 de la Disciplina de Fitotecnia de la estación experimental Paraguaicito. La producción se agregó mensualmente y se hizo corresponder con la serie de brillo solar, precipitación y temperatura desde octubre de 1967 a diciembre de 1973 con la variedad caturra. Se observa que la estructura del modelo es idéntica para los tres variables, pero las estimaciones de los parámetros varían de acuerdo con los tratamientos. Las estimaciones de mayor magnitud y por lo tanto las mayores ganancias, en las tres variables independientes, siempre se encontraron en las densidades más bajas. La respuesta a incrementos en precipitación es notable en la recolección de cuatro después y el efecto de incrementos en temperatura se refleja en la recolección nueve meses después y el brillo solar siete meses después. Como lo indica el modelo, las tres etapas del crecimiento y desarrollo del fruto están al parecer influenciadas por cada factor así: La temperatura influye en la primera etapa, donde es el inicio del crecimiento del fruto, el brillo solar en la segunda etapa, que es donde empieza el crecimiento acelerado es decir la parte lineal de la curva de crecimiento y la precipitación en la tercera donde se presenta el cambio de color del fruto y ganancia de peso, período en el cual se desarrolla el endosperma.

CALIDAD DE CAFÉ E INFESTACIÓN POR LA BROCA. MUESTREO DE LA BROCA EN LAS PLANTACIONES.

Ha sido corroborado que a mayor infestación en campo, mayor porcentaje de infestación en: café

cereza recolectado, café pergamino y café almendra.

Bajo una tasa diaria de infestación del 0,128%, la proporción de grado de daño 2, en la proporción de almendras perforadas por la broca, es del 58,2%, y los grados de daño 1, 3 y 4 representan el 11,1, 12,4 y 18,3%, respectivamente. Además la distribución estadística de la proporción de almendras en cada grado, depende del nivel de infestación, según coeficientes de asimetría y variación.

Estadísticamente, el peso de una almendra sana difiere del peso de las almendras en los diferentes grados de daño, y estos a su vez difieren estadísticamente entre ellos, según prueba de t al 5%. Este resultado se traduce a una reducción del peso de la almendra con grados de daño 1, 2, 3 y 4 del 12,9%, 20,6%, 35,6% y 55,1%, respectivamente.

De acuerdo con el análisis de calidad (físico y organoléptico), ha sido corroborado que a mayor nivel de infestación y mayor grado de daño en la almendra, mayor deterioro en la calidad del café. Las pruebas en taza, para los grados de daño en la almendra 3 y 4, en todos los niveles de infestación, han sido rechazadas.

Para niveles de infestación menores del 20%, en los grados de daño 1 y 2, la calidad en taza ha sido aceptable en el 66% de las unidades experimentales evaluadas. En el momento está siendo evaluado el efecto del tiempo de almacenamiento, en niveles de infestación menores del 21%, para los grados de daño en la almendra 1 y 2.

Con respecto al tema de muestreo en broca, está siendo evaluado, experimental y estadísticamente, un plan de muestreo para el diagnóstico de la infestación, a nivel de hectárea y de árbol, llevando el registro de los árboles que presenten frutos perforados por broca, sin tener que hacer el conteo de los frutos.

Inicialmente este plan ha sido evaluado con los datos experimentales de algunas investigaciones, obteniéndose resultados muy promisorios.

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN VARIAS SUBESTACIONES EXPERIMENTALES DE CENICAFÉ

Este estudio se considera de importancia dado que, la distribución de la cosecha de café varía en las diferentes regiones cafeteras debido a su ubicación, por efecto de sus condiciones climáticas; su conocimiento permite hacer previsiones para una serie de prácticas de manejo, administrativas y su comercialización.

En el cultivo del café se consideran dos períodos de producción en el año conocidos como la mitaca o travesía y la principal, cada una de las cuales tiene una duración específica, presentando además un máximo; la mayoría de las subestaciones estudiadas presentan la principal en el segundo semestre y algunas en el primer semestre del año.

Como objetivo básico se pretende determinar estadísticamente el tiempo al cual ocurre cada máximo ó mínimo y la longitud de cada periodo, siguiendo la metodología de Fourier.

Se utilizaron los datos de Producción de café en Kg café cereza contenidos en los avances técnicos del Dr Alfonso Uribe sobre este tema : Cenicafé N°s:16 de 1972 y 63 de 1977 ; información del Dr Jairo Alvarez (Sección de Beneficio de café) y se contó con la colaboración del programa de Investigación regional, Subestaciones de : Huila, Santander, Ocaña, Maracay y La Sirena.

Se estudiaron datos de 11 subestaciones experimentales de Cenicafé de cada uno de los 12 meses del año y por año, con registros recolectados en las Subestaciones experimentales. Los datos corresponden a producción de variedades Caturra, Tipica, Borbón y Colombia.

Se formularon modelos para la distribución de la producción anual en cada una de las subestaciones estudiadas, obteniéndose ajuste a los datos observados; su R^2 ajustado varió de 0,83 - 1,0 .

Se define estadísticamente la duración de la producción de los períodos de mitaca y la princi-

pal y cuando ocurren los máximos ó mínimos de producción en cada zona.

ACTIVIDADES: Se consideran las asesorías en los proyectos experimentales de Cenicafé, la participación en el grupo interdisciplinario de modelación matemática del cultivo del café y la investigación sobre los diferentes temas tratados en Cenicafé a lo largo del tiempo e identificación de archivos que puedan servir para el planteamiento de un Folleto sobre metodología experimental en café.

DIVULGACIÓN

IMPRESOS

REVISTA CENICAFÉ

Se editaron y publicaron los siguientes números con un contenido de 16 artículos científicos y 1 nota técnica:

Volumen 46 Numero 3, trimestre julio-septiembre de 1994: 5 Artículos

Volumen 46 Numero 4, trimestre octubre-diciembre de 1994: 5 Artículos

Volumen 47 Número 1, trimestre enero-marzo de 1996: 4 Artículos y 1 Nota técnica

Volumen 47 Número 2, trimestre abril-junio de 1996: 5 Artículos

En total se publicaron 19 Artículos y 1 Nota Técnica. Producto del proceso de revisión se rechazaron, aplazaron para publicación o se recomendó su publicación en otra Revista un total de 6 artículos.

AVANCES TÉCNICOS

Durante el período de este informe, la publicación Avances Técnicos de Cenicafé cumplió 25 años de existencia. Por tanto se hizo un rediseño en cuanto a forma y contenido y se realizó una

DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN VARIAS SUBESTACIONES EXPERIMENTALES DE CENICAFÉ

Este estudio se considera de importancia dado que, la distribución de la cosecha de café varía en las diferentes regiones cafeteras debido a su ubicación, por efecto de sus condiciones climáticas; su conocimiento permite hacer previsiones para una serie de prácticas de manejo, administrativas y su comercialización.

En el cultivo del café se consideran dos períodos de producción en el año conocidos como la mitaca o travesía y la principal, cada una de las cuales tiene una duración específica, presentando además un máximo; la mayoría de las subestaciones estudiadas presentan la principal en el segundo semestre y algunas en el primer semestre del año.

Como objetivo básico se pretende determinar estadísticamente el tiempo al cual ocurre cada máximo ó mínimo y la longitud de cada periodo, siguiendo la metodología de Fourier.

Se utilizaron los datos de Producción de café en Kg café cereza contenidos en los avances técnicos del Dr Alfonso Uribe sobre este tema : Cenicafé N°s:16 de 1972 y 63 de 1977 ; información del Dr Jairo Alvarez (Sección de Beneficio de café) y se contó con la colaboración del programa de Investigación regional, Subestaciones de : Huila, Santander, Ocaña, Maracay y La Sirena.

Se estudiaron datos de 11 subestaciones experimentales de Cenicafé de cada uno de los 12 meses del año y por año, con registros recolectados en las Subestaciones experimentales. Los datos corresponden a producción de variedades Caturra, Típica, Borbón y Colombia.

Se formularon modelos para la distribución de la producción anual en cada una de las subestaciones estudiadas, obteniéndose ajuste a los datos observados; su R^2 ajustado varió de 0,83 - 1,0 .

Se define estadísticamente la duración de la producción de los períodos de mitaca y la princi-

pal y cuando ocurren los máximos ó mínimos de producción en cada zona.

ACTIVIDADES: Se consideran las asesorías en los proyectos experimentales de Cenicafé, la participación en el grupo interdisciplinario de modelación matemática del cultivo del café y la investigación sobre los diferentes temas tratados en Cenicafé a lo largo del tiempo e identificación de archivos que puedan servir para el planteamiento de un Folleto sobre metodología experimental en café.

DIVULGACIÓN

IMPRESOS

REVISTA CENICAFÉ

Se editaron y publicaron los siguientes números con un contenido de 16 artículos científicos y 1 nota técnica:

Volumen 46 Numero 3, trimestre julio-septiembre de 1994: 5 Artículos

Volumen 46 Numero 4, trimestre octubre-diciembre de 1994: 5 Artículos

Volumen 47 Número 1, trimestre enero-marzo de 1996: 4 Artículos y 1 Nota técnica

Volumen 47 Número 2, trimestre abril-junio de 1996: 5 Artículos

En total se publicaron 19 Artículos y 1 Nota Técnica. Producto del proceso de revisión se rechazaron, aplazaron para publicación o se recomendó su publicación en otra Revista un total de 6 artículos.

AVANCES TÉCNICOS

Durante el período de este informe, la publicación Avances Técnicos de Cenicafé cumplió 25 años de existencia. Por tanto se hizo un rediseño en cuanto a forma y contenido y se realizó una

programa de 4 minutos semanales denominado AVANCES TÉCNICOS DE CENICAFÉ, el cual sigue siendo emitido por el Canal de Televisión Regional TELECAFÉ, en el espacio titulado EL GRANO. Para el período del este informe se elaboraron 25 programas sobre una serie relacionada con la Tecnología disponible para ser exitos en el cultivo del café.

Este espacio se coordina y dirige en DIVULGACIÓN y está producido e impulsado por los Comités Departamentales de Cafeteros de Caldas, Quindío y Risaralda.

- Contribución con artículos: CENICAFÉ contribuyó con 1 artículos para la Revista Cafetera: La investigación científica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y la productividad de las plantaciones de café.

ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS (EXPOSICIONES, CONGRESOS, ETC.)

MUSEO DEL CAFÉ

Se continuó con la colaboración permanente en cuanto al mantenimiento de los objetos donados por Cenicafe. Además de los anteriores, durante el período se participó y colaboró en la realización de 13 eventos, así:

1995

- | | |
|-------------|---|
| Oct 1 | Reunión preliminar el la ACAC para concretar asesoría al Museo Interactivo de la Ciencia y Tecnología |
| Oct 12-14 | Se diseñó y se realizo en montaje en Pereira para el evento Agrofinca 95, sobre MIB. |
| Oct 24-27 | Se participo en el curso de capacitación de facilitadores del proceso de gestión integral hacia la calidad total. |
| Oct 30-Nov8 | Se colaboró con el evento " EL RASTRILLO" |

- | | |
|---------------|---|
| Nov 1- 6 | Se organizó la participación de Cenicafe en un stand en EXPOAGRO QUINDÍO en Armenia |
| Dic 7 - En 15 | Se diseñó y se realizó el montaje de una exposición en el Parque de la cultura cafetera en Montenegro, Quindío. |
| Nov 15 - 24 | Se colaboró con "El Rastrillo", Bogotá |
| 1996 | |
| Feb 23 | Reunión de periódicos cafeteros en Santafé de Bogotá. |
| Mayo 2-5 | Participación en el VIII Congreso Internacional sobre Relaciones Públicas en Medellín. |
| Junio 25-28 | Montaje de la exposición permanente sobre El Café, en el museo de la casa del Cabrero en Cartagena. |
| Ago 23-27 | Reunión de coordinadores de periódicos cafeteros. Cartagena. |
| Sep 23 | Montaje de la exposición sobre Beneficio Ecológico en el " Workshop sobre comercialización de tecnologías de la cuenca del pacífico" en Cali. |
| Sep 23-27 | Participación en el " Workshop sobre comercialización de tecnologías de la cuenca del pacífico" en Cali. |

SERVICIOS DE COMUNICACIONES

Se apoyó al personal técnico de Cenicafe y al del Servicio de Extensión, en la elaboración de papelógrafos y carteleras para la realización de sus reuniones técnicas y días de campo.

programa de 4 minutos semanales denominado AVANCES TÉCNICOS DE CENICAFÉ, el cual sigue siendo emitido por el Canal de Televisión Regional TELECAFÉ, en el espacio titulado EL GRANO. Para el período del este informe se elaboraron 25 programas sobre una serie relacionada con la Tecnología disponible para ser exitos en el cultivo del café.

Este espacio se coordina y dirige en DIVULGACIÓN y está producido e impulsado por los Comités Departamentales de Cafeteros de Caldas, Quindío y Risaralda.

- Contribución con artículos: CENICAFÉ contribuyó con 1 artículos para la Revista Cafetera: La investigación científica de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y la productividad de las plantaciones de café.

ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EVENTOS (EXPOSICIONES, CONGRESOS, ETC.)

MUSEO DEL CAFÉ

Se continuó con la colaboración permanente en cuanto al mantenimiento de los objetos donados por Cenicafé. Además de los anteriores, durante el período se participó y colaboró en la realización de 13 eventos, así:

1995

- | | |
|-------------|---|
| Oct 1 | Reunión preliminar el la ACAC para concretar asesoría al Museo Interactivo de la Ciencia y Tecnología |
| Oct 12-14 | Se diseñó y se realizo en montaje en Pereira para el evento Agrofinca 95, sobre MIB. |
| Oct 24-27 | Se participo en el curso de capacitación de facilitadores del proceso de gestión integral hacia la calidad total. |
| Oct 30-Nov8 | Se colaboró con el evento " EL RASTRILLO" |

- | | |
|---------------|---|
| Nov 1- 6 | Se organizó la participación de Cenicafé en un stand en EXPOAGRO QUINDÍO en Armenia |
| Dic 7 - En 15 | Se diseñó y se realizó el montaje de una exposición en el Parque de la cultura cafetera en Montenegro, Quindío. |
| Nov 15 - 24 | Se colaboró con "El Rastrillo", Bogotá |
| 1996 | |
| Feb 23 | Reunión de periódicos cafeteros en Santafé de Bogotá. |
| Mayo 2-5 | Participación en el VIII Congreso Internacional sobre Relaciones Públicas en Medellín. |
| Junio 25-28 | Montaje de la exposición permanente sobre El Café, en el museo de la casa del Cabrero en Cartagena. |
| Ago 23-27 | Reunión de coordinadores de periódicos cafeteros. Cartagena. |
| Sep 23 | Montaje de la exposición sobre Beneficio Ecológico en el " Workshop sobre comercialización de tecnologías de la cuenca del pacífico" en Cali. |
| Sep 23-27 | Participación en el " Workshop sobre comercialización de tecnologías de la cuenca del pacífico" en Cali. |

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.

DÍAS DE CAMPO

- Se apoyó a los Comités de Cafeteros en esta actividad.

PREMIOS Y DISTINCIONES

Se presentaron las publicaciones de Cenicafé a la Convocatoria Nacional de COLCIENCIAS sobre el Escalafón de Publicaciones Seriadadas Científicas Colombianas.

Las publicaciones de Cenicafé clasificaron en el Programa Nacional de Ciencias Agropecuarias. Concuraron 14 títulos y la REVISTA CENICAFÉ ocupó el primer lugar en el Escalafón y la publicación AVANCES TÉCNICOS ocupó el sexto lugar.

A pesar de las posiciones de las publicaciones Anuario Meteorológico y Boletín Técnico Cenicafé (posiciones 12 y 13, respectivamente), recibieron una mención especial que las cataloga como valiosos ejemplares en su género.

DOCUMENTACIÓN

El Centro de Documentación, entre Octubre de 1995 y Septiembre de 1996, 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, 1.200 referencias de documentos sobre el tema Café o asuntos relacionados. De esta forma, la base de datos CENIC, que incluye estos registros con sus respectivos resúmenes, llegó a las 19.146 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 1995 a Septiembre de 1996 se adicionaron 5.000 referencias,

totalizando 37.000 registros. En este período se adquirieron y procesaron 3.132 documentos, de los cuales 1.488 correspondieron a libros y 1.794 a folletos, los cuales fueron debidamente catalogados y clasificados. Las referencias bibliográficas de éstos se publicaron quincenalmente en el boletín "Últimas Adquisiciones" hasta Febrero de 1996. Desde Marzo del mismo año se divulgó por el sistema "Envoy" para consulta en red.

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 3.037 revistas, las que incluyeron aproximadamente unos 75.000 artículos, que fueron editados en el boletín quincenal "Páginas de Contenido", hasta Febrero de 1996. A partir de Marzo fue sustituida esta publicación por el "Current Contents" que se consulta mediante red.

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 1995 y 1996 se recibieron, por canje, 797 revistas y 1.794 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 751 solicitudes de libros especializados y se hizo la renovación de suscripción de 295 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 228 documentos sobre café, 1.488 libros técnicos, 1.794 folletos y 3.172 revistas.

La afluencia de lectores a la Biblioteca es un indicador del uso y consulta de sus materiales. En esta temporada hubo 4.990 usuarios, se consultaron 17.256 documentos, se realizaron 7.592

DÍAS DE CAMPO

- Se apoyó a los Comités de Cafeteros en esta actividad.

PREMIOS Y DISTINCIONES

Se presentaron las publicaciones de Cenicafé a la Convocatoria Nacional de COLCIENCIAS sobre el Escalafón de Publicaciones Seriadas Científicas Colombianas.

Las publicaciones de Cenicafé clasificaron en el Programa Nacional de Ciencias Agropecuarias. Concursaron 14 títulos y la REVISTA CENICAFÉ ocupó el primer lugar en el Escalafón y la publicación AVANCES TÉCNICOS ocupó el sexto lugar.

A pesar de las posiciones de las publicaciones Anuario Meteorológico y Boletín Técnico Cenicafé (posiciones 12 y 13, respectivamente), recibieron una mención especial que las cataloga como valiosos ejemplares en su género.

DOCUMENTACIÓN

El Centro de Documentación, entre Octubre de 1995 y Septiembre de 1996, 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, 1.200 referencias de documentos sobre el tema Café o asuntos relacionados. De esta forma, la base de datos CENIC, que incluye estos registros con sus respectivos resúmenes, llegó a las 19.146 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 1995 a Septiembre de 1996 se adicionaron 5.000 referencias,

totalizando 37.000 registros. En este período se adquirieron y procesaron 3.132 documentos, de los cuales 1.488 correspondieron a libros y 1.794 a folletos, los cuales fueron debidamente catalogados y clasificados. Las referencias bibliográficas de éstos se publicaron quincenalmente en el boletín "Últimas Adquisiciones" hasta Febrero de 1996. Desde Marzo del mismo año se divulgó por el sistema "Envoy" para consulta en red.

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 3.037 revistas, las que incluyeron aproximadamente unos 75.000 artículos, que fueron editados en el boletín quincenal "Páginas de Contenido", hasta Febrero de 1996. A partir de Marzo fue sustituida esta publicación por el "Current Contents" que se consulta mediante red.

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 1995 y 1996 se recibieron, por canje, 797 revistas y 1.794 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 751 solicitudes de libros especializados y se hizo la renovación de suscripción de 295 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 228 documentos sobre café, 1.488 libros técnicos, 1.794 folletos y 3.172 revistas.

La afluencia de lectores a la Biblioteca es un indicador del uso y consulta de sus materiales. En esta temporada hubo 4.990 usuarios, se consultaron 17.256 documentos, se realizaron 7.592

que nos permiten mantener información actualizada sobre los productos en el mercado y los avances tecnológicos en sistemas y el desarrollo de políticas y estrategias que nos permitan utilizar los recursos adecuadamente.

Igualmente, se ha capacitado personal en el manejo y operación de software de avanzada y de las últimas tendencias en materia de comunicación interred.

Debido a la creciente demanda de servicios de computación y automatización la Disciplina de Sistemas con el decidido apoyo de la Dirección puso en marcha el 'Plan Estratégico de Dotación Tecnológica' el cual comprende: brindar una serie de herramientas a nivel corporativo en las áreas de software y hardware y la implementación de una serie de soluciones analizadas cuidadosamente que han conllevado a dotar el Centro y sus disciplinas de la infraestructura computacional más moderna de la región, preparatoria para las tecnologías presentes y futuras. No obstante, aún existen necesidades en disciplinas y subestaciones de experimentación regional que adolecen de equipos y software que esperamos sean satisfechas durante 1997. Este plan estratégico comprende actividades que ya se han realizado en este año y algunas planeadas para 1997 que se detallan a continuación:

Desarrolladas en 1996:

- Estudios de Factibilidad operativa y técnica para la instalación del Sistema Operativo Windows'95.
- Instalación y puesta a punto del servidor IBM PC-500.
- Curso básico y charla introductoria al manejo del Sistema Operativo Windows'95.
- Instalación Windows'95.
- Instalación Internet.
- Curso básico de Internet.
- Instalación Correo Electrónico.

- Curso introductorio al manejo de correo electrónico.
- Implementación Sistema de respaldo.
- Cambio de tarjetas principales en computadores.
- Ampliación de memoria RAM en computadores.
- Distribución e Instalación de nuevos computadores.
- Instalación de servidores de impresión.
- Instalación Sistema Operativo Netware 4.11 para 250 usuarios.

Planeadas para 1997:

- Cableado estructurado.
- Dotación de equipos de computador a subestaciones y demás disciplinas del Centro que adolecen de esta herramienta.
- Comunicación subestaciones con el Centro.

SOPORTE TÉCNICO Y ASISTENCIA A USUARIOS

Como en otras oportunidades la Disciplina de Sistemas continúa brindando soporte y asistencia a usuarios a través de actividades presenciales, dirigidas o remotas.

Actividades que se resumen en:

- Administración central y mantenimiento del software de red.
- Proceso de verificación, grabación y mantenimiento de la información de Proyectos e Investigaciones.
- Instalación y configuración del software y hardware de las estaciones de trabajo.

que nos permiten mantener información actualizada sobre los productos en el mercado y los avances tecnológicos en sistemas y el desarrollo de políticas y estrategias que nos permitan utilizar los recursos adecuadamente.

Igualmente, se ha capacitado personal en el manejo y operación de software de avanzada y de las últimas tendencias en materia de comunicación interred.

Debido a la creciente demanda de servicios de computación y automatización la Disciplina de Sistemas con el decidido apoyo de la Dirección puso en marcha el 'Plan Estratégico de Dotación Tecnológica' el cual comprende: brindar una serie de herramientas a nivel corporativo en las áreas de software y hardware y la implementación de una serie de soluciones analizadas cuidadosamente que han conllevado a dotar el Centro y sus disciplinas de la infraestructura computacional más moderna de la región, preparatoria para las tecnologías presentes y futuras. No obstante, aún existen necesidades en disciplinas y subestaciones de experimentación regional que adolecen de equipos y software que esperamos sean satisfechas durante 1997. Este plan estratégico comprende actividades que ya se han realizado en este año y algunas planeadas para 1997 que se detallan a continuación:

Desarrolladas en 1996:

- Estudios de Factibilidad operativa y técnica para la instalación del Sistema Operativo Windows'95.
- Instalación y puesta a punto del servidor IBM PC-500.
- Curso básico y charla introductoria al manejo del Sistema Operativo Windows'95.
- Instalación Windows'95.
- Instalación Internet.
- Curso básico de Internet.
- Instalación Correo Electrónico.

- Curso introductorio al manejo de correo electrónico.
- Implementación Sistema de respaldo.
- Cambio de tarjetas principales en computadores.
- Ampliación de memoria RAM en computadores.
- Distribución e Instalación de nuevos computadores.
- Instalación de servidores de impresión.
- Instalación Sistema Operativo Netware 4.11 para 250 usuarios.

Planeadas para 1997:

- Cableado estructurado.
- Dotación de equipos de computador a subestaciones y demás disciplinas del Centro que adolecen de esta herramienta.
- Comunicación subestaciones con el Centro.

SOPORTE TÉCNICO Y ASISTENCIA A USUARIOS

Como en otras oportunidades la Disciplina de Sistemas continúa brindando soporte y asistencia a usuarios a través de actividades presenciales, dirigidas o remotas.

Actividades que se resumen en:

- Administración central y mantenimiento del software de red.
- Proceso de verificación, grabación y mantenimiento de la información de Proyectos e Investigaciones.
- Instalación y configuración del software y hardware de las estaciones de trabajo.

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 Cristancho A., Microbiólogo*
María Eugenia Aponte de L., Bióloga M. Sc.
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.*

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 Lucía Castro C., Ing. Agrónomo M. Sc.
Luis Fernando Gil V., Ing. Agrónomo M. Sc.
Carlos Alberto Rivillas O., Ing. Agrónomo M. Sc.

Mejoramiento Genético y Biotecnología

Luis Germán Moreno R., Ing. Agrónomo Ph. D.
Gabriel Alvarado A., Ing. Agrónomo M. Sc.
Marco Aurelio Cristancho A., Microbiólogo*
María Eugenia Aponte de L., Bióloga M. Sc.
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 Rarco C., Bióloga*
Miryam Pacheco de P., Bióloga Ph. D.
Ricardo Acuña S., Biólogo M. Sc.*

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 (E)

Sección Mantenimiento y Servicios

Jairo Zapata Z., Ing. Electricista

Tesorería

Jesús A. López G., Contador Público (E)

Sección de Personal

Rafael Guzmán S., Economista

Sección Presupuesto

Rubén Darío Cardona H., Economista

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 T., Ingeniero Agrónomo

Iván Darío Torres A., Ingeniero Agrícola

Gloria Cecilia Camayo V., Licenciada en Biología

Dagoberto Capera B., Ingeniero Agrónomo

Claudia Elena Quintero H., Ingeniero Agrónomo

Jorge Hugo Peralta C., Ing. 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

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 (E)

Sección Mantenimiento y Servicios

Jairo Zapata Z., Ing. Electricista

Tesorería

Jesús A. López G., Contador Público (E)

Sección de Personal

Rafael Guzmán S., Economista

Sección Presupuesto

Rubén Darío Cardona H., Economista

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 T., Ingeniero Agrónomo

Iván Darío Torres A., Ingeniero Agrícola

Gloria Cecilia Camayo V., Licenciada en Biología

Dagoberto Capera B., Ingeniero Agrónomo

Claudia Elena Quintero H., Ingeniero Agrónomo

Jorge Hugo Peralta C., Ing. 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