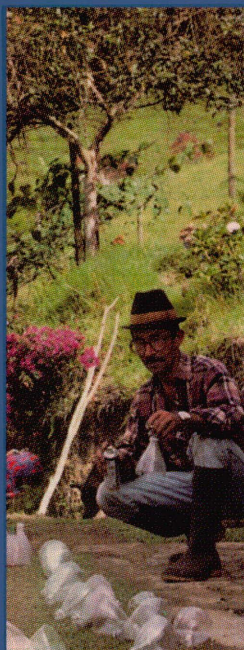
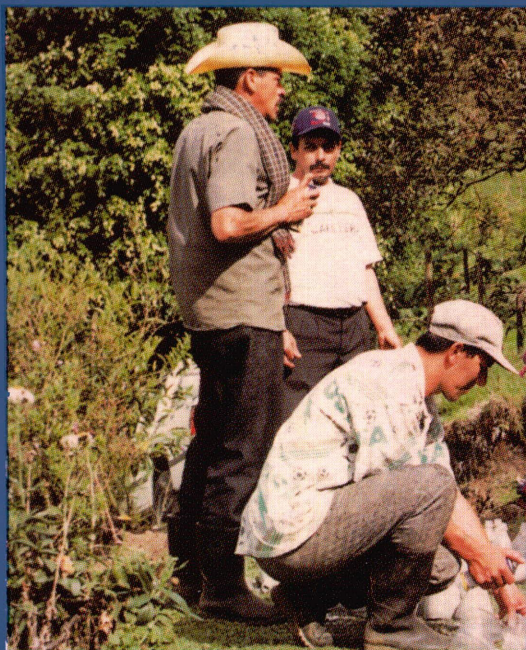


Resumen del

Informe Anual de Actividades

Cenicafé

1 9 9 9 - 2 0 0 0



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia



FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL DE CAFETEROS

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

Miembros elegidos para el período 1999-2001

PRINCIPALES

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

SUPLENTES

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

Gerente General

JORGE CÁRDENAS GUTIÉRREZ

Gerente Administrativo

EMILIO ECHEVERRI MEJÍA

Gerente Técnico

ANTONIO HERRÓN ORTIZ

Director Programa de Investigación Científica

Director Centro Nacional de Investigaciones de Café

GABRIEL CADENA GÓMEZ



FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA

COMITÉ NACIONAL DECAFEIERS

Ministerio de Hacienda y Crédito Público
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Ministerio de Comercio Exterior
Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

SECRETARÍA

Jorge Alberto Díaz (Presidente)
Jorge Cárdenas
Eduardo Cárdenas
Roberto Cárdenas
Eduardo Cárdenas
Luis Fernando Aristizabal
Eduardo Cárdenas

SECRETARÍA

Los hermanos Martínez
Eduardo Cárdenas
Eduardo Cárdenas
Roberto Cárdenas
Luis Fernando Aristizabal
Eduardo Cárdenas
Luis Fernando Aristizabal
Eduardo Cárdenas

COMITÉ NACIONAL DECAFEIERS

COMITÉ NACIONAL DECAFEIERS

COMITÉ NACIONAL DECAFEIERS

UNA PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ

Editor:

Héctor Fabio Ospina Ospina - Ing. Agr. M. Sc

Diagramación y diseño:

Carmenza Bacca Ramírez

Fotografías:

Gonzalo Hoyos Salazar

Fotografía portada:

Luis Fernando Aristizabal A.

Proyecto de Investigación Participativa (caficultores de la vereda Los Juanes, en el municipio de Buenavista (Quindío), elaborando trampas para captura de brocas.

Impresión:

Feriva - Cali (Valle)

CONTENIDO

PROGRAMA PRESENTACIÓN ORAL	7
RESUMEN EJECUTIVO	15
AGRONOMÍA	19
EXPERIMENTACIÓN	59
POSTCOSECHA	71
INGENIERÍA AGRÍCOLA	73
QUÍMICA INDUSTRIAL	82
BIOLOGÍA	89
ENTOMOLOGÍA	91
PROGRAMA BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN	107
ENFERMEDADES DEL CAFÉ	109
MEJORAMIENTO GENÉTICO	116
FISIOLOGÍA VEGETAL	128
PROGRAMA ETIA	131
INDUSTRIALIZACIÓN	137
APOYOS BASICOS	147
BIOMETRÍA	149
ECONOMÍA	151
AGROCLIMATOLOGÍA	152
DOCUMENTACIÓN	154
SISTEMAS	155
DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA	156

CONTENIDO

7	INTRODUCCIÓN
12	ESTADO DEL MUNDO
16	AGRICULTURA
20	EXPERIMENTACIÓN
21	POSTCosecha
23	INGENIERÍA AGRÍCOLA
82	QUÍMICA INDUSTRIAL
89	BIOLÓGICA
91	ENTOMOLOGÍA
107	PROGRAMA BIOLÓGICA DE LA CONSERVACIÓN
109	ENFERMEDADES DEL CAFÉ
118	MEJORAMIENTO GENÉTICO
128	FISIOLOGÍA VEGETAL
131	PROGRAMA ETIA
137	INDUSTRIALIZACIÓN
147	APYOS BÁSICOS

149	BIOMETRÍA
151	ECONOMÍA
152	AGROCLIMATOLOGÍA
154	DOCUMENTACIÓN
155	SISTEMAS
157	EDUCACIÓN Y TRANSFERENCIA

UNA PUBLICACION DE CENICAFE

Dirección: Calle 14, No. 100, Bogotá, Colombia
 Teléfono: (57) 1 261 1111
 Fax: (57) 1 261 1112
 Correo electrónico: cenicafe@cenicafe.gov.co
 Página web: www.cenicafe.gov.co

PROGRAMA PRESENTACIÓN ORAL INFORME ANUAL DE ACTIVIDADES 1999 - 2000

OBJETIVOS

PARTICULARES

- Conocer que actividades de investigación se realizaron por parte de cada uno de los participantes durante el tiempo comprendido entre Octubre de 1999 y Septiembre de 2000
- Informar en cuales proyectos o experimentos se participó como líder o responsable, y como colaborador o asesor.
- Destacar principalmente los resultados obtenidos y discutir su importancia en relación con los objetivos de los proyectos.
- Hacer conocer de los asistentes, qué otras actividades relevantes se realizaron relacionadas con transferencia, capacitación o planeación de investigaciones

GENERALES

- Para que sirva de instrumento de evaluación, a la Federación y en particular para CENICAFÉ, de las actividades de investigación y experimentación
- Evaluar la productividad de CENICAFÉ durante el período del informe
- Compartir la información sobre los avances de las investigaciones con las directivas de la Federación y muy especialmente con los Comités Departamentales de Cafeteros

MARTES 14 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: CARMENZA GONGORA B.

INSTALACION

8:00 AM

I. AGROCLIMATOLOGIA

Red Climática, Ecotopos Cafeteros

Orlando Guzmán M.

8:15 AM

Agroclimatología

Ciclo hidrológico en cafetales.

Alvaro Jaramillo R.

8:30 AM

La humedad del suelo.

Agroclimatología

II. CONSERVACION

Propiedades físicas y químicas de cinco suelos de laderas y su aplicación en el uso, manejo y conservación

Horacio Rivera Posada

8:45 AM

Validación del factor Erodabilidad K de la USLE y Ki del WEPP

Conservación de Suelos

Edgar Hincapié Gómez

9:00 AM

Usando lluvia simulada

Conservación de suelos

III. BIOTECNOLOGIA

Arabicina del café y su relación con las características

Ricardo Acuña Z.

9:15 AM

Organolépticas de la bebida

Mej. Genético-Biotecnología

Avances en la utilización de marcadores moleculares en café y organismos asociados.

Alvaro Gaitán B.

9:30 AM

Transformación genética de suspensiones celulares de café

Fitopatología-Biotecnología

Diana Molina V.

9:45 AM

Mediante Agrobacterium tumefaciens

Mej. Genético-Biotecnología

RECESO

Actividad promotora de suspensiones celulares de *C. arabica* L. cv Colombia transformados mediante biolística
Determinación de la variabilidad genética de introducciones de Etiopía
Mediante marcadores moleculares
Identificación de marcadores RAPD asociados con resistencia Incompleta a roya por medio de BSA

Adriana G. Rosillo G. 10:00 AM
Mej. Genético-Biotecnología 10:30 AM
Adriana P. Chaparro B. 10:45 AM
Mej. Genético-Biotecnología
Oscar D. Quintero G. 11:00 AM
Mej. Genético-Biotecnología

IV. MEJORAMIENTO GENETICO

Mejoramiento por hibridación interespecífica y evaluación de resistencia a broca.
Presencia de genes de resistencia y de defensa ortólogos en variedades resistentes y susceptibles a la roya del café.
Evaluación agronómica de selecciones de CXH.T con resistencia incompleta a roya. Efecto de la roya en la producción de genotipos.
Obtención de materiales mejorados con resistencia a roya y CBD

Hernando Cortina G. 11:15 AM
Mejoramiento Genético
Adriana Gonzales A. 11:30 AM
Mejoramiento Genético
Gabriel Alvarado A. 11:45 AM
Mejoramiento Genético
Germán Moreno R. 12:00 AM
Mejoramiento Genético

V. INDUSTRIALIZACION DEL CAFÉ

Interacción aleloquímica de frutos de caféto (*Coffea spp*) y la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari) 1887.
Caracterización de la prueba de taza en función del rendimiento de extracción y el contenido de sólidos solubles del café colombiano
Correlación entre las propiedades físicas, químicas y organolépticas del café en diferentes procesos y grados de torrefacción
Influencia de los sistemas de tostación y enfriamiento no Convencionales sobre la calidad del café torrefactado.
Obtención bioquímica de celulosa y etanol a partir del café agotado,
Sistema de congelación rápida individual «IQF» (Individually Quick Freezing) de mora.
Obtención de etanol a partir de la fermentación del plátano maduro.

Américo Ortiz Perdomo 1:30 PM
Industrialización

José Jaime Castaño C. 1:45 PM
Industrialización

Leonardo A. Medina A. 2:00 PM
Industrialización. U. de la Salle Bogotá

Campo Elías Riaño L. 2:15 PM
Industrialización

Roberto Arturo Agudelo A. 2:30 PM
Industrialización. U. Nal. Mzles

Luz Mary Montes R. 2:45 PM
Industrialización. U. Nal. Mzles

Beatriz Elena Valdés D. 3:00 PM
Industrialización. U. Nal. Mzles

Juan Carlos Verlhest 3:15 PM
Biol de la Cons.

Oscar Orrego 3:45 PM
Biol de la Cons.

Jorge E. Botero 4:00 PM
Biol de la Cons.

Luis A. Maya Montalvo 4:15 PM
Documentación

Oscar Orrego 4:30 PM
Biol de la Cons.

Héctor Fabio Ospina O. 4:45 PM
Divulgación

Luis Ignacio Estrada H. 5:00 PM
Sistemas

RECESO

IV. BIOLOGIA DE LA CONSERVACION

Dos años de censos de aves en Cenicafé

Vegetación en Plan Alto: bosque o rastrojo

Biología y Conservación: Dos años en Cenicafé

V. DOCUMENTACION

Actividades de Documentación.

VI. DIVULGACION

Actividades de Divulgación y Transferencia

VII. SISTEMAS

Informe Anual 1999-2000 Disciplina de Sistemas

MIÉRCOLES 15 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: RICARDO ACUÑA

VIII. FISILOGIA DEL CAFETO

Fotosíntesis a nivel de la planta completa de café.

Efecto del estrés hídrico sobre la fotosíntesis del café en condiciones de campo

Relación entre los estudios bajo condiciones controladas y en campo en plantas sometidas a estrés

VII. MANEJO DE CAFETALES

Crecimiento y desarrollo del café en diferentes altitudes y latitudes.

Sombrio, mulch y déficit hídrico en cafetales

Evaluación del sistema café intercalado con maíz, frijol y tomate de mesa con y sin manejo de arvenses

IX. INVESTIGACIONES EN SUELOS

La calidad del café y su relación con el medio ambiente

Determinación del nitrógeno disponible en las subestaciones de Cenicafé.

RECESO 10:00 AM

Caracterización edafológica de los ecotopos cafeteros del occidente cercano del departamento de Antioquia
Análisis geoestadístico de propiedades químicas del suelo en Andisoles de la zona cafetera
Interacción Mg-K y Ca en la fase soluble e intercambiable de un andisol y su incidencia en el desarrollo del café.
Pérdida de elementos fertilizantes por lixiviación en algunos Suelos derivados de cenizas volcánicas de la zona central
Respuesta a la fertilización con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento vegetativo.
Determinación de los niveles críticos de los nutrientes para el cultivo de café en suelos de la zona cafetera

MODERADOR: NESTOR M. RIAÑO H.

X. COSTOS DE PRODUCCION

Estimación de los requerimientos de mano de obra en la Cosecha de café.

XI. EXPERIMENTACION

Actividades en las Subestaciones Experimentales.

La fertilización del café bajo sombrero.
Ceba de ganado en rotación de praderas.

Luis Fernando Gómez G. 8:00 AM
Fisiología Vegetal

Oscar F. Gomez 8:15 AM
Fisiología Vegetal- U. de Caldas

Néstor M. Riaño H. 8:30 AM
Fisiología Vegetal

Jaime Arcila P. 8:45 AM
Fitotecnia

Fernando F. Farfán V. 9:00 AM
Fitotecnia

Argemiro Moreno Berrocal 9:15 AM
Fitotecnia

Antonio Caballero R. 9:30 AM
Química Agrícola

Fernando Franco 9:45 AM
Química Agrícola

Oscar J. Alvarez 10:30 AM
Química Agrícola

William A. Ochoa M. 10:45 AM
Química Agrícola

Miguel Cadena R. 11:00 AM
Química Agrícola U. Nal. Palmira

Martha C. Henao 11:15 AM
Química Agrícola

Eduardo Hernández 11:30 AM
Química Agrícola

Siavosh Sadhegian Kh. 11:45 AM
Química Agrícola

Hernando Duque O. 1:00 PM
Economía

Manuel Echeverry L. 1:15 PM
Experimentación

Pedro M. Sánchez A. 1:45 PM
Subestación Exptal. Santander

XII. INVESTIGACION PARTICIPATIVA

Experiencias en Investigación participativa con caficultores

Luis Fernando Aristizábal 2:00 PM

Entomología

Investigación participativa con caficultores en el manejo integrado de la broca

Carlos Gonzalo Mejía 2:15 PM

Entomología

Cambios en la adopción de los componentes del manejo

Mauricio Salazar Echeverri 2:30 PM

Integrado de la broca a través de la investigación participativa

Entomología

XIII. CONTROL DE LA BROCA

Evaluación económica de la producción de esporas aéreas de *B. bassiana* a escala piloto

Elena T. Velasquez 2:45 PM

Entomología

Avances en el conocimiento de la variabilidad genética de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae*

Gabriel M. Saldarriaga R. 3:00 PM

Entomología

RECESO 3:15 PM

Actividad catalítica y enzimática de extractos metabólicos de hongos y su patogenicidad sobre *H. hampei*

Fernando Delgado B. 3:45 PM

Entomología

Mejoramiento de cepas de *B. bassiana* para el biocontrol de la Broca

Carmenza Góngora B. 4:00 PM

Entomología

Avances en estudios de la interacción broca: entomonemátodo

Juan Carlos López N. 4:15 PM

Entomología

Evaluación de la competencia de *Cephalonomia stephanoderis* y *Prorops nasuta* en condiciones de laboratorio

Adriano A. Rodriguez T. 4:30 PM

Entomología

Efecto de la cafeína en dieta meridica sobre la

Patricia Marín M 4:45 PM

Entomología

Reproducción de la broca

Alex E. Bustillo P. 5:00 PM

Secadores parabólicos para el control de la broca del café

Entomología

XIV. OTRAS ACTIVIDADES DE ENTOMOLOGIA

El anillado del tallo del árbol joven del café

Francisco J. Posada 5:15 PM

Entomología

Biología, hábitos y enemigos del picudo de los cítricos

Diana M. Cano 5:30 PM

Entomología . J. Invest.

La biodiversidad de insectos de la zona cafetera, representada en la colección de artrópodos de Cenicafé

Zulma N. Gil P. 5:45 PM

Entomología

JUEVES 16 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: J. ARTHEMO LOPEZ R.

XIV. ENFERMEDADES DEL CAFETO

Caracterización fenotípica y molecular de *Ceratocystis fimbriata*

Mauricio Marín M. 8:00 AM

Fitopatología. U. Caldas

Evaluación de dos métodos de aplicación de fungicidas para el Control de la llaga macana *Ceratocystis fimbriata* en zocas, Resistencia a la llaga macana

Dina Stella Gómez 8:15 AM

Fitopatología. U. Nariño

Identificación de razas de roya del cafeto. Efecto de la fertilización en la incidencia de mancha de hierro

Bertha L. Castro C. 8:30 AM

Fitopatología

Estudios sobre uredinales (royas) de la zona cafetera colombiana

Luis Fernando Gil V. 8:45 AM

Fitopatología

Trabajos complementarios en el diagnóstico de virus en *Cattleya* spp (orquidaceae).

Mauricio Alberto Salazar 9:00 AM

Fitopatología. U. Caldas

Carlos A. Angel 9:15 AM

Fitopatología

Avances en el estudio de las endomicorrizas en café
y en la identificación de endomicorrizas nativas en plátano y banano
Efecto de *Entrophospora* colombiana en el comportamiento y
fisiológico y metabólico de plantas de café

RECESO 10:00 AM

Endomicorrizas nativas y otros microorganismos en
almácigos de café
Efecto de *Glomus manihotis* y *Glomus fistolosum* en el crecimiento
del plátano y banano
Efecto de *Glomus manihotis* y *Glomus fistolosum* en nemátodos
fitopatógenos en plantas micropropagadas de plátano y banano
Diseño de un equipo para aplicación de productos biológicos
para el control de nemátodos en almácigos de café

XV. BIOMETRIA

Avances en el estudio del sistema operativo en la cosecha
manual de café
Propuesta de un modelo de simulación para el comportamiento
de la Infestación de broca
Determinación de los factores limitantes de la adopción del MIB

MODERADOR: LUIS FERNANDO GIL V.

XVI. AVANCES EN COSECHA

Diseño de sistemas de protección para las despulpadoras

Rediseño del módulo BECOLSUB 300

Manejo de las mieles generadas en la tecnología BECOLSUB
para la disminución del impacto ambiental por los lixiviados.
Estudios de caso para determinar los costos del beneficio
tradicional y del Becolsub
Optimización del proceso de secado de café mediante la
implementación del secado mecánico en carros secadores.
Avances en el estudio y de la respuesta dinámica de frutos y ramas
sometidos a vibraciones unidireccionales inducidas
por servosistemas
Simulación de la respuesta de la rama sometida a vibraciones.
Avances en secado de café.
Estudios sobre la distribución espacial de los frutos en el árbol
de café
Evaluación de la respuesta del fruto de café a aplicaciones de
reguladores de crecimiento.
Avances en el desarrollo de dispositivos para asistir la recolección
manual de café
Concepción de una herramienta manual para asistir
la recolección de café en Colombia.
Desarrollo de un dispositivo neumático semiestacionario para
agilizar la recolección manual de café en cereza.
Avances en el desarrollo de herramientas portátiles para la cosecha
de café.

Carlos A. Rivillas 9:30 AM
Fitopatología
Angela M. Castro 9:45 AM
Fitopatología. U. Caldas

Maria del P. Angarita 10:30 AM
Fitopatología. U. Javeriana
Mario A. Cano 10:45 AM
Fitopatología. UDCA
Margarita M. Jaramillo 11:00 AM
Fitopatología. U. Nac. Medellín
Martha L. Ibarra 11:15 AM
Fitopatología. U. Autónoma

Juan C. Velez Z 11:30 AM
Biometría
Esther C. Montoya 11:45 AM
Biometría
Bernardo Chaves C 12:00 M
Biometría

Diego Agudelo G. 1:15 PM
Ing. Agrícola. U. Nal. Mzles
Juan D. Buenaventura A. 1:30 PM
Ing. Agrícola. U. Autónoma Mzles
Luis H. Narváez M. 1:45 PM
Ing. Agrícola U. Nariño
Sandra M. García A. 2:00 PM
Ing. Agrícola Est. U. Nal. Mzles
Erika Espinosa A. 2:15 PM
Ing. Agrícola U. Nal. Bogotá
Cesar A. Alvarez 2:30 PM
Ing. Agrícola. U. Autónoma Mzles

Gonzalo Roa M. 2:45 PM
Ing. Agrícola
Gloria M. Betancur A. 3:00 PM
Ing. Agr. U. Nal. Medellín
Juan C. Ramos G. 3:45 PM
Ing. Agrícola
Maria I. Ramírez 4:00 PM
Ing. Agr. U. Surcol. Neiva
Diego Londoño Huertas 4:15 P M
Ing. Agrícola U. Valle
Francisco Palencia López 4:30 PM
Ing. Agrícola U. Tecn. Pereira
Cesar A. Ramírez G. 4:45 PM
Ing. Agrícola

Caracterización de frutos maduros de café mediante visión artificial
 Ubicación espacial del fruto de café usando visión estereoscópica artificial en condiciones de laboratorio
 Estudio del principio de vibración de múltiples puntos al tallo.

Edwin Octavio Gómez González 5:00 PM
 Ing. Agrícola – Serv. Prof.
Carlos I. Torres 5.15 PM
 Ing. Agr. U. Autónoma Mzles
Ivan D. Aristizabal 5:30 PM
 Ing. Agrícola U. Nal. Medellín

VIERNES 17 DE NOVIEMBRE

MODERADOR: GERMAN MORENO R.

XVII. AVANCES EN COSECHA

Diseño, construcción y evaluación de un dispositivo para la cosecha mecánica del café, por vibración multidireccional al tallo.
 Determinación de parámetros de diseño para los sistemas de acople en los vibradores inerciales del tallo de café.
 Estudio experimental de la respuesta dinámica del árbol de café sometido a vibración del tallo.
 Cosecha del café por la aplicación de impacto a las ramas.

Diseño e implementación de un sistema de control automático para un vibrador del tallo del café.
 Implementación de un sistema automático para el registro y el análisis espectral de las vibraciones generadas en los agitadores del "COVAUTO"
 Cosechador de café por vibración del follaje "COVAUTO"

Avances en cosecha mecanizada de café.
 Avances en despulpado de café.

RECESO 10:00 AM

XVIII. AVANCES EN QUIMICA INDUSTRIAL

Calidad del café de la Sierra Nevada de Santa Marta.
 Repetibilidad en comparación de aromas por sensor
 Contenido de ácidos clorogénicos en café según la variedad y el estado de desarrollo del fruto.
 Manejo y tratamiento de lixiviados producidos en el BECOLSUB.

Avances en microbiología anaerobia en el tratamiento de las aguas residuales del café.
 Avances en tratamiento de aguas y valorización de subproductos del café
 Tratamiento térmico para el cultivo de Shiitake y avances en el cultivo de hongos comestibles.

Jair J. Granja F. 8:00 AM
 Ing. Agrícola
Federico García U. 8:15 AM
 Ing. Agrícola U. Nal. Medellín
Yasson Duque A. 8:30 AM
 Ing. Agr. U. Surcol. Neiva
Eduard A. García G. 8:45 AM
 Ing. Agrícola U. Nal. Medellín
John Harvey Henao S. 9:00 AM
 Ing. Agrícola U. Nal. Medellín
Andrés Felipe Salazar R. 9:15 AM
 Ing. Agrícola U. Nal. Mzles

Fernando Alvarez Mejía 9:30 AM
 Ing. Agrícola U. Nal. Medellín
Carlos Oliveros T. 9:45 AM
 Ing. Agrícola

Gloria Inés Puerta Q. 10:30 AM
 Química Industrial
Carolina Marín García 10:45 AM
 Química Industrial U. Caldas
Diego A. Zambrano F. 11:00 AM
 Química Industrial
Fernando A. Gomez C. 11:15 AM
 Química Industrial
Nelson Rodríguez V. 11:30 AM
 Química Industrial
Carmenza Jaramillo L. 11:45 AM
 Química Industrial

MODERADOR: EDUARDO HERNANDEZ G.

XIX. INVESTIGACION ADAPTATIVA

Avances de la investigación en cítricos y passifloras.

Bromatología de la naranja Valencia,

Avances en la investigación en caucho y macadamia.

Aspectos biológicos de *Rosellinia pepo* agente causal de la llaga estrellada en macadamia.

Diagnóstico de los sistemas de empaque en las zonas productoras de lulo *Solanum quitoense*

Diagnóstico de los sistemas de empaque en las zonas Productoras de mora *Rubus glaucus*

Avances en la investigación forestal con especies nativas

Ganado de carne. Proyecto de cría F1 (Brangus)

J. Arthemo López R. 1:00 PM

Programa ETIA

Rocío del Pilar Pineda S. 1:15 PM

Programa ETIA .U. de La Salle.

Clemencia Villegas G. 1:30 PM

Programa ETIA

Carmen Eliana Realpe O. 1:45 PM

Programa ETIA- U.Caldas

Juan M. Rojas A. 2:00 PM

Programa ETIA

Aida Esther Peñuela M. 2:15 PM

Programa ETIA

Carlos Mario Ospina P. 2:30 PM

Programa ETIA

María C. Cardona B. 2:45 PM

Programa ETIA

RECESO 3: 00 PM

XX. INFORME DE ACTIVIDADES 99/00

DEPARTAMENTO

DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

Luis Carlos Carmona López 3:30 PM

Depto. De Servicios Administrativo

Gabriel Cadena Gómez 3:45 PM

Dirección

XXI. INFORME DE LA DIRECCIÓN

RESUMEN EJECUTIVO

En el año cafetero 1999-2000, el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, en desarrollo del Plan Quinquenal de Investigación 1997-2002, adelantó actividades de investigación y experimentación correspondiente a 315 experimentos localizados en su sede principal, en las 15 subestaciones de experimentación regional y en fincas de caficultores en toda la zona cafetera. Durante este período, se iniciaron 49 nuevas investigaciones, de acuerdo con las prioridades señaladas por el Congreso Cafetero, buscando la competitividad y la sostenibilidad de la caficultura colombiana.

En relación con la **competitividad**, las investigaciones se enfocaron hacia la búsqueda de alternativas que permitan la **reducción de los costos de producción** y a la **preservación de la calidad tanto física como organoléptica del café colombiano**.

En materia de reducción de los costos de la cosecha, se hicieron contribuciones significativas en la **cosecha manual asistida** y la **mecanización de la cosecha**. Estos temas representaron el mayor número de experimentos realizados durante este período, los cuales en su gran mayoría fueron ejecutados por estudiantes becarios y profesores universitarios, bajo la orientación de los investigadores de la Disciplina de Ingeniería Agrícola del Centro y con la cofinanciación de Colciencias. Se progresó en el diseño de una **despulpadora** más económica y eficiente, con la colaboración de la industria metalmeccánica nacional. En el campo agronómico se iniciaron nuevos experimentos sobre la **nutrición del café** y su respuesta a los elementos mayores (nitrógeno, potasio y magnesio) en, prácticamente, todas las regiones cafeteras del país, con el objetivo de desarrollar una caficultura de precisión en lo que respecta a la economía en el uso de fertilizantes. Estos experimentos se realizan con la cofinanciación de las compañías extranjeras y nacionales productoras de fertilizantes. Respecto al manejo agronómico, se presentan avances con los resultados de los experimentos sobre **densidad de siembra**, selección de chupones en la zoca y caficultura bajo som-

brío en diferentes regiones cafeteras. En cuanto al aprovechamiento de los lotes en los cuales se realiza la renovación de cafetales mediante el zoqueo o nueva siembra, con la colaboración de la Empresa Novartis, se realizaron experimentos regionales para validar la **producción de maíz, intercalado con café**. Se demostró una vez más, la validez de la información obtenida previamente sobre la densidad de siembra del maíz intercalado, sobre su productividad y rentabilidad.

El trabajo relacionado con la **resistencia a la roya del cafeto**, muestra resultados muy alentadores en relación con el comportamiento de la variedad Colombia, sembrada en todo el país.

En primer lugar se demostró de nuevo la ventaja económica que representa la variedad Colombia en aquellos ecosistemas favorables a la incidencia de la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*), enfermedad que se presentó en epidemias severas en este período, debido a la abundancia de lluvias que favorecieron la diseminación, germinación y penetración del agente causante produciendo defoliaciones severas en las variedades susceptibles. De otra parte, según el estudio realizado por el Servicio de Extensión en 11 departamentos, 85 municipios y 1263 fincas, se confirmó que la **variedad Colombia**, continúa mostrando **más del 90% de resistencia a la enfermedad**. En experimentos en los cuales se midió el efecto de la roya del cafeto sobre la variedad **Caturra**, cuando no se efectuó el control químico de la roya, se encontró hasta un **40% menos de producción** en comparación con la variedad Colombia. Las investigaciones que se adelantan en el CIFIC, Portugal y en Zimbabwe en relación con la resistencia genética al **CBD** (*Colletotrichum kahawae*) en componentes de la variedad Colombia, muestra por primera vez, resistencia a cuatro aislamientos en algunas de las progenies y las plantas en Africa ya tienen 20 meses de edad en condiciones de campo y muy pronto se tendrán las primeras evaluaciones sobre su comportamiento respecto a esta enfermedad.

La broca del café, (*Hypothenemus hampei*) presentó durante este periodo menores niveles de infestación, gracias en parte a las condiciones climáticas predominantes.

No obstante se continuaron las investigaciones tendientes a mejorar la eficiencia y a reducir los costos de las prácticas incluidas en el manejo integrado de la broca. En el marco del proyecto co-financiado por el Fondo Común de Productos Básicos (CFC) en el cual Colombia participa junto con Ecuador, Centro América y la India, se continuaron proyectos de **investigación participativa** con 120 caficultores. Se continuaron las investigaciones con el tercer parasitoide introducido (*Phymastichus coffea*), el cual demostró su capacidad parasitaria y potencial para el control de la broca, aunque este parasitoide no se ha criado masivamente, ni se ha liberado en el campo por falta de recursos económicos, se realizaron experimentos en los cuales se liberaron cerca de 2 millones de individuos en 33 fincas de Caldas, Quindío y Risaralda.

En el laboratorio se produjeron 36 millones de avispidas. En relación con *Cephalonomia stephanoderis*, en este periodo se liberaron aproximadamente **204 millones de avispidas** y de *Prorops nasuta*, aproximadamente **345 millones en los 16 departamentos** cafeteros. En el departamento del Valle, se continuaron los trabajos relacionados con las cajas para la recuperación de parasitoides por parte de los caficultores.

Con el apoyo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), se iniciaron los primeros estudios para la comprensión del ciclo de vida y su eventual cría a nivel de laboratorio del **cuarto parasitoide**, (*Heterospilus coffecola*), el cual es parásito de los huevos de la broca. De otra parte, se comprobó la eficiencia del empleo de **marquesinas** modificadas para el secado del café, que permiten además el control de la broca presente en los granos y se evita su escape de nuevo hacia los cafetales. También se comprobó la posibilidad de la **aplicación conjunta** de fungicidas e insecticidas para el control de la roya y la broca en variedades susceptibles a la enfermedad.

Con relación al control cultural se evidenció la importancia de evitar la permanencia de frutos en el suelo y la posibilidad de contribuir al control de la plaga con la aplicación

de hongos entomopatógenos al suelo. Respecto al **control biológico** con el hongo *Beauveria bassiana*, se adelantaron investigaciones orientadas a mejorar su formulación y su eficiencia en el manejo de la broca.

Debido a las condiciones climáticas predominantes en este período, hubo una mayor incidencia de enfermedades que afectaron la producción de café. La roya fue especialmente severa en las variedades susceptibles y el mal rosado, la mancha de hierro y el phoma, afectaron la producción en prácticamente todas las regiones cafeteras del país. De otra parte, la **"Crespera"**, enfermedad conocida desde los años 50, se presentó en algunas zonas de los departamentos de Caldas y Risaralda, principalmente, afectando plantas de distintas variedades, especialmente en la etapa de formación de chupones en cafetos renovados por zoca. Hasta el año pasado no se conocía el agente causante de esta enfermedad. Sin embargo, los resultados obtenidos en relación con los mecanismos de transmisión así como observaciones al microscopio, indican que se trata de un **fitoplasma**.

Los fitoplasmas, son organismos procarióticos redondos o elongados, carentes de pared celular, no se ha logrado cultivarlos artificialmente y generalmente son transmitidos por insectos. No se conocen medidas de control preventivas o curativas, distintas a las variedades resistentes. Se iniciaron investigaciones tendientes a comprobar su agente causante, definir el papel del control de arvenses sobre su presencia y a la búsqueda de los insectos vectores.

Otra contribución a la reducción de costos, que estaba en el Plan Quinquenal y que se ha cumplido según lo planeado, fue la entrega a los caficultores del programa de cómputo denominado **AgroWin** (antes SIAF), en su versión 1.4 y 2.0, gracias al trabajo de la firma INSOFT y al apoyo del Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. En la actualidad, más de 1700 caficultores han recibido la licencia para el uso del programa, gracias a la actividad de capacitación en su uso, desarrollada por los distintos comités departamentales de cafeteros a través del Servicio de Extensión y al apoyo de los empleados de la Gerencia Técnica en la Oficina Central.

En relación con la **sostenibilidad**, se continuaron las investigaciones que culminaron en el desarrollo de un sistema

eficiente y económico para el **tratamiento de los lixiviados** que se producen durante la descomposición de la pulpa del café; se adelantó en el diseño de un **módulo BECOLSUB vertical**; se continuaron las investigaciones sobre la producción de **hongos alimenticios** sobre sustratos a base de subproductos del café; se continuaron las investigaciones sobre producción de café orgánico, con la utilización de materia orgánica a partir de **lombricompuesto** a base de pulpa de café; se continuaron los proyectos experimentales sobre **caficultura bajo sombra** en distintos departamentos cafeteros y se dio especial énfasis a las investigaciones sobre la **biodiversidad** en la zona cafetera, especialmente en relación con el estudio de las **aves** tanto nativas como migratorias y sobre la fauna de artrópodos con énfasis en el estudio de las mariposas que incluyó el establecimiento de un **Jardín de Mariposas Tropicales** y la publicación de un Avance Técnico sobre el tema. Finalmente, en relación con la sostenibilidad se realizó en Cenicafé el Primer Foro Internacional sobre Café y Biodiversidad, organizado conjuntamente por la Federación (Programa de Reestructuración Cafetera y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt) y en el plano internacional se participó en la Tercera Conferencia sobre Café y Sostenibilidad, durante la realización de la XII Conferencia y Exposición de la Specialty Coffee Association of America, en San Francisco, California.

Es necesario comentar que debido a las altas precipitaciones ocurridas durante el año de 1999 y parte del 2000, se han incrementado los **problemas de erosión y remoción masal del suelo**, debido a la falta de adopción de las prácticas de manejo de los suelos, que Cenicafé ha desarrollado y divulgado durante los últimos 50 años. Queremos llamar la atención sobre este tema, ya que en este período han sido numerosas las consultas y las solicitudes de asesoría sobre este tema que desde los comités departamentales y municipales de cafeteros han hecho a Cenicafé para que se busque soluciones a problemas ya muy evidentes de pérdida de suelos en forma generalizada en las regiones cafeteras.

Actualmente existen prácticas agronómicas suficientemente probadas y validadas como el **manejo integrado de arvenses** y el empleo del **selector de arvenses nobles**, así como el empleo de árboles de sombrío en terrenos de alta pen-

diente y susceptibilidad a la erosión, que deberían ser objeto de campañas permanentes para evitar estas pérdidas irreparables de los mejores y más productivos suelos de la zona cafetera nacional. La conservación de los suelos es la base fundamental de la sostenibilidad ambiental de nuestra caficultura.

En cuanto a la **calidad del café**, en la relacionado con el tamaño del grano, se destaca que las nuevas progenies de la variedad Colombia, que hacen parte de la semilla que produce Cenicafé y se entrega a los comités departamentales de cafeteros para su venta a los caficultores, producen café con mas del **70% de semillas con tamaño Supremo**, que es una característica deseada por los caficultores.

En cuanto a la calidad en taza, se demostró que el **secado del café** es un factor muy importante para preservar las características organolépticas del café y para evitar el desarrollo de defectos en el sabor, que se producen como consecuencia de la demora en el secado del grano, transporte y almacenamiento de café húmedo (más del 12% de humedad).

Para ayudar a los caficultores que producen diferentes volúmenes anualmente, se están desarrollando y evaluando alternativas que faciliten la adopción a menor costo y mayor eficiencia de secado sin deteriorar la calidad del grano. De otra parte, se inició una investigación que busca correlacionar la calidad del café con las condiciones ecológicas de los predios donde se cultiva el café. También se iniciaron experimentos para correlacionar la fertilización (fuentes de nutrientes) con la calidad del café, así como la modalidad del cultivo (café orgánico) y calidad de la bebida.

Durante el presente periodo, Cenicafé recibió reconocimientos por la calidad de sus aportes en materia de ciencia y tecnología:

·La Universidad Nacional de Colombia, sede de Medellín, le otorgó al Centro la Mención de Reconocimiento al Mérito Agrario el 23 de Noviembre de 1999.

·Cenicafé recibió el Premio Nacional de Fitopatología "Rafael Obregón" en la categoría Profesional por el trabajo titulado: "Evaluación en laboratorio y campo de los componentes de la resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix*

Berk. & Br., en progenies de Caturra X Híbrido de Timor” realizado por los investigadores Manuel Peláez Pelaéz y Luis Fernando Gil. Palmira, Julio 29, 2000.

·El Premio Nacional de Fitopatología “Gonzalo Ochoa” Categoría Estudiante por el trabajo titulado “Reconocimiento del virus del mosaico del cymbidium (CyMV – Potexvirus) y del virus de la mancha circular del odontoglossum (ORSV – Tobamovirus) en *Cattleya* spp. Lindl (ORCHIDACEA)”, realizado por Carlos Ariel Angel, Masanobu Tsubota y Jairo E. Leguizamón. Palmira, Julio 29, 2000.

·MENCION DE HONOR del Premio Nacional de Ciencias, categoría Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, otorgado por la Fundación Alejandro Angel Escobar, por el desarrollo del Beneficio Ecológico del Café, por parte del Grupo de Postcosecha de Cenicafé. Bogotá, Septiembre 5, 2000.

·El proyecto titulado “ Un método no contaminante para obtener el grano de café: la nueva tecnología BECOLSUB”, fue seleccionado junto con otros 486 proyectos de 124 países para representar a Colombia en Expo 2000 de Hannover.

·La Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC, otorgó a CENICAFE, la Medalla a la labor por la Ciencia “PROCIENCIA”. Pereira, Octubre 27, 2000.

Finalmente, señalamos que en el año 2000, CENICAFE redujo en un 26% el número de sus empleados. Durante

este año, 76 empleados se retiraron definitivamente. Entre ellos 26 investigadores. (3 con título de Ph.D, 6 con título de M.Sc. y 17 profesionales).

Destacamos el retiro de investigadores que durante sus años de servicio al gremio cafetero contribuyeron con la generación de conocimientos y tecnologías que significaron avances considerables en la productividad y la rentabilidad de la caficultura. Mencionamos muy especialmente a los Doctores Alfonso Mestre Mestre; Senén Suárez V.; Jairo Leguizamón C.; Reinaldo Cárdenas M.; Federico Carrillo P.; Nestor Salazar A.; Diógenes Villalba G.; Myriam P. de Peña; Patricia E. Velez; Jairo R. Alvarez H.; José Alvarez G.; Maria Teresa Dávila A.; Beatriz E. Velez A.; Maria Teresa González G.; Francisco L. Grisales L.; Helí Marín N.; Carlos Julio Ramírez H.; Esperanza Barco C.; Maria Nancy Estrada V.; Martha Gladys Bernal U.; Luz Estella Vallejo T.; Ruben Dario Ospina T. y Raúl Jaime Hernández R.

También en este año, se redujo el número de estudiantes realizando sus tesis de grado en Cenicafé. De 51 estudiantes en el año 1999, se pasó a 25 en el 2000 y de 10 jóvenes investigadores a 5. No obstante, gracias a los ajustes en materia de gastos en todos los componentes y a la gran colaboración de todo el personal, Cenicafé presenta un informe de realizaciones y contribuciones innovativas para la sostenibilidad ecológica y económica de la caficultura nacional.

Gabriel Cadena Gómez

Director

Chinchiná, Noviembre 17 de 2000.



A G R O N O M Í A



Cenicafé

La investigación que se realiza en el Programa de Agronomía, en las disciplinas de Conservación de suelos, Química Agrícola y Fitotecnia, tiene como objetivo principal, generar tecnologías relacionadas con el manejo de los suelos y del cultivo del café y su impacto en el desarrollo socioeconómico de las zonas productoras, en armonía con el medio ambiente.

Durante el período 1999-2000 se ha contribuido al logro de estos objetivos mediante la continuación de los estudios de caracterización de los suelos, especialmente en los ecotopos cafeteros de Nariño, Cauca y Antioquia, lo cual repercute en una utilización más racional y óptima de los recursos. Igualmente importantes han sido los avances en Prevención y Control de la Erosión del Suelo al Nivel de Finca, donde se ha encontrado una alta eficiencia en la recuperación (90-100%) utilizando sólo mano de obra y materiales propios de las fincas.

En el campo de la nutrición de la planta es importante destacar que la lixiviación más allá de la zona de raíces, de los iones presentes en los fertilizantes aplicados, se estimó por debajo del 35% para K^+ , del 25% para Mg^{2+} , del 33% para NO_3^- y de 36% para Cl^- . Estos resultados permiten conocer con mayor detalle algunos de los procesos importantes que tienen lugar en nuestros suelos e indican el camino de las nuevas investigaciones en temas relacionados con las metodologías de análisis en el laboratorio, así como el fraccionamiento y la eficiencia de la fertilización.

Los estudios sobre el crecimiento y desarrollo de la planta en las diferentes regiones cafeteras muestran que en cada región existe un potencial particular.

También se destacan los avances en el desarrollo de los sistemas de siembra y manejo de plantaciones más adecuados desde el punto de vista técnico y económico como: sistemas económicos para obtener la densidad de siembra óptima, fertilización química con base en los requerimientos del cultivo y de las condiciones regionales, manejo del sombrero, podas, renovaciones, sistemas de cultivos con café.

En las observaciones sobre la producción de café orgánico, se ha encontrado que es factible producir café con esta denominación poniendo en práctica los resultados de las investigaciones de Cenicafé y procurando al mismo tiempo la protección del medio ambiente.

Para garantizar la seguridad alimentaria de la zona cafetera y el aumento de los ingresos, la investigación del intercalamiento de cultivos como el maíz, fríjol, tomate de mesa, entre otros, durante los dos primeros años de desarrollo del cultivo del café, ha demostrado la viabilidad de esta tecnología.

CONSERVACION DE SUELOS

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

Avances en conservación de suelos y aguas.

Prevención y control de la erosión del suelo al nivel de finca. Este trabajo se inició en 1990, en Cenicafé, las subestaciones experimentales y fincas de agricultores. En estas localidades se realizan trabajos de prevención y control de erosión para hacer el seguimiento y evaluación de su eficiencia, persistencia y costos. Se iniciaron prácticas de control de erosión en varios procesos erosivos (cárcavas, derrumbes, negativos de carretera y solifluxiones); con distintas magnitudes (12m^2 a 10.000m^2).

Estos trabajos han mostrado alta eficiencia en la recuperación (90-100%) utilizando sólo mano de obra y materiales propios de las fincas. Con base en estos resultados se ha venido dando asesorías, cursos y conferencias a agricultores, técnicos de extensión, estudiantes universitarios y otras entidades, en diferentes regiones del país (Tabla 1).

Debido a la eficiencia alta que presentan las coberturas vegetales

en la prevención de la erosión (97-99%), se continúa haciendo énfasis en su fomento dentro del programa de manejo integrado de arvenses con la ayuda del equipo selector de coberturas nobles. Se han continuado además las evaluaciones de este equipo con el fin de obtener mayor perfeccionamiento de su diseño.

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

Se logró además, que cada una de las subestaciones experimentales y las fincas de agricultores donde se han establecido las prácticas preventivas y de control de la erosión, sirvan como vitrinas a los demás agricultores de la misma y otras regiones del país.

Tabla 1. Asesorías realizadas por la Disciplina de Conservación de Suelos sobre prácticas preventivas y de control de erosión durante el período 1999 – 2000.

PRÁCTICAS PREVENTIVAS	Número de asesorías	PRÁCTICAS DE CONTROL EROSION	Número de asesorías
Construcción de escalinatas en caminos con pendientes superiores al 10%	1	Obras bioingenieriles de drenaje como filtros vivos de guadua, quiebrabarrigo, matorratón. Para el control de cárcavas, negativos de carretera, solifluxiones, y remociones masales	35
Manejo integrado de arvenses con selección en coberturas nobles	35		
Reparación de tuberías averiadas y acueductos	5	Obras disipadoras de la energía del agua como trinchos vivos y terrazas escalonadas vivas en material de guadua, matorratón, quiebrabarrigo etc.	35
Orientación protección de drenajes	10		
Orientación protección de aludes	20	Control de Negativos de Carretera mediante terrazas escalonadas vivas en material de guadua, eucalipto, matorratón y quiebrabarrigo.	10
Determinar la vocación uso del suelo	5		
Orientación conducción Aguas lluvias de escorrentía Aguas negras y beneficio	5	Revegetalización con coberturas densas y arboles	35
Mantenimiento de cunetas de carretera adentro y fuera de la finca	35		
	116	TOTAL	115

Determinación de los Índices de Erodabilidad de 15 suelos de la zona cafetera colombiana. Se estudiaron cinco suelos: tres derivados de cenizas volcánicas, unidades Chinchiná, Montenegro y Fresno (Melanudands) y dos correspondientes a las unidades Parnaso y Guamal (Typic eutropepts), derivados de basaltos y areniscas olivínicas, respectivamente. Mediante correlaciones lineales simples y multivariadas entre índices de erodabilidad de los suelos y 71 variables físicas y químicas, se determinaron 10 ecuaciones para la predicción de la erodabilidad K_i por el Agua (WEPP) y K de la USLE (ecuación universal de pérdida de suelo). Las variables se caracterizaron a través de mediciones de campo y laboratorio, en muestras tomadas en tres tipos de uso del suelo (bosque, café y pastos) y a cuatro profundidades (0-10, 10-20, 20-40 y 40-60cm). Para predecir K_i del WEPP, se considera promisoría la ecuación $K_i^2 = 136,7 - 97,83 (AG1-0.5SA) + 16,43(AG1-05SA)^2$, R^2 de 1,00 altamente significativo para la variable agregados sin arenas estables en agua entre 1-0,5 mm de diámetro (AG1-0.5SA). Para predecir el K de la USLE se considera promisoría la ecuación $K^3 = 389E-8 - 39E-7 (AG1-0.5SA) + 685E-9 (AG1-0.5SA)^2$, con, R^2 de 0,99 altamente significativo para la variable agregados sin arenas estables en agua entre 1-0,5mm de diámetro (AG1-0,5SA).

Validación del factor Erodabilidad K – USLE Y K_i – WEPP, usando lluvia simulada en un suelo de la unidad Chinchiná Andisol Melanudands. Se realizaron un total de 100 simulaciones de lluvia con una intensidad de 100mm.h⁻¹ durante 1 hora, 20 directamente en el campo sobre suelo desnudo sin disturbar (5 por localidad) y 80 en laboratorio utilizando muestras de suelo sin disturbar y disturbado. Estas últimas, fueron separadas por tamaños de agregados (2-1, 1-0,5 y < 0,5mm de diámetro promedio). Con los datos obtenidos se calcularon los factores de erodabilidad K y K_i para cada uno de los métodos empleados; se obtuvieron valores del factor K_i en campo de $0,001 \times 10^6$ a $0,0015 \times 10^6$ kg.s.m⁻⁴ con un coeficiente de variación de 0,18; en laboratorio con muestras inalteradas de $0,0033 \times 10^6$ a $0,005 \times 10^6$ kg.s.m⁻⁴ con un coeficiente de variación de 0,1715 y en muestras disturbadas de $0,0009 \times 10^6$ a $0,0225 \times 10^6$ kg.s.m⁻⁴. Para el K se presentaron valores en campo $0,0009$ a $0,0014$ t.ha.h.ha⁻¹.MJ⁻¹.mm⁻¹; de $0,003$ a $0,0048$ t.ha.h.ha⁻¹.MJ⁻¹.mm⁻¹ para laboratorio con muestras sin disturbar y de $0,0008$

a $0,0225$ t.ha.h.ha⁻¹.MJ⁻¹.mm⁻¹ con muestras disturbadas. Los valores mayores tanto para el K como para el K_i se presentaron en laboratorio con muestras <0,5mm de diámetro promedio ($0,0249 \times 10^6$ kg.s.m⁻⁴ y $0,0225$ t.ha.h.ha⁻¹.MJ⁻¹.mm⁻¹, respectivamente).

Avances en el manejo integrado de arvenses.

Umbral económico para el manejo integrado de arvenses en el cultivo del café. Hasta el momento se ha realizado el almácigo de 10.000 plantas de café (dos plantas por bolsa) e iniciado el establecimiento de las arvenses objeto de estudio en los lotes experimentales. El establecimiento de arvenses se ha realizado permitiendo la invasión natural de las especies objeto de estudio y mediante la siembra de semillas de arvenses provenientes de diferentes lotes de la Estación Central Naranjal.

Se han realizado ensayos de germinación de semillas de *Paspalum paniculatum*, *Emilia sonchifolia*, y *Bidens pilosa*, los cuales mostraron porcentajes altos de germinación (60, 80 y 60% para cada una de las especies, respectivamente), incluso para semillas con dos meses de almacenamiento a temperatura ambiente. El objetivo principal de este experimento es aplicar el concepto de umbral económico como herramienta para realizar el Manejo Integrado de Arvenses con criterios cuantitativos y de esta manera optimizar los recursos empleados al disminuir los costos de las desyerbas haciéndolas realmente efectivas y selectivas.

SUELOS Y NUTRICION DEL CAFETO

Caracterización edafológica de los Ecotopos Cafeteros de Colombia. La atención se dirigió a la seccional "Occidente Cercano" en el departamento de Antioquia, abarcando los municipios de Santafé de Antioquia, Sabanalarga, Sopetrán, Liborina, Caicedo, Anzá, Urrao, Ebéjico, San Jerónimo y el corregimiento de Palmitas del municipio de Medellín. Se entregaron oficialmente y en forma análoga y digital los resultados de algunos ecotopos a los Comités Departamentales de Nariño, Cauca y Antioquia.

La calidad del café y su relación con el medio ambiente.

En este experimento se busca caracterizar la calidad del café de las diferentes regiones de Colombia, demarcadas dentro de los Ecotopos Cafeteros. Para lo anterior se seleccionaron algunos lotes experimentales, instalados en las subestaciones de Cenicafé y ubicados en su mayoría entre 1300 y 1500msnm, con densidades de 5000 plantas por hectárea, en promedio. En 10 de las subestaciones los suelos se derivan de cenizas volcánicas, 3 tienen origen ígneo y 3 sedimentario. Se tomaron muestras de suelos y los registros climáticos correspondientes. Hasta el momento no se tienen resultados concluyentes.

Determinación de los niveles críticos de los nutrientes para el cultivo de café en suelos de la zona cafetera.

Uno de los criterios para determinar la cantidad de fertilizantes a utilizar es el "nivel crítico", es decir, el contenido del elemento en el suelo, por encima del cual no se presenta respuesta significativa del crecimiento a la fertilización. Este experimento busca determinar los niveles críticos de N, P, K y Mg para el cultivo de café y establecer los rangos de su disponibilidad (alto, medio, bajo, etc.), para las diferentes condiciones de la zona cafetera. Se evalúan cuatro tratamientos con el criterio del elemento faltante y uno con todos los nutrientes.

Las parcelas experimentales constan aproximadamente de 500m² (100m²/tratamiento), establecidas en plantaciones que inician la etapa productiva y cuya densidad fluctúa entre 4.000 y 10.000 cafetos/ha.

En el período comprendido entre marzo y septiembre del presente año el experimento se instaló en 50 sitios. Estos incluyen 8 Subestaciones de Cenicafé (El Rosario, Santa Barbara, Supía, Líbano, Albán, Santander, Pueblo Bello y La Catalina), y 40 fincas de caficultores en 12 departamentos. En 10 parcelas establecidas en el departamento de Caldas y 3 en Cesar – Guajira, se cuenta con la colaboración directa de los Extensionistas de cada zona para la realización del experimento. En la Tabla 2 se resume la información básica sobre estos sitios experimentales. Se presentaron variaciones altas en los contenidos del N, materia orgánica y K, pero menores que Ca, Mg y en especial Al y P (Tabla 3). Los anteriores resultados pueden considerarse adecuados para los fines que el experimento persigue, ya que en esencia se busca alta variabilidad para estas características entre sitios, es decir un rango amplio para cada uno de los 4 elementos objetos del estudio.

En la Tabla 4, a pesar de encontrar representación en los diferentes niveles de fertilidad para cada una de las categorías establecidas, la distribución no es similar para todos los elementos objetos del estudio.

Tabla 2. Parcelas establecidas en el período 1999-2000, para el estudio de los niveles críticos de nutrientes para el café.

No. Parc.	Departamento	Municipio
2	Antioquia	VENECIA
15	Caldas	Manizales, Palestina, Anserma, Pensilvania, Manzanares, Salamina, Supía, Risaralda, Marquetalia, Pácora, Chinchiná.
4	Cauca	Timbío, Popayan, Piendamó.
4	Cesar	Pueblo Bello, La Paz, Codazzi.
4	Cundinamarca	Sasaima.
3	Huila	Gigante.
1	La guajira	Fonseca.
4	Nariño	La Unión, Buosaca, Arboleda.
3	Risaralda	Pereira.
3	Santander	Floridablanca, Bucaramanga.
4	Tolima	Líbano.
3	Valle	El Cairo, Sevilla.

Tabla 3. Resumen de las características de los suelos donde se estudian los niveles críticos

	pH	N (%)	MO (%)	K (me)	Ca (me)	Mg (me)	Al (me)	P (ppm)
Promedio	5,0	0,44	11,5	0,41	3,33	0,87	1,46	21
CV (%)	8,68	47,5	51,32	61,70	93,60	71,85	150	154
Máximo	6,2	0,93	27,8	1,32	18,8	3,0	11,20	169
Mínimo	3,9	0,07	1,1	0,07	0,1	0,1	0	0

Aproximadamente el 30% de los sitios tienen niveles muy bajos de P y Mg (menores de 3ppm y 0,4me/100g, respectivamente), y el 50% de estos no alcanzan los rangos adecuados de P, Mg y K. El 35% de los suelos presentan altos niveles de fertilidad (las 2 categorías con los mayores rangos).

La situación descrita señala que en general se cuenta con una representación aceptable de las variables estudiadas en el experimento. Todavía no existen datos de producción para este experimento.

Pérdidas de elementos fertilizantes por lixiviación en algunos suelos derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera central. Este estudio busca validar en el campo y bajo condiciones de cultivo los resultados obtenidos en laboratorio, sobre la susceptibilidad a la lixiviación de los cationes aplicados en los fertilizantes en función de las propiedades de intercambio catiónico, en algunas de las unidades de suelos derivados de cenizas volcánicas más

representativas de la zona cafetera central. El experimento consistió en el estudio de la dinámica de los iones en el sistema suelo-planta, en parcelas de plátano variedad Dominico Hartón (Musa AAB), con y sin fertilización, durante dos ciclos del cultivo, en cinco suelos derivados de cenizas volcánicas (unidad Chinchiná en la Estación Central Naranjal y en las Subestaciones Experimentales Paraguaicito con unidad Fresno, Marquetalia con unidad Líbano, Subestación Líbano y unidad Montenegro en la subestación Maracay). Para tal efecto, se hizo el análisis de cationes al nivel de suelo en el agua gravitacional, en la solución del suelo y en el complejo de intercambio iónico, y al nivel de planta en el tejido foliar. El presente informe presenta los resultados correspondientes al suelo.

La solución del suelo (Tabla 5) reflejó mejor el incremento de cationes por efecto de la fertilización que el complejo de intercambio catiónico. Las variaciones trimestrales de los cationes intercambiables del suelo durante 30 meses de fertilización fueron muy fluctuantes pero se observó una

Tabla 4. Frecuencias absolutas y relativas de materia orgánica, P, K y Mg, en los suelos donde se estudian los niveles críticos de nutrimentos para el café.

Materia orgánica					
Rango (%)	< 4	4-8	8-12*	12-16	> 16
Frecuencia Absoluta (%)	4	35	25	10	26
Frecuencia Acumulada (%)	4	39	64	74	100
Fósforo					
Rango (ppm)	< 3	3-6	6-14*	14-30	> 30
Frecuencia Absoluta (%)	27	24	14	10	25
Frecuencia Acumulada (%)	27	51	65	75	100
Potasio					
Rango (me/100 g)	< 0.15	0.15-0.30	0.3-0.4*	0.4-0.8	> 0.8
Frecuencia Absoluta (%)	12	39	14	19	16
Frecuencia Acumulada (%)	12	51	65	84	100
Magnesio					
Rango (me/100 g)	< 0.4	0.4-0.6	0.6-0.8*	0.8-1.0	> 1.0
Frecuencia Absoluta (%)	31	16	20	6	27
Frecuencia Acumulada (%)	31	47	67	73	100

Tabla 5. Composición de la solución del suelo en el horizonte Ap de las parcelas testigo y fertilizada a los 21 meses de fertilización continua con 230 kg de N, 96 de P_2O_5 , 460 de K_2O , 480 de MgO y 64 de CaO por hectárea y por año, fraccionados en 12 aplicaciones anuales.

Localidad	Parcela	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	NO_3^-
		me/L					
Naranjal	Testigo	0,10	0,24	0,16	0,23	0,06	0,73
	Fertilizada	0,27	1,54	0,80	0,34	0,82	2,28
Marquetalia	Testigo	0,09	0,25	0,20	0,57	0,07	1,11
	Fertilizada	0,07	0,40	0,53	0,29	0,20	1,12
Líbano	Testigo	0,10	0,21	0,37	0,64	0,12	1,22
	Fertilizada	0,09	1,19	4,52	0,75	2,98	3,73
Maracay	Testigo	0,09	0,43	0,36	0,61	0,14	1,46
	Fertilizada	0,14	2,05	5,60	1,61	5,43	4,39
Paraguaicito	Testigo	0,12	0,90	1,57	2,11	0,17	4,36
	Fertilizada	0,12	0,57	2,05	1,33	0,43	3,70

tendencia general a incrementarse, con excepción de Paraguaicito.

El suelo mostró además una tendencia a acidificarse, produciéndose una disminución de hasta 1,0 unidades de pH en los suelos de Naranjal y Marquetalia. En Naranjal ni el potasio ni el magnesio intercambiables se incrementaron sustancialmente por efecto de la fertilización.

En las parcelas fertilizadas la concentración de los cationes básicos está directamente relacionada con la concentración de cloruros y nitratos en las aguas gravitacionales colectadas a 100cm de profundidad (Figura 1). La línea de tendencia presenta una pendiente cercana a 1, lo cual indica que estos dos aniones aportados en el fertilizante son los acompañantes principales de los cationes básicos en el balance de cargas y que por tanto, son los mayores responsables del lavado del potasio, magnesio y calcio más allá de la zona de raíces.

Las pérdidas por lixiviación de elementos fertilizantes variaron según la unidad de suelo, el tipo de ión y la precipitación, siendo mayores en la unidad Fresno en Marquetalia, con un promedio de lluvia anual de 4000mm anuales. En todas las unidades, la lixiviación de los iones presentes en los fertilizantes aplicados más allá de la zona

de raíces, fue estimada por debajo del 35% para K^+ , del 25% para Mg^{2+} , del 33% para NO_3^- y de 36% para Cl^- .

Estos estudios son importantes para la caficultura porque los suelos derivados de cenizas volcánicas de la zona cafetera central se caracterizan por sus buenas propiedades físicas y por una baja fertilidad natural, lo cual implica la necesidad de agregar nutrientes mediante la fertilización; sin embargo, debido a las altas precipitaciones, estos suelos pueden

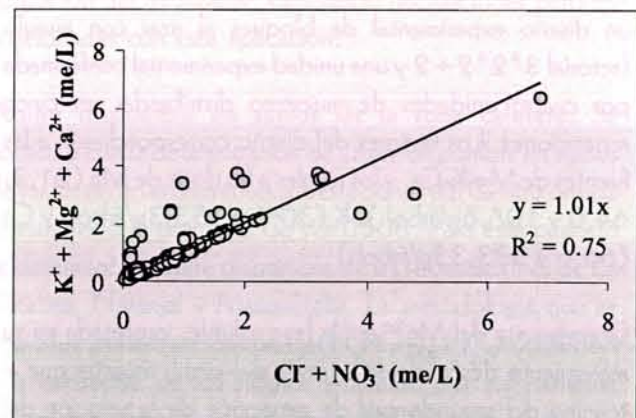


Figura 1. Relación entre la suma de los aniones Cl^- y NO_3^- y la suma de los cationes básicos en las aguas gravitacionales colectadas a 100 cm en las parcelas fertilizadas (n=140 observaciones)

presentar lavado rápido de los fertilizantes si las condiciones de drenaje en el perfil son buenas y la fertilización es continua.

Los planes de fertilización deben tener en cuenta por consiguiente, la susceptibilidad de los iones a la lixiviación, para poder decidir sobre la cantidad de fertilizante a aplicar y la forma como debe ser fraccionado, y así disminuir costos de producción y prevenir la contaminación de las aguas subterráneas.

En el caso de la zona cafetera central, la precipitación mayor de 2000mm por año, puede favorecer el lavado de los fertilizantes aplicados.

Interacción Mg * K * Ca en la fase soluble e intercambiable de un andisol y su incidencia en el desarrollo de la planta de café. En el presente estudio se pretende conocer la interacción Mg * K * Ca, mediante la aplicación simultánea de diferentes dosis de las fuentes fertilizantes solubles de Mg [$MgSO_4 \times H_2O$], K [KCl] y Ca [$Ca(NO_3)_2 \times NH_4NO_3 \times 10H_2O$], y su acción sobre la concentración de estos tres elementos en la solución y en la fase intercambiable de suelos de la unidad Chinchiná, clasificados como acruoxic melanudands. Adicionalmente se determinó el efecto de estas tres fuentes fertilizantes y su interacción catiónica, en la concentración de Mg^{2+} , K^+ y Ca^{2+} en la raíz, hojas y frutos de la planta de café.

El ensayo se practicó en un lote de café de 1045m² cultivado en una zoca de dos años de edad, con una densidad de 10000 árboles/ha y sin fertilizar. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial $3 \times 2 \times 2 + 2$ y una unidad experimental conformada por cuatro unidades de muestreo distribuidas en cinco repeticiones. Los factores del diseño correspondieron a las fuentes de Mg-K-Ca, y los niveles a las dosis de Mg (21,3; 64,0 y 106,6g/árbol.), K (30,6 y 153,3g/árbol) y Ca (66,6 y 333,33g/árbol.).

La respuesta del Mg^{2+} en la fase soluble, expresada en su movimiento descendente a través del perfil, muestra que al término del segundo mes de extracción de la solución del suelo, se advierte una fuerte reducción en su concentración media al pasar de 46,4 a 6,45mg/L, en la profundidad de 15 y 30cm, respectivamente. Así mismo, en esta misma fase se observó que las altas dosis de las fuentes fertilizantes

de K y de Ca incidieron en una baja concentración del ion Mg^{2+} (3,36mg/l), a una profundidad de 30cm (Tabla 6).

A los dos meses de aplicadas las fuentes fertilizantes, en la fase intercambiable el contenido más bajo de Mg^{2+} (0,7cmol_c/kg), se registró por efecto de la interacción: baja aplicación de fuente de magnesio (21,3g/árboles) y alta de calcio (333,33g/árboles) (Figura 2). Al finalizar el segundo mes de evaluación no se observaron diferencias significativas en los efectos simples y las interacciones de los tratamientos sobre el contenido de magnesio foliar, ni en el contenido de magnesio en los frutos (analizado a los cinco meses de iniciado el ensayo).

La importancia de este estudio para la caficultura colombiana radica en el hecho de que existe una evidente relación entre las concentraciones de potasio, calcio y magnesio en las fases soluble e intercambiable del suelo, asociada a los diferentes órganos de la planta y a los estados de desarrollo del cultivo. En la zona cafetera central y otras regiones cafeteras de Colombia, las reiterativas y a veces excesivas prácticas de enclado acompañadas de altas dosis de fertilización potásica, con la exclusión de fuentes fertilizantes de magnesio pueden conducir a un desbalance de la relación Mg:K:Ca en la fase soluble e intercambiable, desencadenando una reducción en la disponibilidad de magnesio que regularmente se manifiesta en una deficiencia de magnesio en los cafetos.

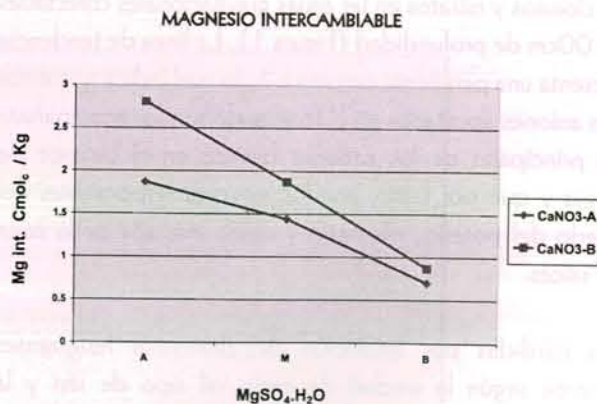


Figura 2. Efecto de la Interacción de Mg x Ca sobre el contenido de Mg intercambiable. Muestreo a los dos meses.

Tabla 6. Valores medios de la concentración de Mg (mg/L) en la solución del suelo. Prueba de Bonferroni (prueba de comparaciones múltiples). Muestreo a los dos meses de aplicadas las fuentes fertilizantes.

Profundidad	KCl	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Media
15 cm	A	A	56.5
	A	B	36.3
	B	A	42.5
	B	B	50.3
30 cm	A	A	3.4
	A	B	11.3
	B	A	9.1
	B	B	2.1

Contenido y variabilidad espacial del nitrógeno disponible en dos andisoles de la zona cafetera, fertilizados y sin fertilizar. En este estudio se analizó la variabilidad espacial de propiedades químicas en cuatro subestaciones experimentales, cuyos suelos pertenecen a las unidades Chinchiná y Montenegro.

En cada una de las subestaciones se escogió un lote experimental de una hectárea, homogéneo en paisaje y fisiografía, sembrado en café a plena exposición solar y fertilizado dos veces al año según análisis de suelos. Las muestras de suelo se tomaron en una cuadrícula de 10x10m y a una profundidad de 25cm. En total, fueron 100 muestras en cada lote experimental. Mediante la geoestadística se analizó el patrón de variación espacial de cada una de las variables en los lotes experimentales. Los resultados indicaron que los nutrientes del suelo son altamente variables y además, no presentan un mismo patrón de variación espacial; por el contrario, las propiedades químicas tienen diferentes patrones de variación dentro y entre lotes. En una segunda etapa del experimento se estudió la variación del nitrógeno disponible (N-Nitrato) a través del tiempo, bajo las condiciones de suelo y clima de las subestaciones Paraguaicito y La Catalina.

En cada una de estos sitios se escogieron dos parcelas, una en la cual se aplicó fertilizante nitrogenado al cultivo de café y que mostró cómo cambia el contenido de este nutriente después de que se ha aplicado el fertilizante; y en la otra, sin aplicación de fertilizantes nitrogenados, de tal forma que permitieron analizar los cambios del nitrógeno disponible producto de la mineralización de la materia orgánica.

De igual forma se realizó un seguimiento de la variación de los contenidos de la materia orgánica y del N total.

Los resultados indicaron que los contenidos de N-Nitrato, materia orgánica y del N total son constantes a través del tiempo en la parcela sin fertilización. Por el contrario, en la parcela con fertilización, la aplicación del fertilizante nitrogenado produce un aumento en el contenido del N-Nitrato en los primeros 10-20 días, momento a partir del cual presenta tendencia a volver a su nivel original.

En la subestación Paraguaicito (Figuras 3 y 4), este descenso se produce a los 40 días; mientras que en La Catalina ocurre entre los 50 y 80 días (Figuras 5 y 6). El contenido de materia orgánica y N total no se vieron afectados por la aplicación del fertilizante, mostrando fluctuaciones pero no relacionadas con esta aplicación.

Azufre disponible en suelos de la zona cafetera. Se continuó con la determinación de azufre disponible en suelos de los lotes de las diferentes subestaciones del Centro donde se estableció el proyecto QAG 0508. Para este período se determinó el azufre disponible de las subestaciones de La Catalina, Naranjal y Marquetalia. La metodología que se siguió fue una extracción con $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,008M y la valoración de los sulfatos se realizó por turbidimetría utilizando como agente estabilizante PVP. Los promedios de los valores de azufre disponible de 180 muestras en la subestación de Naranjal y Marquetalia y de 150 en La Catalina fueron de 11,3, 11,6 y 5,8ppm, respectivamente. Los coeficientes de variación estuvieron altos.

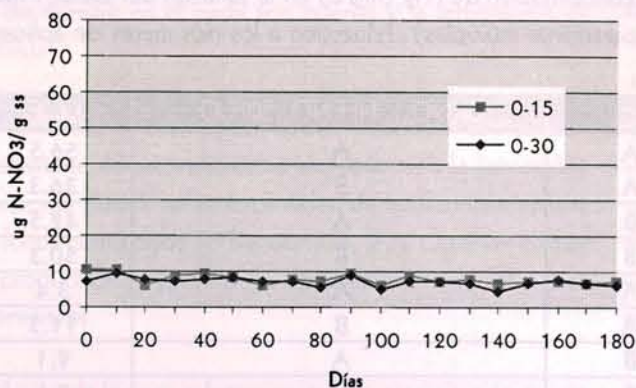


Figura 3. Variación del contenido de N-NO₃ en la parcela sin fertilizar. Sub. Paraguacito.

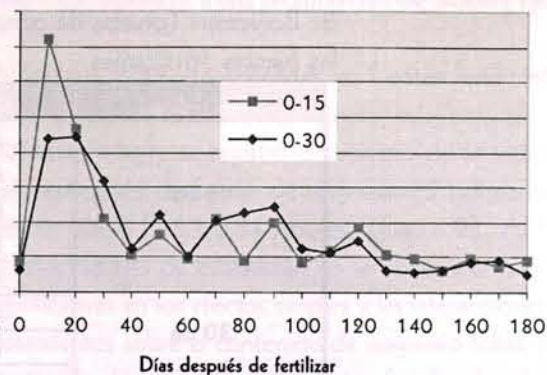


Figura 4. Variación del contenido de N-NO₃ en la parcela Fertilizada. Sub. Paraguacito.

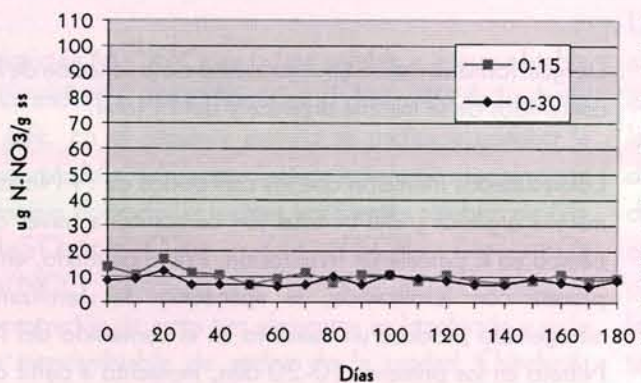


Figura 5. Variación del contenido de N-NO₃ en la parcela sin fertilización. Sub. La Catalina.

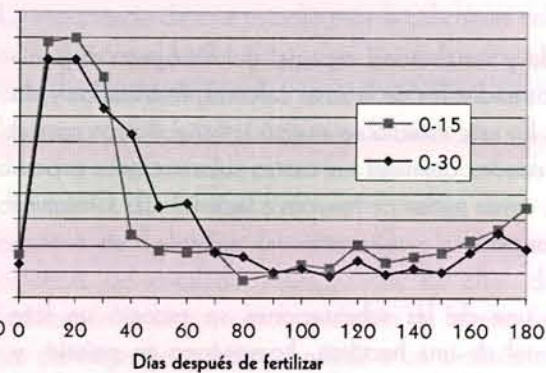


Figura 6. Variación del contenido de N-NO₃ en la parcela con fertilización Sub. La Catalina.

La variación para las tres subestaciones fue muy alta, especialmente para la de La Catalina y Marquetalia con coeficientes de variación del 41,38 y 58,62%, respectivamente; para Naranjal el coeficiente de variación fue de 19,09. Esta variabilidad se explica por ser lotes experimentales que a través del tiempo han sido sometidos a diferentes tipos de tratamientos. Esta variación fue mayor en otros elementos tales como el fósforo.

Es importante la determinación de S en los suelos cafeteros ya que éste es un nutrimento esencial para la planta y que ha sido muy poco estudiado en los suelos de la zona cafetera colombiana.

SERVICIO DE ANÁLISIS

Suelos y agroquímicos. En este período se analizaron

7422 muestras, en su mayoría de suelos (99,99%), para un total de 72085 determinaciones.

Material vegetal y análisis bromatológicos. Se realizaron 30.724 determinaciones correspondientes a 4.520 muestras. Con respecto al año anterior, en el número de muestras hubo un incremento del 40,77% y en el número de determinaciones del 60,68%. El 62,26% de las muestras corresponden a proyectos de la disciplina de Química Agrícola, seguida de Química Industrial, Fitopatología, Fitotecnia y Fisiología con un 12,85; 6,28; 4,37 y 4,2, respectivamente. Las muestras particulares corresponden a un 3,34% del total de las muestras.

Residuos de plaguicidas. Se realizaron un total de 6602 determinaciones, monitoreando insecticidas organoclorados y en diferentes análisis de suelos se realizaron 3323 determinaciones.

CRECIMIENTO DEL CAFETO

Crecimiento del café en tres altitudes. Desde enero de 1996 se estudia a intervalos trimestrales y durante cinco años, la producción de materia seca y la incorporación de los nutrientes en los diferentes estadios del crecimiento y en los diferentes órganos aéreos (tallos, ramas, hojas y frutos) de la planta de café var. Colombia, sembrada a 1,42x1,42m y a plena exposición solar. El trabajo se realiza en tres localidades que presentan características climáticas contrastantes por su posición altitudinal (1100, 1400 y 1900m) y ubicadas en los ecotopos 206A y 207A. En el momento las plantas ya han completado la etapa de crecimiento vegetativo y el tercer ciclo reproductivo. Hasta el 15 de agosto/00, cuando se realizó el último muestreo, han transcurrido en promedio 1670 días desde la siembra (dds).

Con relación al **crecimiento vegetativo**, no se observan diferencias apreciables en el crecimiento en altura y número de ramificaciones primarias entre las altitudes, hasta los 750 dds. A partir de este momento se presenta menor crecimiento a 1900m. A los 1560 dds las plantas ya habían alcanzado entre 2,00-2,20m de altura y tenían alrededor de 48-50 cruces a los 1100 y 1400m, mientras que a 1900m se tenían 44. El número de ramificaciones secundarias muestra mucha variación entre las altitudes. Hasta los 750 dds estas fueron mayores a 1400m, con un valor promedio de 159 ramificaciones, seguido por la altitud de 1100m, con un valor de 118 y por 1900m, con un valor promedio de 66. Después de los 750 dds el patrón de ramificación secundaria se modificó, presentándose una alta proliferación de ramas secundarias hasta los 1380 dds; a 1100m se observó un promedio de 475 ramificaciones, 340 a 1400m y 383 a 1900m. También se observan diferencias en el tiempo en que

éstas comienzan a aparecer y en la tasa de su formación. Las ramificaciones secundarias aparecieron primero a 1100 y 1900m, a los 210 dds, y más tarde a 1400m, donde se detectaron a partir de los 300 dds. La tasa de formación de ramas secundarias es menor a 1900m y mayor a 1100m. Las ramas terciarias se empezaron a detectar hacia los 570 dds.

El desarrollo foliar de la planta fue muy similar hasta los 750 dds (Feb/98), alcanzándose un promedio de área por planta de 4,4m².

A partir de este momento y hasta los 1.560 dds (mayo/00) ha sido muy variable; se observa una tendencia a mayor desarrollo foliar a 1.100 y 1.400 y menor a 1.900m. La pérdida de hojas es muy variable entre las localidades. Ésta se empieza a observar desde los 120 dds y luego continúa en forma creciente. Se observa una tendencia a mayor duración de las hojas a 1900m.

Con relación a la **producción y redistribución de la materia seca**, hasta los 1.560 dds el peso seco total de la parte aérea era en promedio para las tres localidades 4762g. El mayor peso seco se observó a 1.100m (5.076,3g), seguido por 1400m (4.806,3g) y 1.900m (4.403,4g).

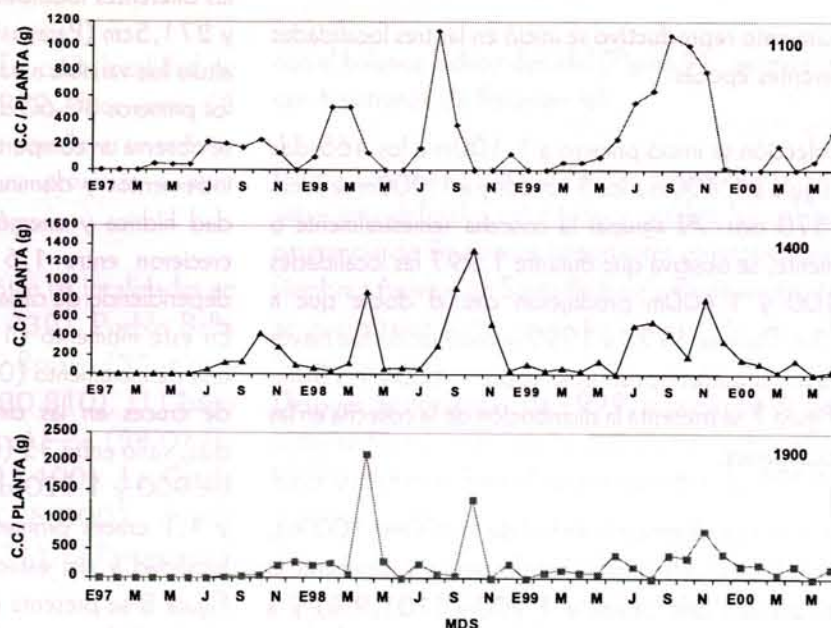


Figura 7. Distribución de la cosecha en tres altitudes.

La distribución porcentual de materia seca entre los diferentes órganos muestra que en las hojas se encuentra la mayor asignación de materia seca, seguida por tallos, ramas y frutos.

Si se considera que la etapa exclusivamente vegetativa (VORO) se extiende hasta los 300 dds y que en las etapas posteriores se da simultaneidad del crecimiento vegetativo y reproductivo, estas etapas vegetativas y reproductivas posteriores se pueden denominar así: primera (V1R1, entre los 390 y 660 dds), segunda (V2R2, entre los 750 y 1020 dds), tercera (V3R3, entre los 1.110 y 1.380 dds), etc. al considerar estas etapas, el balance de redistribución de materia seca muestra las siguientes tendencias: durante la fase netamente vegetativa (VORO), entre un 60-80% de la materia seca correspondió a las hojas, 20-30% al tallo y 0-18% a ramas primarias. Durante la primera fase reproductiva (V1R1) entre un 40-60% de la materia seca correspondió a las hojas, 18-30% al tallo, 17-24% a ramas y 6-30% a frutos. Durante la segunda fase reproductiva (V2R2) entre un 25-40% de la materia seca correspondió a las hojas, 17-26% al tallo, 18-32% a ramas y 2-34% a frutos. Durante la segunda fase reproductiva (V3R3) entre un 25-35% de la materia seca correspondió a las hojas, 25-30% al tallo, 30-40% a ramas y 3-20% a frutos.

Estas tendencias son similares para las tres altitudes.

El crecimiento reproductivo se inició en las tres localidades en diferentes épocas.

La recolección se inició primero a 1.100m a los 465 dds luego siguió a 1.400m a los 513 dds y a 1.900m se inició a los 570 dds. Al agrupar la cosecha semestralmente o anualmente, se observa que durante 1.997 las localidades a 1.100 y 1.400m produjeron casi el doble que a 1.900m. Durante 1998 y 1999 la producción fue mayor a 1.900m seguida respectivamente por 1.400 y 1.100m. En la Figura 7 se presenta la distribución de la cosecha en las tres localidades.

Tomando como referencia la altitud de 1.400m (100%), hasta los 1.560 dds se había recolectado prácticamente la misma cantidad café cereza a 1.900m (101,9%) y a 1.100 m (99,8%). No obstante estas producciones se alteran por las diferencias en la relación cc/cps la cual fue

de 6,6 a 1.100m, 5,1 a 1.400m y 5,4 a 1.900 m. Al aplicar estas conversiones se observa que a 1.900m se obtuvo 3,8% menos de cps y que a 1100m se obtuvo 27,8% menos de café pergamino seco.

FLORACION DEL CAFETO

Cuantificación de la floración, cuajamiento y crecimiento del fruto en las Subestaciones Experimentales de Cenicafé. Con el objeto de definir criterios, métodos y modelos que permitan permanentemente y en forma cuantitativa el monitoreo de la floración del cafeto, el cuajamiento y crecimiento de frutos y el pronóstico de la cosecha, en una amplia gama de condiciones de la zona cafetera colombiana, se instaló el experimento FIS 0523 en cada una de las subestaciones experimentales de Cenicafé. Para cumplir con los objetivos propuestos se sembró una parcela de 612 plantas a 1,42mx1,42m. Hasta el momento del informe han transcurrido entre 1.080 y 1.495 días (36-50 meses) desde la siembra. En este informe se registran resultados hasta los 1320 dds (44 meses).

Los resultados de las mediciones de **crecimiento vegetativo** (altura y número de cruces) hasta los 930 días, muestran que los promedios de altura alcanzado por las plantas en las diferentes localidades varió entre 134,8cm (El tambo) y 271,5cm (Paraguaicito) (Figura 8). Este crecimiento en altura fue variable a través del tiempo. Inicialmente y durante los primeros 30-60 dds hubo un incremento rápido y luego se observa un comportamiento muy variable con períodos de incrementos y disminuciones, de acuerdo a la disponibilidad hídrica y energética de cada localidad. Las plantas crecieron entre 1,6 y 9,9cm en promedio por mes, dependiendo de cada localidad y del estado del desarrollo. En este momento (1320 dds) ya se observa una menor tasa de incremento (0,9-5,0cm/mes). El número promedio de cruces en las diferentes localidades, hasta los 930 días, varió entre 35 (El tambo) y 63 (Paraguaicito). Entre los 900 y 1.320 dds, las plantas produjeron entre 0,5 y 1,1 cruces promedio por mes, dependiendo de cada localidad y del estado de desarrollo de la planta. En la Figura 8 se presenta el comportamiento del crecimiento en altura y la formación de cruces hasta los 1320 días después de la siembra.

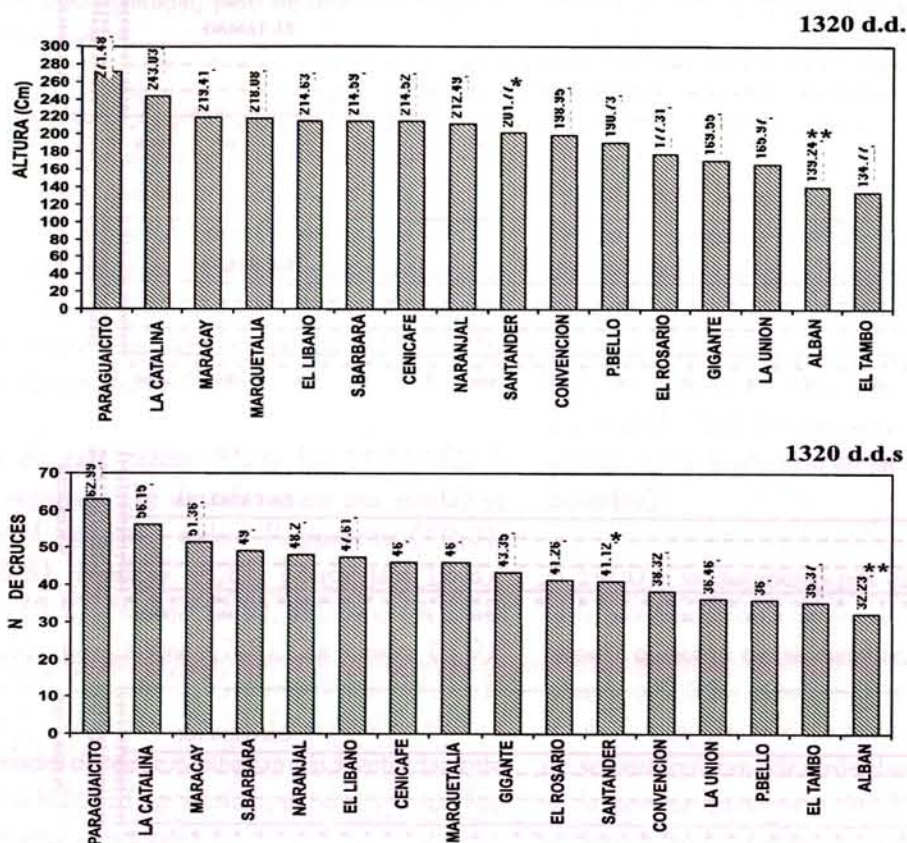


Figura 8. Altura y número de cruces hasta los 1320 dds

* 1260 dds

**Va 1050 dds (nueva siembra)

Comportamiento de la floración. En cada localidad se marcaron entre julio y agosto de 1999, doce ramas (6 cruces) en la parte central de la planta para llevar un registro semanal del número de flores muy próximas a abrir (preantesis), hasta junio de 2000.

El mayor número de flores se observó en las localidades en el siguiente orden: Santander (55.739), Pueblo Bello (47.848), Maracay (39.654), El Rosario (35.036), Gigante (34.511), Marquetalia (30.810), El Líbano (30.608), Naranjal (30.438), La Unión (28.077), Cenicafe (25.400), La Sirena (23.190), La Catalina (20.766), Santa Bárbara (18.000), Albán (17.132), Convención (13.971), Paraguaicito (12.945), El Tambo (7.827).

El comportamiento quincenal de la floración y su relación

con el balance hídrico decadal (Figura 9), permite establecer 4 patrones de floración así:

Patrón 1. En La Unión y El Tambo, se presentaron períodos secos muy definidos entre junio y octubre lo cual indujo la ocurrencia de floraciones importantes en septiembre y noviembre. Aunque en Santa Bárbara y Paraguaicito, también se presentaron estos períodos secos, la respuesta en floración no fue muy notoria entre septiembre y octubre. Después de noviembre de 1999, la presencia de períodos secos no fue muy marcada, lo cual condujo a floraciones muy bajas y dispersas para el primer semestre de 2000.

Patrón 2. En Gigante, La Sirena y Líbano, se presentaron períodos secos menos definidos entre junio y octubre lo cual indujo prácticamente a la ausencia de floraciones entre

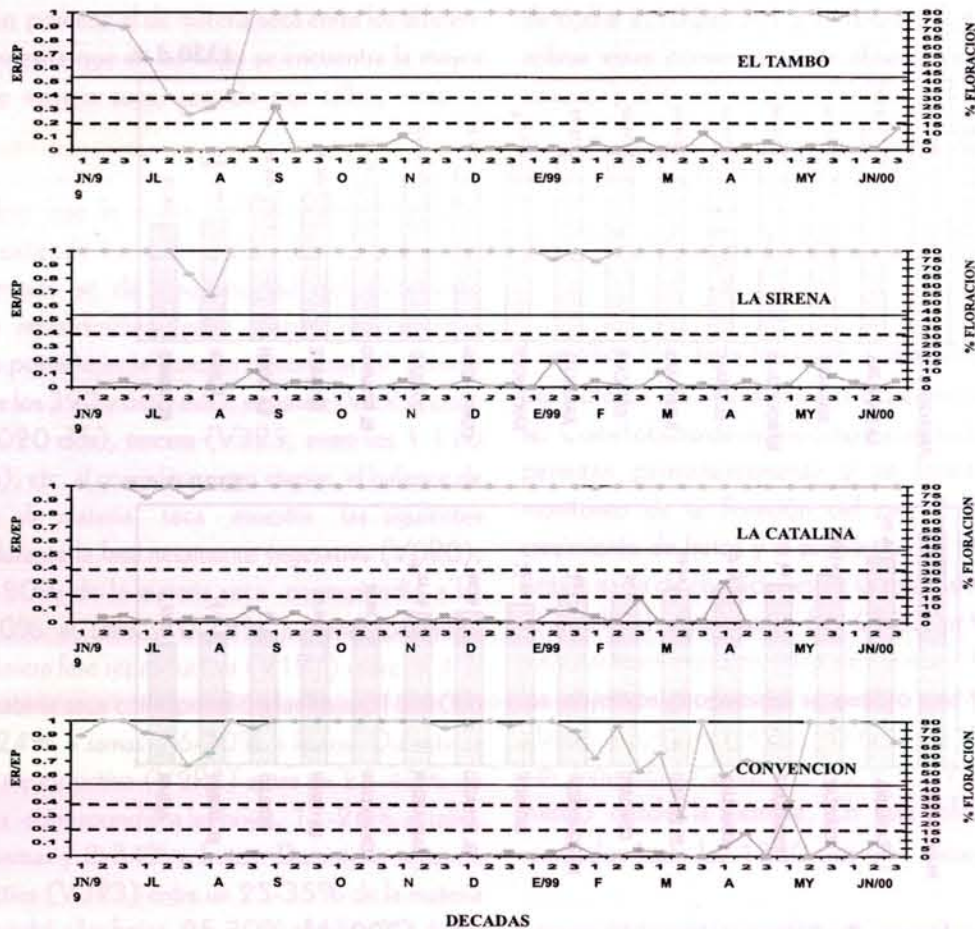


Figura 9. Comportamiento decadal de la floración con el balance hídrico en el período Junio/99 - Junio/00

septiembre y diciembre. Después de diciembre, la presencia de períodos secos fue muy esporádica, lo cual condujo a floraciones moderadas y dispersas para el primer semestre de 2000.

Patrón 3. En Marquetalia, Maracay, Valle, La Catalina, Naranjal, Cenicafé y El Rosario prácticamente no se presentaron períodos secos definidos entre junio/99 y junio/00 lo cual indujo floraciones moderadas y dispersas para ambos semestres, aunque en el primer semestre de 2000, se produjeron algunas floraciones de importancia.

Patrón 4. En Santander, Convención y Pueblo Bello no se presentaron períodos secos muy definidos entre junio y noviembre del 99 y las floraciones en este período fueron prácticamente ausentes.

Entre enero y abril se presentaron períodos secos muy definidos lo cual indujo la ocurrencia de floraciones importantes en este período, con mayor concentración en la localidad de Pueblo Bello.

Las floraciones en Santander fueron más tempranas que en Convención y Pueblo Bello.

Crecimiento del fruto. Como parte del experimento FIS 0523, desde enero de 1998, se inició el registro del crecimiento del fruto en términos de su peso fresco y seco, en todas las subestaciones experimentales de Cenicafé, habiéndose completado un primer ciclo.

Los resultados de la segunda evaluación confirman que el peso fresco y seco presentan una tendencia a un patrón de

crecimiento de tipo sigmoidal, pero de diferente magnitud para cada localidad.

Un resumen de algunas características de interés del crecimiento del fruto en las diferentes localidades muestra en la segunda evaluación que para el desarrollo del fruto se necesitaron entre 196 y 283 días (promedio 231 ± 35) a partir de la apertura de las flores. Los frutos alcanzaron un peso fresco final entre 1,57-2,15g/fruto maduro (promedio 1,92g) y un peso seco respectivo entre 0,51-0,69g/fruto maduro (promedio de 0,59g).

Producción de café cereza. Hasta los 1290 dds la producción registrada (kg de café cereza por planta) se presentó en el siguiente orden: Paraguaicito (10,3), Cenicafe (8,8), Maracay (8,8), Marquetalia (8,3), Pueblo Bello (8,2), Naranjal (7,9), El Líbano (7,8), El Rosario (7,5), La Catalina (7,3), La Unión (6,9), Santander (6,8), Gigante (5,9), Santa Bárbara (5,9), El Tambo (4,4), Convención (3,3). En general se observa que las localidades donde se manifiestan más acentuadamente las deficiencias hídricas (por ejemplo, al norte y al sur, hay tendencia a menor producción.

COMPORTAMIENTO DE LA FLORACION PARA LA COSECHA PRINCIPAL DE 2000.

Los registros de floración para la cosecha principal de 2000, se llevaron a cabo en cafetales del experimento FIS 0202, ubicados en tres altitudes, en la región Palestina-Chinchiná-Manizales. En la Figura 10 y la Tabla 7, se presenta la distribución de las floraciones. Al considerar el comportamiento quincenal de diciembre a abril se destacan los siguientes aspectos:

A 1100m las floraciones más importantes se presentaron en la primera quincena de diciembre (25,0%, recolección de primera quincena de agosto); segunda quincena de diciembre (22,0%, recolección de segunda quincena de agosto); primera quincena de enero (23,3%, recolección de primera quincena de septiembre); segunda quincena de

enero (20,7%, recolección de segunda quincena de septiembre); en febrero hubo floraciones bajas (9% en la primera quincena, recolección de octubre); en marzo y abril no se registraron floraciones.

A 1400m las floraciones más importantes se presentaron así: una en la primera quincena de enero (12,0%, recolección de primera quincena de septiembre), una en la primera quincena de febrero (21,0%, recolección de primera quincena de octubre), una en la primera quincena de marzo (20,1%, recolección de primera quincena de noviembre) y dos en abril (18,7% en la primera quincena y 9,6% en la segunda, para recolección en las respectivas quincenas de diciembre).

A 1900 m las floraciones más importantes se presentaron en la primera quincena de enero (12,0%, recolección de primera quincena de septiembre), segunda quincena de febrero (22,2%, recolección de segunda quincena de octubre), segunda quincena de marzo (11,0%, recolección de segunda quincena de noviembre) y dos en abril (20,0% en la primera quincena y 18,7% en la segunda, para recolección en las respectivas quincenas de diciembre).

De acuerdo con estas observaciones, se concluye que las floraciones más importantes para la cosecha principal del 2000 se presentaron en la región en forma muy irregular según la altitud (más tempranas y concentradas a baja altitud, más tardías y muy repartidas en las altitudes media y alta). De manera global se pueden calificar como buenas. El período diciembre/99 – abril/2000 se caracterizó por alta cantidad de lluvia y por la ausencia de períodos prolongados de días secos (Tablas 8 y 9), razón por la cual se presentaron las floraciones poco concentradas y de baja magnitud, especialmente en la altitud media y alta.

El comportamiento de la floración del año 2000 muestra una tendencia a la concentración en la zona baja, en los meses de diciembre y enero. En las zonas media y alta se observó una tendencia a la dispersión ya que las floraciones de mayor importancia se presentaron principalmente en los meses de febrero, marzo y abril y muy espaciadas (por ejemplo a 1400m, en la primera quincena de Febrero, primera quincena de marzo y primera quincena de abril).

Cenicafé

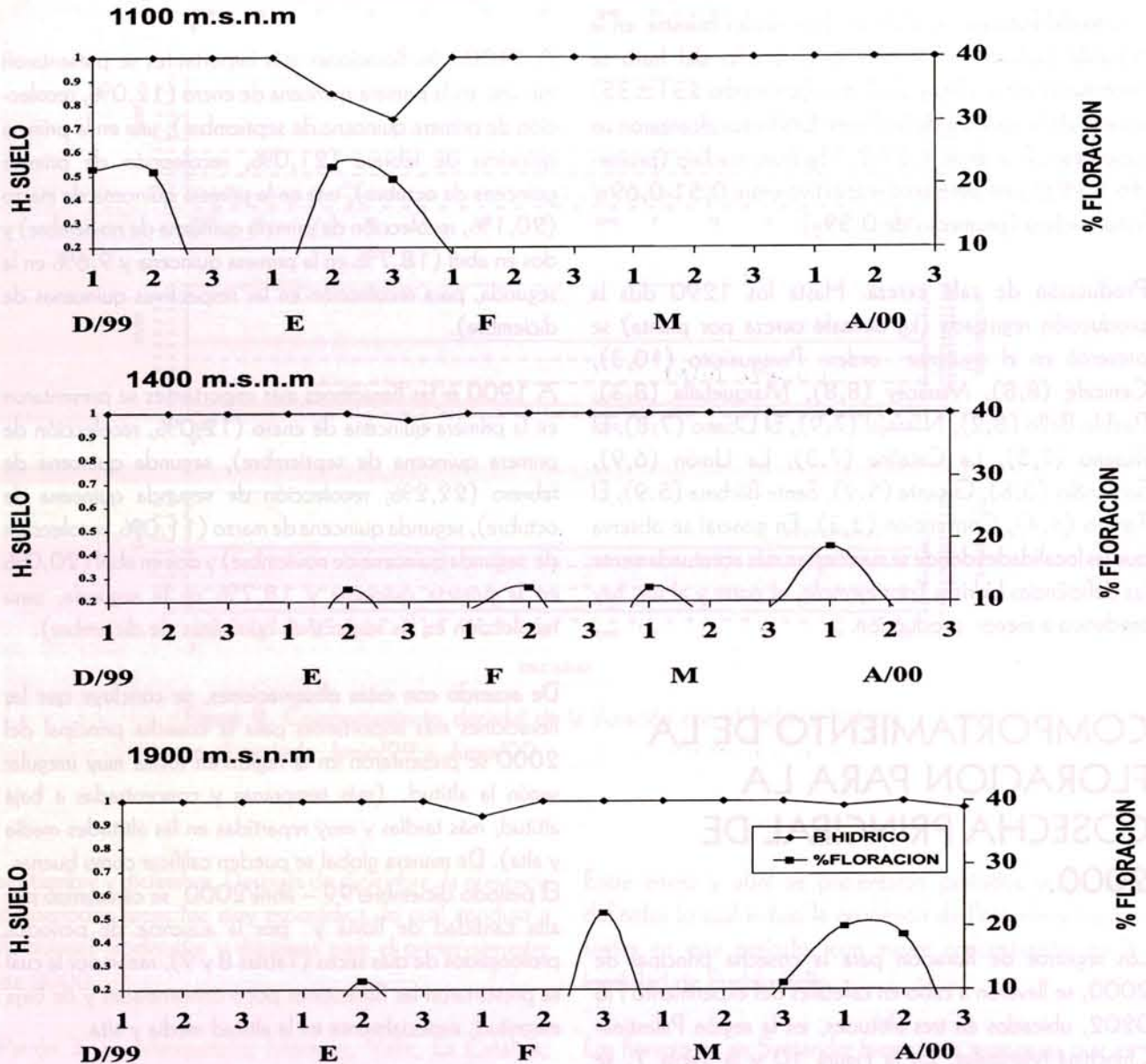


Figura 10. Índice decadal de humedad del suelo (balance hídrico) y comportamiento de la floración en tres altitudes

La cosecha principal de 2000 será temprana en la zona baja (47% en agosto, 44% en septiembre y 9% en octubre); en las zonas media y alta será repartida y tardía (4-10% en agosto, 14-17% en septiembre, 21-28% en octubre, 11-29% en noviembre y 28-39% en diciembre).

Con relación al volumen de cosecha principal para este año, se puede esperar un apreciable aumento con respecto al año anterior, ya que el volumen de floración de los cafetales fue bueno.

Tabla 7. Comportamiento quincenal de la floración para cosecha principal del 2000 en tres altitudes de la región de Palestina- Chinchiná-Manizales-(Caldas).

QUINCENA		PORCENTAJE DE FLORACION			EPOCA COSECHA
		1100 m	1400 m	1900 m	
Dic	1-15	25,0	2,5	4,2	1a quincena de agosto 2a quincena de agosto agosto/2000
Dic	16-31	22,0	2,2	4,0	
Dic	Total	47,0	4,7	8,2	
Ene	1-15	23,3	12,0	12,0	1a quincena de septiembre 2a quincena de septiembre septiembre/2000
Ene	16-31	20,7	5,0	2,6	
Ene	Total	44,0	17,0	14,6	
Feb	1-15	9,0	21,0	5,3	1a quincena de octubre 2a quincena de octubre octubre/2000
Feb	16-29	-	-	22,2	
Feb	Total	9,0	21,0	27,5	
Mar	1-15	-	20,1	-	1a quincena de noviembre 2a quincena de noviembre 11,0 Noviembre/2000
Mar	16-31	-	8,9	11,0	
Mar	Total	-	-	29,0	
Abr	1-15	-	18,7	20,0	1a quincena de diciembre 2a quincena de diciembre diciembre/2000
Abr	15-30	-	9,6	18,7	
Abr	Total	-	28,3	38,7	

MODELACION MATEMATICA DEL CAFÉ

Modelación matemática de la planta de café (Grupo de Modelación Matemática del Café). Como parte de un grupo interdisciplinario, la disciplina de fisiología vegetal participa en este proyecto en el cual actualmente se trabaja en el modelaje de la situación de producción potencial alcanzable por la planta de café como resultado del proceso de fotosíntesis, cuando no hay limitaciones por agua y nutrientes durante todo el

período de crecimiento y desarrollo del cultivo y que se denomina Nivel de Producción I.

No obstante que ya se completó la primera aproximación de este modelo en el Nivel 1, durante el período del informe se trabajó en el mejoramiento de los siguientes submodelos: desarrollo fenológico de la planta, desarrollo foliar, distribución de la materia seca.

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

Tabla 8. Comportamiento decadal de la lluvia durante el período diciembre/99 - abril/00.

PRECIPITACION (mm)				
MES	DECADA	1100m	1400m	1900m
Ene	1	66,9	49,2	110,7
	2	5,6	58,6	74,3
	3	16,4	25,9	72,2
	Total	88,9	133,7	257,2
Feb	1	64,3	50,6	12,0
	2	127,1	104,4	88,0
	3	195,1	146,2	86,3
	Total	386,5	301,2	186,3
Mar	1	79,0	88,3	39,5
	2	111,4	183,6	70,8
	3	52,4	78,1	106,2
	Total	242,8	350,0	216,5
Abr	1	62,4	77,2	19,5
	2	107,5	176,5	75,7
	3	87,0	46,5	18,4
	Total	256,9	300,2	113,6

Tabla 9. Indices de humedad del suelo (ER/EP) en las tres altitudes. Período diciembre/99 - abril/00. Información suministrada por la Disciplina de Agroclimatología de Cenicafé.

INDICES DE HUMEDAD DEL SUELO				
MES	DECADA	1100m	1400m	1900m
Ene	1	1,00	1,00	1,00
	2	0,85	1,00	1,00
	3	0,74	0,97	1,00
Feb	1	1,00	1,00	0,94
	2	1,00	1,00	1,00
	3	1,00	1,00	1,00
Mar	1	1,00	1,00	1,00
	2	1,00	1,00	1,00
	3	1,00	1,00	1,00
Abr	1	1,00	1,00	0,98
	2	1,00	1,00	1,00
	3	1,00	1,00	0,97

Referencia* <0,50 <0,50 <0,50
Valores de referencia para considerar una década como seca.

DIAGNOSTICO Y DESCRIPCION DE LOS DESÓRDENES FISIOLÓGICOS DEL CAFETO

Diagnósticos: Se atendieron solicitudes para diagnosticar problemas en 14 fincas cafeteras en los departamentos de Caldas, Huila, Quindío y Valle.

Un resumen de los resultados. Los problemas observados se relacionaban con los siguientes aspectos:

Almácigos: Suelo pobre y sin adición de materia orgánica, Intoxicación por uso indiscriminado y repetido de agroquímicos, poda severa de raíz.

Siembra: Colino pasado, siembra muy profunda, aporque.

Primer año de desarrollo: Clorosis, defoliación severa, anillamiento de la base del tallo, muerte de plantas, amarillamientos, mal desarrollo radical por condiciones físicas de suelo, deficiencias nutritivas, deficiencias nutritivas.

Segundo año de desarrollo: Paloteo, mal desarrollo radical por condiciones físicas de suelo, deficiencias nutricionales, intoxicación por glifosato y anikilamina, amarillamiento generalizado, ataques severos de mal rosa-do.

Floración: Quemazón de los botones florales.

MANEJO DE CAFETALES

Las áreas de investigación de los diferentes proyectos que se presentan se relacionan con las prácticas agronómicas en las distintas etapas del cultivo.

Estudios sobre densidades de siembra

Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de la var. Colombia. Se quiere estimar la respuesta de la variedad Colombia a los aumentos de la densidad de

siembra; comparar el rendimiento por unidad de superficie en diferentes disposiciones de las plantas para una misma densidad de siembra y evaluar, desde el punto de vista económico, los efectos de la densidad de siembra y de la distribución de los cafetos en el terreno. El experimento se encuentra instalado en las subestaciones experimentales en La Sirena (Valle), El Tambo (Cauca), Marquetalia (Caldas), La Unión (Nariño) y Santa Bárbara (Cundinamarca). El Líbano, Albán, Gigante y Naranjal ya finalizaron. En este informe se presentan los avances y tendencias de los experimentos en La unión y Santa Bárbara, en los cuales se comparan las variedades Caturra y Colombia sembradas a las diferentes densidades que se muestran en las Tablas 10 y 11.

Subestación Consacá, sede la Unión (Nariño). El experimento se sembró en el municipio de La Unión en marzo/96 y está programado para 7 años.

La producción se inició en enero/98 y para el análisis se agrupó por períodos de julio a junio así: 97-98, 98-99 y 99-00. Los datos correspondientes se presentan en la Tabla 10. En los análisis estadísticos de los datos acumulados se encontró una respuesta altamente significativa y de tendencia cuadrática de la producción, a la densidad de siembra y una diferencia significativa entre las variedades, a favor de var. Colombia. En ambas variedades se observó una relación cuadrática de la producción y la densidad de siembra. En promedio se encontró una reducción del 17% en la producción de var. Caturra. Hay que anotar sin embargo, que a la var. Caturra no se le hizo control de roya y el ataque de la enfermedad fue severo en el año 1998.

Subestación Santa Bárbara (Sasaima - Cundinamarca). El experimento se sembró en la finca La Palestina, Municipio de Sasaima, Cundinamarca, en julio/96 y está programado para 7 años. La producción se inició en septiembre/98 y para el análisis se agrupó por períodos de julio a junio así: 97-98, 98-99 y 99-00.

Los datos se presentan en la Tabla 11. Se encontró que el único factor que influyó los resultados fue la densidad de siembra y el efecto se observó como un aumento lineal de la producción. En el acumulado 1998-2000 no se encontraron diferencias entre 7.500, 10.000 y 12.500

Tabla 10. Producción promedio de las var. Caturra y Colombia de acuerdo con la densidad de siembra. FIT 0409: La Unión Nariño. Julio 97-Jun 00.

ARROBAS CPS POR HECTAREA					
DENSIDAD	COLOMBIA	CATURRA	PROM	DIFERENCIA	%
2500	145.20	140.65	142.93	4.55	3.13
5000	257.60	246.09	251.84	11.51	4.47
7500	382.97	338.27	360.62	44.70	11.67
10000	444.34	332.14	388.24	112.20	25.25
12500	454.54	341.18	397.86	113.36	24.94
PROMEDIO	336.93	279.67	308.30	57.26	17.00

Tabla 11. Producción en el período julio 1997-junio de 2000. FIT 0409. Santa Bárbara

TRATA	DESCRIPCIÓN	ARROBAS DE CPS/Ha				
		97-98	98-99	99-00	1997- 2000	PROME
1	2500 2.82x1.42 Colombia	38.27	102.52	125.86	266.65	88.88
2	5000 2.00 x 1.00 Colombia	118.34	191.77	210.18	520.29	173.43
3	7500 1.64 x 0.82 Colombia	157.76	150.92	197.84	506.52	168.84
4	10000 1.42x 0.71 Colombia	123.12	234.87	243.7	601.69	200.56
5	12500 1.26x0.63 Colombia	119.83	157.31	200.29	477.43	159.14
6	2500 2.82x1.42 Caturra	47.08	206.6	196.83	450.51	150.17
7	5000 2.00 x 1.00 Caturra	45.61	180.11	221.06	446.78	148.93
8	7500 1.64 x 0.82 Caturra	100.52	251.9	312.71	665.13	221.71
9	10000 1.42x 0.71 Caturra	123.53	307.76	311.57	742.86	247.62
10	12500 1.26x0.63 Caturra	108.6	227.31	242.38	578.29	192.76

plantas/ha. Se observa una tendencia a mayor producción de la var. Caturra y en la cual se hizo control de la roya.

Comparación de diferentes formas de obtención de la densidad de siembra óptima en variedades de café de porte bajo. Se busca determinar la distribución espacial óptima de los árboles de café var. Colombia en el terreno de siembra, cuando se emplea el número óptimo de árboles por hectárea y además, conocer el efecto sobre la producción del patrón de distribución de las plantas en el terreno, cuando se siembran 10.000 árboles por hectárea.

El experimento se encuentra ubicado en las subestaciones de El Tambo (Cauca), La Sirena (Valle), El Libano (Tolima) y La Estación Central Naranjal. En todos los tratamientos se tienen 10.000 plantas por hectárea. Están conformados por las combinaciones factoriales de tres disposiciones de las plantas (cuadro, rectángulo y barreras), y la siembra de una y dos plantas por sitio en cada

disposición. Las disposiciones son las que se describen a continuación:

Al cuadro: Igual distancia entre plantas que entre hileras.
Al rectángulo: Mayor distancia entre hileras que entre plantas.

Barreras dobles: Dos hileras sembradas al triángulo y una separación mayor entre las hileras.

En cada una de estas disposiciones se comparan una y dos plantas por sitio. Las dos plantas por sitio serán desde el almácigo, para lo cual se sembrarán 2 chapolas por bolsa. La lista completa de los tratamientos es la siguiente:

Tratamiento 1. 10.000 plantas/ha a 1,00 * 1,00m al cuadro.

Tratamiento 2. 10.000 plantas/ha a 1,42 * 1,42m al cuadro con 2 plantas por sitio.

Tratamiento 3. 10.000 plantas/ha a 2,00m entre surcos y a 0,50m entre plantas.

Tratamiento 4. 10.000 plantas/ha a 2,00m entre surcos y a 1,00m entre plantas (dos plantas/sitio)

Tratamiento 5. 10.000 plantas/ha en barreras dobles a 2,00m entre barreras y 0,70m al triángulo dentro de la barrera.

Tratamiento 6. Barreras dobles a 2,00m entre barreras, a 1,23m al triángulo, dentro de la barrera y 2 plantas por sitio.

A continuación se presentan los avances en las localidades de El Tambo y La Sirena:

Subestación Manuel Mejía (El Tambo, Cauca). La producción se inició en septiembre/97 y para el análisis se

agrupó por períodos de julio a junio así: 97-98, 98-99 y 99-00. Los datos correspondientes se presentan en la Tabla 12. El análisis estadístico de estos resultados no muestra diferencias significativas entre los tratamientos hasta el momento.

Subestación la Sirena (Valle). Este lote se sembró en marzo/98. La primera recolección se llevó a cabo septiembre/99. En este informe se presentan las tendencias de la primera cosecha para el período julio de 1999-junio de 2000. Los datos correspondientes se presentan en la Tabla 13. En los análisis estadísticos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para esta cosecha.

Tabla 12. Producción en el período julio 1997-junio de 2000. FIT 0410. El Tambo (Cauca).

TRATA.	DESCRIPCIÓN	ARROBAS DE CPS/Ha			
		97-98	98-99	99-00	PROM
1	10000 1.0x1.0	1PI 99.30	172.30	191.52	154.37
2	10000 1.42 x 1.42	2PI 39.82	260.54	239.72	180.02
3	10000 2.00 x 0.50	1PI 50.53	231.86	189.59	157.33
4	10000 2.00 x 1.00	2PI 49.20	234.54	230.86	171.54
5	10000 0.70x0.70x2.00	1PI 79.91	252.16	163.18	165.08
6	10000 1.23x1.23x 2.00	2PI 47.72	216.56	206.00	156.76

TABLA 13. Producción en el período julio 1999- junio de 2000. FIT 0410. La Sirena (Valle).

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN			ARROBAS DE CPS/Ha 1999-2000
1	10000	1.0x1.0	1PI	60.87
2	10000	1.42 x 1.42	2PI	44.00
3	10000	2.00 x 0.50	1PI	58.71
4	10000	2.00 x 1.00	2PI	31.00
5	10000	0.70x0.70x2.00	1PI	47.59
6	10000	1.23x1.23x 2.00	2PI	38.04

Efecto del número de chupones por zoca sobre la producción de café. Se busca determinar el número óptimo de chupones que debe dejarse al zoquear cafetales con diferentes densidades de siembra; estimar la respuesta de la var. Colombia a los aumentos del número de chupones por zoca en diferentes densidades de siembra; comparar el rendimiento por unidad de superficie en diferentes disposiciones de las plantas para una misma densidad de siembra; evaluar, desde el punto de vista económico los efectos de la densidad de siembra y de la distribución de los cafetos en el terreno. El experimento se encuentra ubicado en las

subestaciones de Líbano (Tolima), Gigante (Huila) y la Estación Central Naranjal (Caldas).

Los tratamientos están conformados por las combinaciones factoriales de cinco densidades de siembra, dos disposiciones de las plantas en el terreno y tres números de chupones por zoca. Las distancias de siembra, las densidades, el número de plantas y el número de chupones, tanto total como efectivos y el tamaño de las parcelas se presentan en el Tabla 14.

TABLA 14. Características generales del experimento FIT 0512.

TRAT	DESCRIPCIÓN			Tamaño Parcela m ²	Plantas EF por parcela
01	2500	2.0x2.0	1 brote	84.00	5
11	2500	2.0x2.0	2 brotes	84.00	5
21	2500	2.0x2.0	3 brotes	84.00	5
02	2500	2.82 x 2.42	1 brote	60.07	3
12	2500	2.82 x 2.42	2 brotes	60.07	3
22	2500	2.82 x 2.42	3 brotes	60.07	3
03	5000	1.42 x 1.42	1 brote	59.64	8
13	5000	1.42 x 1.42	2 brotes	59.64	8
23	5000	1.42 x 1.42	3 brotes	59.64	8
04	5000	2.00 x 1.00	1 brote	42.00	10
14	5000	2.00 x 1.00	2 brotes	42.00	10
24	5000	2.00 x 1.00	3 brotes	42.00	10
05	7500	1.15 x 1.15	1 brote	64.40	20
15	7500	1.15 x 1.15	2 brotes	64.40	20
25	7500	1.15 x 1.15	3 brotes	64.40	20
06	7500	1.64 x 0.82	1 brote	68.88	15
16	7500	1.64 x 0.82	2 brotes	68.88	15
26	7500	1.64 x 0.82	3 brotes	68.88	15
07	10000	1.0x 1.0	1 brote	56.00	24
17	10000	1.0x 1.0	2 brotes	56.00	24
27	10000	1.0x 1.0	3 brotes	56.00	24
08	10000	1.42x0.72	1 brote	59.64	18
18	10000	1.42x0.72	2 brotes	59.64	18
28	10000	1.42x0.72	3 brotes	59.64	18
09	12500	0.89x0.89	1 brote	62.30	42
19	12500	0.89x0.89	2 brotes	62.30	42
29	12500	0.89x0.89	3 brotes	62.30	42
10	12500	1.26x0.63	1 brote	52.92	20
20	12500	1.26x0.63	2 brotes	52.92	20
30	12500	1.26x0.63	3 brotes	52.92	20

Estación Central Naranjal. Durante el año 99 se recolectó la tercera cosecha de este lote. De acuerdo con los análisis estadísticos, la densidad de siembra y el número de chupones influyeron sobre la producción. Además, los efectos de estos dos factores no fueron independientes, según se desprende de la significancia de la interacción. Los datos de la Tabla 15 sugieren que, en la densidad de 2.500 plantas aumentó la producción con el número de chupones, con una tendencia a mayor producción cuando se dejan dos brotes. En la de 5.000, hubo un aumento de la producción cuando se aumentó el número de

chupones de uno a dos, pero cuando el aumento fue de dos a tres, no. En la densidad de 7.500, no hubo efecto del número de chupones. En la de 10.000, produjeron menos tres chupones y en la de 12500, la producción bajó con el aumento en el número de chupones.

Subestación Gigante (Huila). Para el análisis, las cosechas se agruparon de julio a junio. La primeras recolecciones se hicieron en mayo - junio/98 y se sumaron a la cosecha jul/98-Jun/99. En la Tabla 16 se presentan los datos correspondientes al período jul/98-jun/00. Las diferen-

TABLA 15. Producción en el Período Julio 1998-Diciembre de 1999. FIT 0512. Estación

TRATA	DESCRIPCIÓN	ARROBAS DE CPS/Ha				
		1997	1998	1999	1997-2000	PROME
1	2500 2.0x2.0 1 brote	90.76	299.07	183.04	572.86	190.95
11	2500 2.0x2.0 2 brotes	156.36	432.92	265.17	854.44	284.81
21	2500 2.0x2.0 3 brotes	192.74	407.21	240.09	810.15	270.05
2	2500 2.82 x 2.42 1 brote	90.70	284.11	125.15	499.97	166.66
12	2500 2.82 x 2.42 2 brotes	163.11	397.00	182.13	742.25	247.42
22	2500 2.82 x 2.42 3 brotes	134.28	429.97	242.71	806.95	268.98
3	5000 1.42 x 1.42 1 brote	277.33	590.38	237.78	1105.49	368.50
13	5000 1.42 x 1.42 2 brotes	428.52	682.60	382.94	1494.07	498.02
23	5000 1.42 x 1.42 3 brotes	381.83	711.63	367.44	1460.90	486.97
4	5000 2.00 x 1.00 1 brote	213.25	560.45	261.43	1035.12	345.04
14	5000 2.00 x 1.00 2 brotes	372.43	605.92	365.75	1344.09	448.03
24	5000 2.00 x 1.00 3 brotes	367.09	585.07	337.67	1289.84	429.95
5	7500 1.15 x 1.15 1 brote	358.07	676.93	323.63	1358.63	452.88
15	7500 1.15 x 1.15 2 brotes	451.97	662.30	349.44	1463.71	487.90
25	7500 1.15 x 1.15 3 brotes	541.21	594.26	337.28	1472.75	490.92
6	7500 1.64 x 0.82 1 brote	356.78	632.50	340.04	1329.32	443.11
16	7500 1.64 x 0.82 2 brotes	446.32	666.70	386.14	1499.15	499.72
26	7500 1.64 x 0.82 3 brotes	455.52	568.63	316.36	1340.51	446.84
7	10000 1.0x 1.0 1 brote	434.16	610.95	314.28	1359.39	453.13
17	10000 1.0x 1.0 2 brotes	542.45	579.21	375.96	1497.62	499.21
27	10000 1.0x 1.0 3 brotes	456.96	455.97	294.45	1207.38	402.46
8	10000 1.42x0.72 1 brote	458.47	681.02	339.10	1478.59	492.86
18	10000 1.42x0.72 2 brotes	530.44	610.67	314.18	1455.29	485.10
28	10000 1.42x0.72 3 brotes	492.49	517.04	306.79	1316.32	438.77
9	12500 0.89x0.89 1 brote	461.71	630.71	334.24	1426.66	475.55
19	12500 0.89x0.89 2 brotes	568.60	492.10	344.29	1404.99	468.33
29	12500 0.89x0.89 3 brotes	459.85	399.95	246.70	1106.50	368.83
10	12500 1.26x0.63 1 brote	473.50	649.19	318.44	1441.12	480.37
20	12500 1.26x0.63 2 brotes	483.08	517.55	308.41	1309.04	436.35

cias que se observan entre los tratamientos, no alcanzaron los niveles convencionales de probabilidad para la significación estadística.

Subestación Líbano (Tolima). Las primeras recolecciones se llevaron a cabo entre octubre y diciembre 1998 y dada su baja cantidad se incorporaron a la cosecha de 1999.

Estos datos se presentan en la Tabla 17. Las diferencias que se observan entre los tratamientos no alcanzaron los niveles convencionales de probabilidad para la significación estadística. De acuerdo con lo observado hasta el momento se tiene un comportamiento muy variable entre las localidades analizadas. En general, la respuesta a la densidad tiende a ser significativa y en favor de 10.000 plantas/ha.

Tabla 16. Producción en el período julio 1998 - junio de 2000. FIT 0512. Gigante (Huila)

TRATA	DESCRIPCIÓN	ARROBAS DE CPS/Ha			
		98-99	99-00	1998-2000	PROME
1	2500 2.0x2.0 1 brote	189.76	90.30	280.06	140.03
11	2500 2.0x2.0 2 brotes	215.52	116.68	332.20	166.10
21	2500 2.0x2.0 3 brotes	265.99	168.58	434.57	217.28
2	2500 2.82 x 2.42 1 brote	150.43	150.43	300.87	150.43
12	2500 2.82 x 2.42 2 brotes	194.38	194.38	388.76	194.38
22	2500 2.82 x 2.42 3 brotes	280.83	280.83	561.67	280.83
3	5000 1.42 x 1.42 1 brote	112.85	112.85	225.70	112.85
13	5000 1.42 x 1.42 2 brotes	145.82	145.82	291.64	145.82
23	5000 1.42 x 1.42 3 brotes	210.67	210.67	421.35	210.67
4	5000 2.00 x 1.00 1 brote	90.20	90.20	180.40	90.20
14	5000 2.00 x 1.00 2 brotes	116.55	116.55	233.10	116.55
24	5000 2.00 x 1.00 3 brotes	168.39	168.39	336.77	168.39
5	7500 1.15 x 1.15 1 brote	67.75	67.75	135.50	67.75
15	7500 1.15 x 1.15 2 brotes	87.54	87.54	175.09	87.54
25	7500 1.15 x 1.15 3 brotes	126.48	126.48	252.96	126.48
6	7500 1.64 x 0.82 1 brote	90.20	90.20	180.40	90.20
16	7500 1.64 x 0.82 2 brotes	116.55	116.55	233.10	116.55
26	7500 1.64 x 0.82 3 brotes	168.39	168.39	336.77	168.39
7	10000 1.0x 1.0 1 brote	75.27	75.27	150.53	75.27
17	10000 1.0x 1.0 2 brotes	97.26	97.26	194.51	97.26
27	10000 1.0x 1.0 3 brotes	140.51	140.51	281.02	140.51
8	10000 1.42x0.72 1 brote	100.36	100.36	200.71	100.36
18	10000 1.42x0.72 2 brotes	129.68	129.68	259.35	129.68
28	10000 1.42x0.72 3 brotes	187.35	187.35	374.70	187.35
9	12500 0.89x0.89 1 brote	53.73	53.73	107.47	53.73
19	12500 0.89x0.89 2 brotes	69.43	69.43	138.86	69.43
29	12500 0.89x0.89 3 brotes	100.31	100.31	200.62	100.31
10	12500 1.26x0.63 1 brote	112.85	112.85	225.70	112.85
20	12500 1.26x0.63 2 brotes	145.82	145.82	291.64	145.82
30	12500 1.26x0.63 3 brotes	210.67	210.67	421.35	210.67

Tabla 17. Producción en el período julio 1998 - junio de 2000. FIT 0512. Líbano

TRATA	DESCRIPCIÓN	ARROBAS DE CPS/Ha			
		98-99	99-00	1998-2000	PROME
1	2500 2.0x2.0 1 brote	197.80	464.72	662.53	331.26
11	2500 2.0x2.0 2 brotes	120.02	312.04	432.05	216.03
21	2500 2.0x2.0 3 brotes	186.58	450.28	636.86	318.43
2	2500 2.82 x 2.42 1 brote	176.61	395.43	572.04	286.02
12	2500 2.82 x 2.42 2 brotes	198.45	442.08	640.53	320.27
22	2500 2.82 x 2.42 3 brotes	354.51	573.15	927.66	463.83
3	5000 1.42 x 1.42 1 brote	146.93	473.01	619.94	309.97
13	5000 1.42 x 1.42 2 brotes	266.08	505.23	771.31	385.66
23	5000 1.42 x 1.42 3 brotes	213.73	421.90	635.63	317.82
4	5000 2.00 x 1.00 1 brote	194.58	467.31	661.89	330.95
14	5000 2.00 x 1.00 2 brotes	191.59	326.12	517.70	258.85
24	5000 2.00 x 1.00 3 brotes	183.82	320.79	504.61	252.30
5	7500 1.15 x 1.15 1 brote	82.46	264.47	346.92	173.46
15	7500 1.15 x 1.15 2 brotes	74.45	234.78	309.24	154.62
25	7500 1.15 x 1.15 3 brotes	94.88	222.94	317.83	158.91
6	7500 1.64 x 0.82 1 brote	196.80	522.59	719.39	359.70
16	7500 1.64 x 0.82 2 brotes	137.86	313.91	451.77	225.89
26	7500 1.64 x 0.82 3 brotes	107.78	316.57	424.35	212.18
7	10000 1.0x 1.0 1 brote	146.81	274.36	421.17	210.58
17	10000 1.0x 1.0 2 brotes	145.98	296.40	442.38	221.19
27	10000 1.0x 1.0 3 brotes	112.35	255.09	367.44	183.72
8	10000 1.42x0.72 1 brote	178.46	565.38	743.84	371.92
18	10000 1.42x0.72 2 brotes	158.08	406.56	564.64	282.32
28	10000 1.42x0.72 3 brotes	88.67	265.03	353.70	176.85
9	12500 0.89x0.89 1 brote	59.78	101.04	160.82	80.41
19	12500 0.89x0.89 2 brotes	84.44	145.74	230.18	115.09
29	12500 0.89x0.89 3 brotes	58.85	174.97	233.82	116.91
10	12500 1.26x0.63 1 brote	119.02	378.85	497.87	248.93
20	12500 1.26x0.63 2 brotes	86.24	362.19	448.43	224.21
30	12500 1.26x0.63 3 brotes	96.66	416.90	513.56	256.78

En algunas localidades, por ejemplo como Naranjal, la tendencia es a comportarse mejor con dos brotes por planta, mientras que en Gigante, en el Huila el compor-

tamiento es mejor con tres brotes. En la densidad de 12.500 plantas no parece favorable tener mas de 2 brotes por planta.

PRODUCCION DE CAFÉ BAJO SOMBRA

Comparación de la producción de tres densidades de siembra del café y tres de sombrío de *Inga sp.* En el experimento se evalúa el efecto de la intensidad del sombrío de *Inga sp.* en la producción del café a diferentes densidades de siembra. Simultáneamente se evalúa la intensidad del sombrío proporcionada por el Guamo (*Inga densiflora*) en cada distancia de siembra. Los tratamientos están conformados por la combinación de tres distancias de siembra del sombrío (6,0 x 6,0, 9,0 x 9,0 y 12,0 x 12,0m) como Factor A y tres distancias de siembra del café (1,0 x 1,0, 1,42 x 1,42 y 2,0 x 2,0m) como factor B. A continuación se describen los tratamientos que conforman este experimento:

- tratamiento 1: sombrío a 6 x 6m y café a 1,00 x 1,00m
- tratamiento 2: sombrío a 6 x 6m y café a 1,42 x 1,42m
- tratamiento 3: sombrío a 6 x 6m y café a 2,00 x 2,00m
- tratamiento 4: sombrío a 9 x 9m y café a 1,00 x 1,00m
- tratamiento 5: sombrío a 9 x 9m y café a 1,42 x 1,42m
- tratamiento 6: sombrío a 9 x 9m y café a 2,00 x 2,00m
- tratamiento 7: sombrío a 12 x 12m y café a 1,00 x 1,00m
- tratamiento 8: sombrío a 12 x 12m y café a 1,42 x 1,42m
- tratamiento 9: sombrío a 12 x 12m y café a 2,00 x 2,00m

El experimento está localizado en las Subestaciones experimentales de Pueblo Bello (Cesar), Albán (Valle) y en Santander, en una finca de un caficultor particular. Se presentan los resultados parciales obtenidos en las Subestaciones Experimentales de Pueblo Bello y Albán.

Subestación de Pueblo Bello: En esta localidad, el experimento fue establecido en mayo de 1995. Los resultados parciales de producción, se presentan en la Tabla 18 y Figura 11.

La máxima producción (116,7@ cps/ha), en 1998 se alcanzó con café a 1,0x1,0m. y sombrío de guamo a 12,0x12,0m. La mínima producción (25@ cps/ha) se obtuvo al sembrar café a 2,0x2,0m con sombrío a 12,0x12,0m. En 1999 las más altas producciones (254 y 270@ cps/ha) se obtuvieron con la siembra de café a 1,0x1,0m y a 1,42x1,42m, respectivamente. En el promedio productivo para el ciclo se obtuvo la máxima producción (248@ cps/ha) en el tratamiento 7 (sombrío de guamo a 12,0x12,0m y café a 1,0x1,0m). El promedio mínimo (33,2@ cps/ha), se obtuvo en el tratamiento 6 (sombrío a 9,0x9,0m y café a 2,0x2,0m). Es de anotar una considerable reducción de la producción

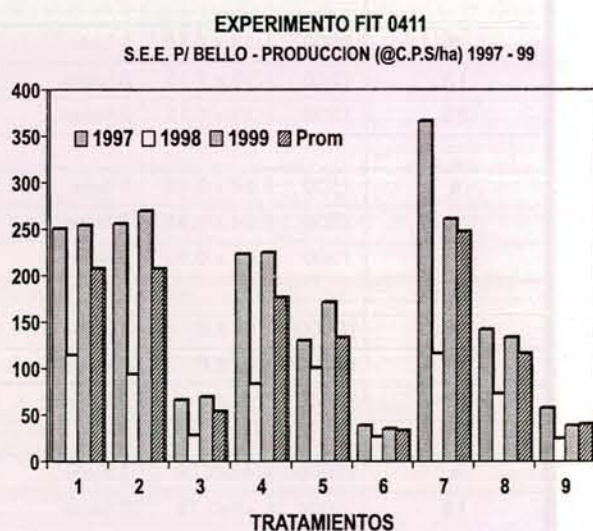


Figura 11. Producciones (@cps/ha-año) 1997 a 1999 en la Subestación experimental de Pueblo Bello

Tabla 18. Producciones (@ cps/ha/año) 1997 y 1998 en la Subestación Experimental de Pueblo Bello.

AÑO	TRATAMIENTOS								
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9
1997	251.6	256.5	66.1	223.6	129.9	38.1	365.5	142.4	57.3
1998	115.2	94.1	28.0	84.0	101.0	27.0	116.7	73.0	25.2
1999	254.3	270.4	70.0	224.9	171.0	34.5	261.6	134.3	38.1
Prom	207.0	207.0	54.7	177.5	133.9	33.2	248.0	116.6	40.2

en 1998, frente a las producciones registradas en 1997 a 1999.

Subestación Experimental de Albán. El establecimiento del experimento se realizó en 1996. los resultados parciales de producción se presentan en la Tabla 19. En 1999, las máximas producciones se obtuvieron en el café sembrado a 1,0x1,0m a cualquier distancia de siembra del sombrío; y dentro de estos la máxima producción (261,5@ cps/ha), se obtuvo cuando se sembró café a 1,0x1,0m. y con sombrío de guamo a 9,0x9,0m.

Comparación de la producción del café bajo sombra de cinco especies leguminosas a diferentes densidades de siembra. En el experimento se pretende determinar las especies leguminosas que reúnan la mayor cantidad de características deseables para cumplir con los objetivos que se persiguen con el uso de sombrío en cafetales.

Para cumplir con este propósito se evalúa el efecto de la intensidad del sombrío de las 5 especies leguminosas a diferentes distancias de siembra, sobre la producción del café y la intensidad de sombrío proporcionado por cada especie. Los tratamientos están compuestos por las combinación de tres niveles de distancias de siembra del sombrío (6,0x6,0m, 9,0x9,0m y 12,0x12,0m) como el factor A y las cinco especies leguminosa, como el factor B. A

continuación se describen estos tratamientos.

tratamiento 1:	A ₁ B ₁	6,0 x 6,0m.	<i>Erythrina edulis</i>
tratamiento 2:	A ₁ B ₂	6,0 x 6,0m.	<i>E. poeppigiana</i>
tratamiento 3:	A ₁ B ₃	6,0 x 6,0m.	<i>Inga densiflora</i> .
tratamiento 4:	A ₁ B ₄	6,0 x 6,0m.	<i>L. leucocephala</i>
tratamiento 5:	A ₁ B ₅	6,0 x 6,0m.	<i>Albizzia carbonaria</i>
tratamiento 6:	A ₂ B ₁	9,0 x 9,0m.	<i>E. edulis</i>
tratamiento 7:	A ₂ B ₂	9,0 x 9,0m.	<i>E. poeppigiana</i>
tratamiento 8:	A ₂ B ₃	9,0 x 9,0m.	<i>I. densiflora</i>
tratamiento 9:	A ₂ B ₄	9,0 x 9,0m.	<i>A. carbonaria</i>
tratamiento 10:	A ₂ B ₅	9,0 x 9,0m.	<i>L. leucocephala</i>
tratamiento 11:	A ₃ B ₁	12,0 x 12,0m.	<i>E. edulis</i> .
tratamiento 12:	A ₃ B ₂	12,0 x 12,0m.	<i>E. poeppigiana</i> .
tratamiento 13:	A ₃ B ₃	12,0 x 12,0m.	<i>I. densiflora</i> .
tratamiento 14:	A ₃ B ₄	12,0 x 12,0m.	<i>L. leucocephala</i> .
tratamiento 15:	A ₃ B ₅	12,0 x 12,0m.	<i>A. carbonaria</i>

El experimento se realiza en las Subestaciones Experimentales de Pueblo Bello (Cesar) y Consacá (Nariño).

Subestación Experimental de Pueblo Bello: El experimento fue establecido en el mes de junio de 1996. Los resultados parciales de producción, se presentan en la Tabla 20.

Tabla 19. Producciones (@ cps/ha/año) 1998 y 1999 en la Subestación Experimental de Albán (Valle).

AÑO	TRATAMIENTOS								
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9
1998	43.40	5.92	1.98	0.21	0.52	0.18	0.76	0.52	0.08
1999	176.05	139.52	50.89	261.49	99.93	77.47	189.67	64.74	39.72

Tabla 20. Producciones (@ cps/ha/año) 1998-1999, Experimento FIT 0424. Pueblo Bello (Cesar).

PRODUCCIONES @ C.PS/ha 1998-1999											
TRA	1998	1999	Prom	TRA	1998	1999	Prom	TRA	1998	1999	Prom
T1	130.8	278.0	207.5	T6	128.5	393.8	261.2	T11	164.2	378.8	271.5
T2	127.7	306.8	219.9	T7	150.1	359.3	254.7	T12	213.9	412.6	313.3
T3	131.4	308.0	222.5	T8	132.0	369.6	250.8	T13	186.9	359.0	273.0
T4	140.6	337.1	241.8	T9	88.2	341.1	214.7	T14	144.1	333.7	238.9
T5	135.8	277.4	209.5	T10	97.0	330.1	213.6	T15	177.4	353.5	265.5

Tabla 21. Producciones (@ cps/ha/año) 1997-1999. FIT 0424.

PRODUCCIONES @ C.P.S/ha. 1997 - 1999				
TTO	1997	1998	1999	Promedio
T1	1.6 b	61.8 b	334.3 a	132.57 a
T2	0.8 b	48.0 b	263.0 b	103.93 a
T3	1.0 b	22.6 b	240.1 b	88.17 a
T4	2.8 a	95.7a	300.8 b	133.07 a
T5	0.4 b	71.8 b	268.1 b	113.43 a
T6	34.6 a	129.1 b	541.2 a	233.13 a
T7	38.7 a	168.5 b	527.1 a	243.80 a
T8	34.5 a	169.4 b	478.6 a	226.43 a
T9	40.3 a	129.8 ab	504.1 a	224.07 a
T10	35.0 a	104.1 b	412.7 a	183.13 a
T11	31.8 a	98.9 b	320.1 a	150.23 a
T12	48.2 a	112.9 b	389.8 a	181.87 b
T13	43.8 a	112.1 b	257.1 a	136.73 b
T14	35.7 a	94.2 b	314.7 a	148.23 b
T15	36.4 a	84.2 b	215.8 a	112.13 b

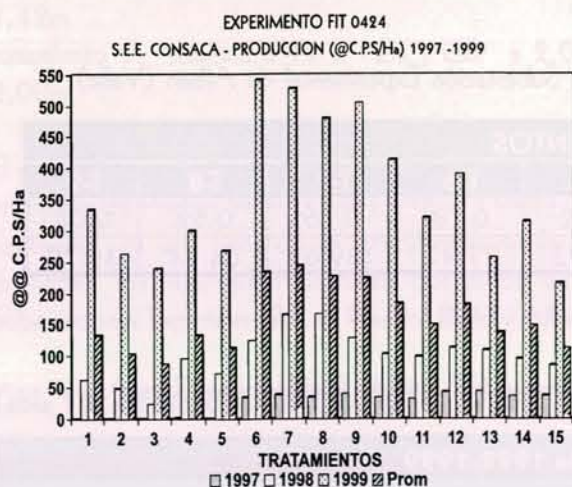


Figura 12. Producciones (@cps/ha-año) 1997 a 1999 en la Subestación experimental de Consacá (Nariño)

La máxima producción (213,9 @ cps/ha), en 1998, se obtuvo cuando se sembró café con sombrío de *Erythrina poeppigiana* a distancias de 12,0x2,0m. La mínima producción (88,2@ cps/ha) registrada para este mismo año se obtuvo con sombrío de *Leucaena leucocephala* a distancias de siembra de 9,0x9,0m. En 1999 las máximas producciones (293,8 y 412,6@ cps/ha) se obtuvieron con los tratamientos 6 y 12, respectivamente (sombrío de guamo a 9,0x9,0m y de písamo a 12,0x12,0m)

Subestación Experimental de Consacá. En esta localidad se estableció el ensayo en octubre de 1995. Los resultados parciales de producción se presentan en la Tabla 21 y la Figura 12.

Las producciones máximas (168,5 y 169,4@ cps/ha) en 1998 se obtuvieron con el café cultivado bajo sombrío de

Inga edulis e *I. densiflora* a 9,0x9,0m, respectivamente. La mínima producción (22,6@ cps/ha) se obtuvo con sombrío de *I. densiflora* a 6,0x6,0m. Es de notar que en 1999 las máximas producciones se obtuvieron con la siembra del café bajo los sombríos a distancias de 9,0x9,0m. Igualmente las máximo promedios se obtienen con estas distancias del sombrío

Uso del sombrío y del mulch para el manejo del déficit hídrico en café en las zonas norte y sur de Colombia. En el experimento se pretende determinar como influyen el sombrío y la cobertura vegetal muerta en el contenido de humedad del suelo y su efecto sobre la producción de café en las zonas norte y sur de Colombia. Los tratamientos están compuestos por la combinación de tres niveles de sombra (café sin sombrío, sombrío de *Inga* sp. y sombrío de *Erythrina* sp.) como el factor A y dos niveles de cobertura muerta (con y sin mulch) como el factor B. A continuación se hace una descripción de los tratamientos.

- tratamiento 1: A₀ B₀ café sin sombrío. Sin mulch.
 - tratamiento 2: A₀ B₁ café sin sombrío. Con mulch
 - tratamiento 3: A₁ B₀ sombrío de *Inga* sp. Sin mulch.
 - tratamiento 4: A₁ B₁ sombrío de *Inga* sp. Con mulch.
 - tratamiento 5: A₂ B₀ sombrío de *Erythrina* sp. Sin mulch.
 - tratamiento 6: A₂ B₁ sombrío de *Erythrina* sp. Con mulch.
- El experimento se desarrolla en las Subestaciones Experimentales de Pueblo Bello (Cesar) y El Tambo (Cauca).

Subestación El Tambo: En esta localidad el experimento se estableció en mayo/94. Los resultados parciales de producción se presentan en la Tabla 22.

La producción máxima (298,8@ cps/ha) en 1998 se obtuvo con el tratamiento 5, cultivo de café con sombrío

de *Erythrina* sp. y sin mulch; Aunque no se observan gran diferencia, en cuanto a producción, con los tratamientos 1 y 6 (café a libre exposición y sin mulch y café con sombrío de *Erythrina* sp y con mulch).

En 1999 la máxima producción, 374,14@ cps/ha, se obtuvo en el tratamiento 5, café bajo sombrío de con mulch. Los máximos promedios de las cuatro cosechas (230,0 y 226,9@ cps/ha), se obtiene con los tratamientos 5 y 6 respectivamente (café bajo sombrío de *Erythrina* y sin mulch y café bajo sombrío de *Erythrina* y con mulch). La información respecto a la intensidad del sombrío y el análisis de la humedad del suelo está en proceso de análisis, por tanto, sus resultados no se presentarán en el presente informe.

Subestación de Pueblo Bello. Se estableció el experimento en junio/95. Los resultados parciales de producción se presentan en la Tabla 23.

La máxima producción (251,4@ cps/ha), en 1997, se registra en el tratamiento 1 (café a libre exposición y sin mulch), siendo menor (105,7@ cps/ha) en el tratamiento 6 (café con sombrío de *Erythrina* sp y con mulch). Se observan grandes diferencias en la producción de 1998 con respecto a la de 1997, obteniéndose la máxima producción (62,5@ cps/ha) en el tratamiento 1 en 1998. En 1999, y a diferencia con los resultados obtenidos en la Subestación Experimental de Pueblo Bello, las máximas producciones (380,41 y 387,91@ cps/ha) se obtuvieron con los tratamientos 1 y 2 (café a libre exposición sin mulch y con mulch). El promedio productivo para el período 1997-1999, estos máximos (234,0 y 204,8@ cps/ha) en los tratamientos 1 y 2 respectivamente

Tabla 22. Producción (@ cps/ha/año) 1996-1999, Experimento FIT 0426. El Tambo (Cauca).

PRODUCCIONES @ C.P.S./ha/Año. 1996 - 1999						
TRATAMIENTOS						
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6
1996	30.7	34.2	31.4	25.1	30.4	36.3
1997	181.1	171.3	167.9	140.1	205.2	190.5
1998	317.7	267.5	283.2	267.6	331.8	306.7
1999	288.7	295.3	309.4	353.8	355.1	374.1
Prom.	204.6	192.1	198.0	196.6	230.7	226.9

Tabla 23. Producción (@ cps/ha/año) 1997-1998, Experimento FIT 0426. S.E.E. Pueblo Bello (Cesar).

PRODUCCION @ C.P.S./ha/Año. 1997 - 1999				
TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4
1997	36.4	22.2	47.5	32.5
1998	112.5	99.3	169.9	168.8
1999	237.5	126.8	178.0	163.6
Prom	137.2	90.1	145.4	132.9

(café a libre exposición, con y sin mulch).

Caracterización agronómica de *Cordia alliodora*, *Eucalyptus grandis* y *Pinus oocarpa* como sombríos de café. Este experimento que se adelanta conjuntamente con la División Forestal de Smurfit – Cartón de Colombia; se pretende determinar el potencial económico y biológico que como sombrío de cafetales puedan tener las especies forestales; *Eucalyptus grandis*, *Pinus oocarpa* y *Cordia alliodora*.

Los tratamientos que conforman el experimento, son los siguientes:

tratamiento 1: Café a libre exposición.

tratamiento 1: Café bajo sombrío de *Cordia alliodora*.

tratamiento 1: Café bajo sombrío de *Pinus oocarpa*.

tratamiento 1: Café bajo sombrío de *Eucalyptus grandis*.

El experimento se adelanta en la Subestación Experimental Paraguaicito en el Quindío y los sus resultados parciales de producción se presentan en la Tabla 24 y Figura 13.

En 1998 las máximas producciones (169,9 y 168,8 @ cps/ha) se obtuvieron con los tratamientos 3 y 4, café con sombrío de pino y eucalipto; los porcentajes de sombra promedio para este año y estas especies fueron de 47,0%

Tabla 24. Producciones (@ cps/ha/año) 1997-1999, Experimento FIT 0429. S.E.E. Paraguaicito (Quindío).

PRODUCCION @ C.P.S./ha/Año. 1997 - 1999				
TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4
1997	36.4	22.2	47.5	32.5
1998	112.5	99.3	169.9	168.8
1999	237.5	126.8	178.0	163.6
Prom	137.2	90.1	145.4	132.9

y 62,5%, respectivamente. En 1999 las máximas producciones se obtuvieron en café a libre exposición (237,5 @ cps/ha), siendo la producción mayor bajo sombrío de nogal, el cual registra porcentajes de sombra para este año del 61,4%.

Analizando los promedios de producción para todos los ciclos de cultivo en todos los tratamientos observamos que el promedio más bajo se obtiene con el café bajo sombrío de nogal (90,1 @ cps/ha) con porcentajes de sombra de 53,0 al 61,4 %, en promedio.

SISTEMAS DE CULTIVO

Estudio agro-económico del sistema maíz (*Zea mays* L.) intercalado con café (*Coffea arabica* L.). Según los resultados en La Unión, Nariño, en la etapa de

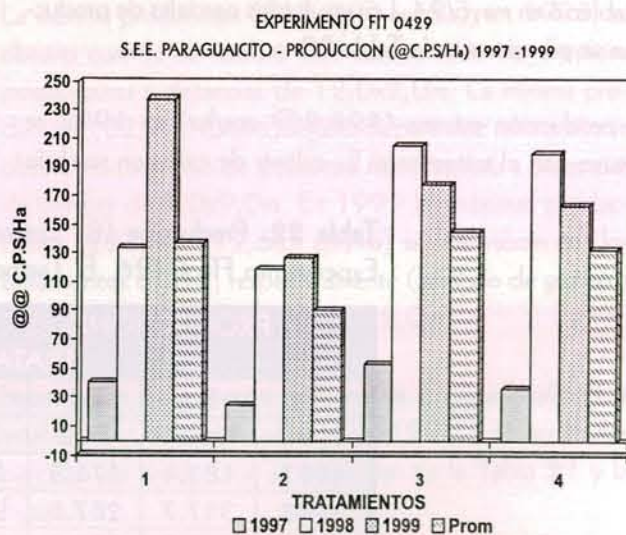


Figura 13. Producciones (@cps/ha-año) 1997 a 1999 en la Subestación experimental de Paraguaicito (Quindío).

establecimiento del café es posible intercalar dos ciclos de maíz con poblaciones de 15.000 a 45.000 plantas/ha y una producción promedio entre 1.690 y 5.050kg/ha de grano seco (Tabla 25), sin que se afecte la producción

de café (Tabla 26). El café no afectó el rendimiento del maíz en la primera cosecha pero sí en la segunda. Por tanto, puede convenir la rotación en los próximos ciclos con otro cultivo.

Tabla 25. Producción (kg/ha) y prolificidad de maíz intercalado con café en la etapa de establecimiento. La Unión, Nariño.

DISTANCIA DE SIEMBRA DEL CAFÉ (m)	DE POBLACIONES DE MAÍZ (Plantas/ha)	Kg/ha de maíz seco		Prolificidad	
		Ciclo uno	Ciclo dos	Ciclo uno	Ciclo dos
TESTIGO MAIZ	15.000	2317	2950	1.64	1.55
	30.000	3621	3500	1.43	1.14
	45.000	3936	4183	1.14	1.06
	55.000	5050	4583	1.08	1.03
1.00x1.00	15.000	2933	1800	1.62	1.55
1.00x1.00	30.000	3803	2740	1.42	1.39
1.00x1.00	45.000	4358	3617	1.15	1.31
1.15x1.15	15.000	2378	2570	1.68	1.64
1.15x1.15	30.000	3578	2848	1.33	1.46
1.15x1.15	45.000	4530	4611	1.18	1.10
1.42x1.42	15.000	2754	1690	1.80	1.68
1.42x1.42	30.000	3718	2918	1.35	1.29
1.42x1.42	45.000	4834	3880	1.21	1.01
Media general		3678	3222	1.37	1.32
Coeficiente de variación (%)		26.34	31.02	18.70	17.40

Tabla 26. Producción de café (@ cps/ha) intercalado con dos ciclos de maíz en la etapa de establecimiento. La Unión, Nariño.

DISTANCIA DE SIEMBRA DEL CAFÉ (m)	POBLACION DE MAÍZ (Plantas/ha)	Cosecha 1998		Cosecha 1999		Promedio	
		Ciclo Uno	Ciclo Dos	Ciclo Uno	Ciclo Dos	Ciclo Uno	Ciclo Dos
1.00x1.00	0	626.25	663.11	638.61	666.53	632.43	664.82
1.00x1.00	15.000	834.50	879.11	604.17	617.36	719.33	748.24
1.00x1.00	30.000	784.44	739.50	628.61	608.89	706.53	674.19
1.00x1.00	45.000	799.44	675.83	634.58	671.11	717.01	673.47
1.15x1.15	0	668.91	572.46	587.70	552.40	628.30	562.43
1.15x1.15	15.000	879.14	658.43	560.81	519.85	719.97	589.14
1.15x1.15	30.000	703.82	643.56	543.37	646.71	623.60	645.14
1.15x1.15	45.000	742.61	482.21	562.70	587.06	652.66	634.64
1.42x1.42	0	494.66	450.60	483.75	462.77	489.21	456.69
1.42x1.42	15.000	444.33	440.67	516.59	388.75	480.47	414.71
1.42x1.42	30.000	476.77	418.03	474.17	432.71	475.47	425.36
1.42x1.42	45.000	498.36	439.31	477.22	488.96	487.79	464.13
Media general		662.77	588.57	559.36	553.59	611.06	571.08
Coeficiente de variación (%)		23.45		14.33		13.07	

Al igual que en otras localidades, las densidades del maíz afectaron el número de mazorcas por planta (prolificidad) de forma inversa; a mayor densidad de plantas menos mazorcas por planta. Esto es importante cuando se siembra maíz para venderlo en estado de chόcolo.

Con estos resultados se muestra una opción más para que los caficultores de Nariño puedan diversificar el ingreso, producir maíz y generar empleo, sin afectar la producción de café.

Estudio agro-económico del sistema frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) intercalado con café (*Coffea arabica* L). Con los resultados en Consacá, Nariño, se corrobora que durante la etapa de establecimiento del café es posible intercalar dos ciclos de frijol con poblaciones de 120.000 a 160.000 plantas/ha y una producción en promedio, entre 834 y 923kg/ha de grano seco (Tabla 27), sin que

se afecte la producción del café (Tabla 28). Como el café no afectó el rendimiento del frijol en ninguna de las dos cosechas puede ser la opción para sembrarlo después del primer ciclo de maíz, porque la producción de éste se reduce en el segundo ciclo, a causa de la competencia del café.

Estos resultados muestran una opción más para que los caficultores de Nariño puedan diversificar el ingreso, producir frijol y generar empleo, sin afectar la producción de café.

Estudio agro-económico del sistema tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercalado con café. I. Densidades. Los resultados de La Unión, Nariño corroboran los que se han obtenido en otras localidades; que durante la etapa de establecimiento del café en tres Odistancias de siembra se puede intercalar tomate en dos

Tabla 27. Producciones de café (@cps/ha) intercalado con uno y dos ciclos de frijol en su etapa de establecimiento. Consacá, Nariño 1999.

DISTANCIA DE SIEMBRA DEL CAFÉ	PLANTAS DE FRIJOL POR ha	COSECHA 97-98		COSECHA 98-99		ACUMULADO	
		CICLOS DE FRIJOL				UNO	DOS
		UNO	DOS	UNO	DOS		
	0	269.65	365.43	284.78	311.39	554.44	676.82
	80.000	368.79	305.74	320.88	230.78	689.68	537.52
1.00X1.00m	120.000	315.70	355.31	330.83	307.22	646.53	662.53
	160.000	294.57	331.87	311.18	361.80	605.74	693.67
	0	301.02	295.26	345.99	380.56	647.02	675.82
	80.000	220.88	215.65	208.59	321.87	429.47	537.32
1.15X1.15m	120.000	329.31	292.09	344.44	370.44	673.76	662.53
	160.000	347.92	345.42	363.05	347.00	710.97	692.42
	0	140.74	146.35	152.07	161.48	292.81	307.83
	80.000	133.06	147.12	148.18	153.01	281.24	300.14
1.50X1.50m	120.000	173.84	127.34	188.97	135.23	362.81	262.48
	160.000	132.64	170.68	147.77	185.81	280.42	355.50
MEDIA GENERAL		252.34	258.35	270.56	272.22	522.91	530.57
Coeficiente de variación (%)		27.12		27.18		26.84	

Tabla 28. Rendimiento y sus componentes de frijol intercalado con café (variedad Colombia) en dos ciclos. Consacá, Nariño

PLANTAS DE FRIJOL/HA	80.000		120.000		160.000	
	UNO	DOS	UNO	DOS	UNO	DOS
NUMERO DE CICLOS						
VAINAS POR PLANTA	8	8	8	8	8	8
GRANOS POR VAINA	3	3	3	3	3	3
PESO 100 GRANOS	46	45	47	45	45	46
Kg/ha	796	765	834	825	923	900
MEDIA GENERAL	780		829		911	

ciclos de siembra, con 15.000 a 35.000 plantas/ha, respectivamente, con una producción entre 22,52 y 37,15 t/ha con frutos de primera (Tabla 29), sin ningún efecto en la producción del café (Tabla 30). De esta manera, es posible obtener ingresos adicionales, pero los

ingresos por tomate dependerán de los precios del mercado y de los costos de producción. Para este caso, un rubro importante que eleva los costos de producción es el uso indiscriminado de agroquímicos para el manejo fitosanitario del tomate.

Tabla 29. Producción de tomate intercalado café en su etapa de establecimiento. La Unión, Nariño.

DISTANCIAS DE SIEMBRA DEL CAFÉ (m)	POBLACIONES DE TOMATE (Plantas/ha)	Producción de tomate (t/ha)					
		Primera cosecha			Segunda cosecha		
		Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera
1.00x1.00	0	26.25	10.54	4.36	22.52	13.42	6.45
1.00x1.00	15.000	26.45	11.21	4.22	23.63	12.85	6.32
1.00x1.00	25.000	30.74	10.32	3.78	24.85	12.73	7.12
1.00x1.00	35.000	31.52	12.51	5.54	26.32	13.84	6.84
1.50x1.50	0	34.21	12.85	5.21	29.21	15.81	7.54
1.50x1.50	15.000	28.64	11.64	4.87	24.65	12.87	6.57
1.50x1.50	25.000	37.15	13.92	4.65	32.58	15.54	5.89
1.50x1.50	35.000	30.28	11.87	5.10	28.65	13.48	6.79
2.00x200	0	30.41	13.82	5.78	26.49	14.85	8.54
2.00x200	15.000	27.36	14.32	6.10	25.32	16.58	7.89
2.00x200	25.000	32.26	13.48	5.95	29.41	15.21	7.57
2.00x200	35.000	29.87	14.21	6.58	25.78	15.54	9.15
Media general		30.42	12.56	5.18	26.62	14.39	7.22
Coeficiente de variación (%)		10.51	4.74	2.80	9.46	4.46	3.17

Tabla 30. Producciones de café (@ cps/ha) intercalado con dos ciclos de tomate de mesa en su etapa de establecimiento. La Unión, Nariño.

DISTANCIAS DE SIEMBRA DEL CAFÉ (m)	POBLACIONES DE TOMATE (Plantas/ha)	Producción de café (@cps/ha)		
		Primera Cosecha	Segunda Cosecha	Promedio
1.00x1.00	0	429	465	447
1.00x1.00	15.000	481	441	461
1.00x1.00	25.000	374	434	404
1.00x1.00	35.000	493	502	498
1.50x1.50	0	234	223	229
1.50x1.50	15.000	223	192	207
1.50x1.50	25.000	238	241	239
1.50x1.50	35.000	257	240	248
2.00x200	0	157	152	154
2.00x200	15.000	175	145	160
2.00x200	25.000	160	124	142
2.00x200	35.000	184	148	166
Media general		284	276	280
Coeficiente de variación (%)		27.45	23.10	19.89

Estudio agro-económico del sistema tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercalado con café (*Coffea arabica* L). II. Manejo y sistemas de siembra del tomate. Los resultados que se obtuvieron en la finca El Guabo de Consacá, Nariño, como en el experimento anterior, corroboran los que se han obtenido en otras localidades; durante la etapa de establecimiento del café en dos arreglos espaciales y 5.000 plantas/ha, se puede intercalar dos ciclos de tomate con 25.000 plantas/ha en cada ciclo con una producción promedio entre 17,27 y

35,22t/ha con frutos de primera (Tabla 31), sin ningún efecto en la producción del café (Tabla 32).

También se demostró una vez más que aporcar el tomate no favorece la producción del tomate, pero si aumenta los costos de producción y favorece la erosión.

Con este sistema de cultivos, se puede obtener ingresos adicionales, pero los ingresos por tomate dependerán de los precios del mercado y de los costos de producción.

Tabla 31. Producciones de tomate (t/ha) intercalado con café en su etapa de establecimiento. Finca El Mirador, Vereda El Guabo, Consacá, Nariño.

DISTANCIA DE SIEMBRA	SISTEMA DE SIEMBRA	SISTEMA DE MANEJO	PRIMERA COSECHA			SEGUNDA COSECHA		
			FRUTOS	FRUTOS	FRUTOS	FRUTOS	FRUTOS	FRUTOS
			DE 1A.	DE 2A.	DE 3A.	DE 1A.	DE 2A.	DE 3A.
1.42x1.42	SURCOS ALTERNOS	CON APORQUE	24.11	11.30	3.20	17.27	7.61	4.54
1.42x1.42	SURCOS ALTERNOS	SIN APORQUE	24.78	10.69	2.74	23.91	8.75	5.65
1.42x1.42	SURCOS COMUNES	CON APORQUE	28.42	11.74	4.58	23.62	9.60	5.58
1.42x1.42	SURCOS COMUNES	SIN APORQUE	29.04	11.05	2.70	24.12	9.04	5.71
2.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	CON APORQUE	32.41	13.54	1.79	19.34	4.96	4.89
2.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	SIN APORQUE	26.53	12.48	1.43	19.93	4.57	4.37
2.00x1.00	SURCOS COMUNES	CON APORQUE	35.22	13.68	1.98	18.38	5.75	5.27
2.00x1.00	SURCOS COMUNES	SIN APORQUE	28.61	13.89	2.29	18.69	5.82	4.65
MEDIA GENERAL			28.64	12.30	5.07	20.66	7.01	2.60
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (%)			17.83	19.81	25.66	18.79	26.4	50.97

Tabla 32. Producciones de café (@ cps/ha) intercalado con dos ciclos de tomate de mesa en su etapa de establecimiento. Finca El Mirador, Vereda el Guabo, Consacá, Nariño.

DISTANCIA DE SIEMBRA	SISTEMA DE SIEMBRA	SISTEMA DE MANEJO	Producciones de café (@cps/ha)		
			96 - 97	97 - 98	Media
1.42x1.42	SURCOS ALTERNOS	CON APORQUE	246.67	421.11	333.89
1.42x1.42	SURCOS ALTERNOS	SIN APORQUE	239.11	428.67	333.89
1.42x1.42	SURCOS COMUNES	CON APORQUE	219.11	445.56	332.33
1.42x1.42	SURCOS COMUNES	SIN APORQUE	232.00	429.56	330.78
2.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	CON APORQUE	218.67	423.11	320.89
2.00x1.00	SURCOS ALTERNOS	SIN APORQUE	220.22	414.89	317.56
2.00x1.00	SURCOS COMUNES	CON APORQUE	220.00	472.44	346.22
2.00x1.00	SURCOS COMUNES	SIN APORQUE	234.89	447.77	341.33
Media general			228.83	435.39	332.11
Coeficiente de variación (%)			6.47	8.33	5.42

Para este caso, un rubro importante que eleva los costos de producción es el uso indiscriminado de agroquímicos para el manejo fitosanitario del tomate

obtuvieron en la distancia de siembra de 1,00x1,00m y una planta por sitio. No hubo diferencias entre los arreglos que tuvieron dos plantas por sitio.

Estudio agro-económico del sistema arroz (*Oryza sativa* L.) intercalado con café (*Coffea arabica* L.). Un sistema de cultivo importante para la seguridad alimentaria de la zona cafetera, es de arroz intercalado con café. Con datos de este experimento se demostró su factibilidad agronómica, porque el arroz no afectó la producción de café en ninguna de las distancias de siembra que se usaron. Sólo influyó en la producción del café entre las distancias de siembra, de tal manera que los mayores rendimientos de café se

Esto se explica porque en los arreglos de dos plantas por sitio de café, hubo más surcos de arroz, lo cual redujo su competencia intraespecífica, de tal suerte que pudo competirle más al café (Tabla 33). Por tanto, al intercalar arroz en siembras nuevas de café, el número de surcos de arroz no debe ser mayor a tres para que no se afecte la producción del café. El arreglo espacial del café afectó las dos cosechas de arroz, de tal manera que la siembra a metro fue el arreglo más favorable para el arroz (Tabla 34).

Tabla 33. Producciones de café en siembra nueva intercalado con tres densidades de arroz. Naranjal. 1999.

DISTANCIAS DEL CAFÉ (m)	DENSIDADES DEL ARROZ (kg/ha)	PRODUCCIONES DE CAFÉ (@CPS/A)			
		1999	2000	MEDIA	ACUMULADA
	60	802.46	625.86	714.16	1428.33
1.00x1.00	80	799.55	463.22	631.38	1262.77
	100	741.68	528.66	635.17	1270.35
	60	460.92	327.94	394.43	788.86
1.42x1.42	80	431.66	278.66	355.16	710.33
	100	417.56	262.94	340.25	680.51
	60	380.17	236.83	308.50	617.01
2.00x1.00	80	541.57	261.94	401.76	803.52
	100	469.04	259.11	364.07	728.15
	Media general	581.24	390.33	485.79	971.58
Coeficiente de variación (%)		24.11	23.72	16.20	16.20

Tabla 34. Producciones de arroz paddy (kg/ha) intercalado con siembra nueva de café. Naranjal. 1999

DISTANCIAS DEL CAFÉ (m)	DENSIDADES DEL ARROZ (kg/ha)	Producción de arroz paddy kg/ha	
		Primera cosecha	Segunda cosecha
	60	3338	5931
1.00x1.00	80	3256	5469
	100	3342	5736
	60	5158	4140
1.42x1.42	80	4201	4769
	100	4389	46.21
	60	3659	4283
2.00x1.00	80	3562	4386
	100	3934	4549
	Testigo	2853	3470
Media general		3871	4736
Coeficiente de variación (%)		15.47	11.66

Estudio agro-económico de la rotación de maíz, frijol y tomate de mesa intercalados con café con y sin manejo de arvenses nobles. El objetivo principal de este experimento fue comparar el efecto del manejo de las arvenses con el selector de arvenses frente a las desyerbas tradicionales en la producción del café.

Tanto los resultados de Naranjal (Tabla 35) como en Gigante (Tabla 36), indican que el manejo con o sin selector de arvenses no afecta la producción de café, ya sea en monocultivo o intercalado con maíz, frijol o tomate de mesa. En consecuencia, estos resultados también demuestran la importancia de manejar las arvenses de esta forma para reducir los costos de producción, al ahorrar en número de jornales.

Tabla 35. Efecto del manejo de arvenses y la rotación de cultivos intercalados en zocas de café. Naranjal.

MANEJO ARVENSES	POBLACION DE CAFÉ	CULTIVOS EN ROTACIÓN	Media @CPS/ha
Con manejo	5000	CAFÉ SOLO	318.36
Con manejo	5000	MFF	378.05
Con manejo	5000	MFT	326.31
Con manejo	5000	MTF	309.72
Con manejo	7500	CAFÉ SOLO	494.74
Con manejo	7500	MFF	431.84
Con manejo	7500	MFT	373.13
Con manejo	7500	MTF	423.49
Con manejo	10000	CAFÉ SOLO	520.73
Con manejo	10000	MFF	497.72
Con manejo	10000	MFT	366.32
Con manejo	10000	MTF	435.83
Sin manejo	5000	CAFÉ SOLO	300.63
Sin manejo	5000	MFF	343.19
Sin manejo	5000	MFT	289.93
Sin manejo	5000	MTF	306.72
Sin manejo	7500	CAFÉ SOLO	420.70
Sin manejo	7500	MFF	405.00
Sin manejo	7500	MFT	379.75
Sin manejo	7500	MTF	409.76
Sin manejo	10000	CAFÉ SOLO	423.55
Sin manejo	10000	MFF	409.38
Sin manejo	10000	MFT	341.83
Sin manejo	10000	MTF	483.44

Estudio agro-económico del sistema plátano (*Musa AAB*) intercalado con café (*Coffea arabica* L.). El análisis de varianza mostró efecto de la sombra de plátano en la producción de café, de tal manera que con densidades de café entre 3500 y 6500 plantas/ha, la distancia del plátano de 10x10m es la más adecuada para producir café (Tabla 37). Al comparar estos resultados con los que se obtuvieron al estudiar el efecto de las barreras de plátano sobre la producción del café, se concluye que el mejor arreglo espacial para intercalar plátano y café es en barreras, porque se puede intercalar más sitios de plátano sin que se afecte la producción de café. Por ejemplo, en café a 1,00x1,00, se puede intercalar 297 sitios de plátano en barreras a 16m, que equivale al mismo número de sitios de plátano a 5,8x5,8m que representa la competencia al café.

Tabla 36. Efecto del manejo de arvenses y la Rotación de cultivos intercalados en zocas de café. Gigante, Huila.

MANEJO ARVENSES	POBLACION DE CAFÉ	CULTIVOS EN ROTACIÓN	Media @CPS/ha
Con manejo	5000	MFF	308.88
Con manejo	5000	MFT	284.19
Con manejo	5000	MTF	304.56
Con manejo	5000	CAFÉ SOLO	311.85
Con manejo	7500	MFF	347.99
Con manejo	7500	MFT	350.55
Con manejo	7500	MTF	352.44
Con manejo	7500	CAFÉ SOLO	332.91
Con manejo	10000	MFF	444.72
Con manejo	10000	MFT	372.22
Con manejo	10000	MTF	400.27
Con manejo	10000	CAFÉ SOLO	395.83
Sin manejo	5000	MFF	296.54
Sin manejo	5000	MFT	280.24
Sin manejo	5000	MTF	302.46
Sin manejo	5000	CAFÉ SOLO	266.17
Sin manejo	7500	MFF	354.12
Sin manejo	7500	MFT	327.76
Sin manejo	7500	MTF	342.36
Sin manejo	7500	CAFÉ SOLO	314.63
Sin manejo	10000	MFF	368.61
Sin manejo	10000	MFT	356.80
Sin manejo	10000	MTF	390.00
Sin manejo	10000	CAFÉ SOLO	393.61

Tabla 37. Producciones de café (@ cps/ha) intercalado con plátano en cuatro distancias de siembra. Paraguaicito, Quindío, 1993 – 2000.

DISTANCIA SIEMBRA PLATANO	PLANTAS DE CAFÉ/ha	Producción de café (@CPS/ha)					
		1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	Promedio	Acumulado
10.0x10.0 m	3500	171.78	259.98	179.13	215.77	206.66	826.65
	5000	208.15	354.98	188.11	266.57	254.45	1017.82
	6500	225.45	397.26	211.68	303.59	284.50	1137.98
7.0x7.0 m	3500	143.67	217.78	133.61	200.72	173.94	695.78
	5000	158.66	292.49	160.34	236.61	213.29	853.17
	6500	215.61	345.08	213.14	241.17	253.75	1014.99
5.8x5.8 m	3500	117.36	164.21	127.04	156.90	141.38	565.50
	5000	137.80	189.18	137.29	213.52	169.45	677.78
	6500	190.46	246.01	179.58	237.12	212.03	848.11
TESTIGO (10000)		320.49	391.32	237.51	258.51	301.96	1207.83
MEDIA GENERAL		188.94	285.83	176.74	233.05	221.14	884.56
C. DE VARIACIÓN (%)		15.57	16.66	18.21	16.18	10.85	10.85

CAFICULTURA ORGÁNICA

Producción de café, vía orgánica

En esta observación se analiza el comportamiento productivo del café, en cantidad y calidad, cuando este se cultiva según los principios de la agricultura orgánica o biológica, a libre exposición y bajo sombrío; sirviendo además de fuente real de información y divulgación acerca de las formas de producir café orgánico. Se consideró un solo tratamiento (Producción biológica u orgánica de café), el cual consistió en el establecimiento del café en un lote demostrativo. Una parte del lote se sembró con café a libre exposición, y la otra con café bajo sombrío de dos especies leguminosas, en ninguno de los dos lotes se hizo alguna intervención de tipo químico. La observación se lleva a cabo en la Estación Central Naranjal y en las Subestaciones Experimentales de El Tambo y Pueblo Bello.

Estación Central Naranjal. En esta localidad se estableció la observación en 1993 y en la Tabla 38 y Figura 14 se presentan las producciones (@ cps/ha) en 1995 a 1999 en la Estación Central Naranjal.

En el café a libre exposición, 10.000 plantas/ha, La máxima producción (491,3 @ cps/ha) se obtuvo en el año 1996, para el año de 1999 esta producción fue de 331,0 @ cps/ha. En el café bajo sombrío, 5.000 plantas/ha, la producción máxima (250,9@ cps/ha) se obtuvo en 1997. En 1999 en este sistema, la producción fue de 206,9@ cps/ha. La producción promedia en los dos casos fue de 344,3@ cps/ha en café a libre

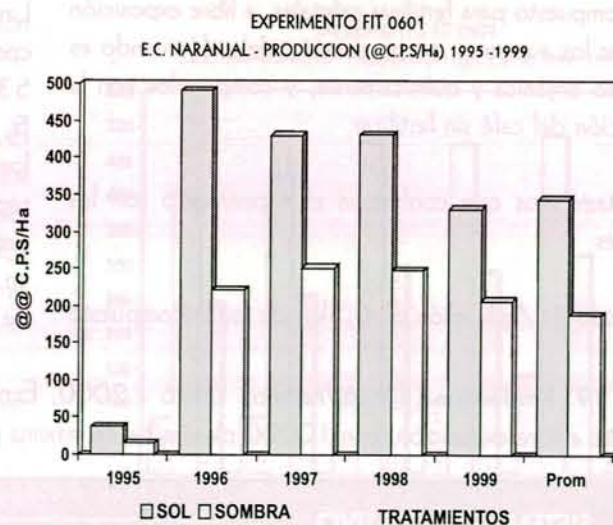


Figura 14. Producciones (@cps/ha/año) 1995 -1999. Estación Central Naranjal (Caldas)

Tabla 38. Producción (@ cps/ha/año) 1995 - 1999, Experimento FIT 0601. E.C. Naranjal (Caldas).

SISTEMAS DE CULTIVO	PRODUCCIONES @ C.P.S./ha					
	1995	1996	1997	1998	1999	Prom
CAFE AL SOL (10.000 Ptas/ha)	37.0	491.3	430.7	431.5	331.0	344.3
CAFE SOMBRIO (4.500 Ptas/ha)	14.9	221.2	250.9	247.3	206.8	188.2

exposición y de 188,2@ cps/ha en café bajo sombrío.

Subestación Experimental El Tambo. En esta localidad se estableció la observación en 1994. En la Tabla 39 se consignan las producciones (@ cps/ha) en 1997 y 2000.

En el lote de café bajo sombra, 4.500 plantas/ha, esta producción máxima fue de 171,2@ cps/ha, en este mismo año. Para 1999/00 es apreciable una disminución de la producción en ambos sistemas de cultivo, pues hacia el final del ciclo las producciones a libre exposición fueron de 47,5@ cps/ha y bajo sombra de 155,1@ cps/ha. Como puede notarse el promedio productivo para el período 1996-2000, en el lote a libre exposición es muy bajo (50,3@ cps/ha) comparado con el promedio obtenido en el café bajo sombrío que fue de 137,8@ cps/ha.

Respuesta en producción del café al sol fertilizado con lombricompuesto. En el experimento se pretende determinar la dosis óptima tanto desde el punto de vista biológico como económico, de la materia orgánica en forma de lombricompuesto para fertilizar cafetales a libre exposición y estimar los aumentos en producción del café cuando es fertilizado orgánica y químicamente, y compararlos con la producción del café sin fertilizar.

Los tratamientos que conforman el experimento son los siguientes:

tratamiento 1: Aplicación de 0,5kg de lombricompuesto

por planta por año

tratamiento 2: Aplicación de 1,0kg de lombricompuesto por planta por año

tratamiento 3: Aplicación de 2,0kg de lombricompuesto por planta por año

tratamiento 4: Aplicación de 3,0kg de lombricompuesto por planta por año

tratamiento 5: Testigo fertilizado según el análisis de suelos

tratamiento 6: Testigo sin ningún tipo de fertilización

El experimento se realiza en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones Experimentales La Catalina, Paraguaicito, El Tambo, Convención y Bucaramanga. Se presentan los resultados parciales de las Subestaciones Experimentales La Catalina y Paraguaicito.

Subestación Experimental la Catalina: El experimento se estableció en diciembre de 1994. En la Tabla 40 y la Figura 15 se muestran las producciones (@ cps/ha) de 1996 a 1999.

Las producciones en 1997 oscilaron entre 284 y 340@ cps/ha. En 1998 las máximas producciones (551,6 y 531,2@ cps/ha) se obtuvieron con los tratamientos 4 y 5, respectivamente (aplicación de 3,0kg de lombricompuesto por planta/año y Testigo: fertilizado según el análisis de suelos). En este año las mínimas producciones (389,5 y 399,3@ cps/ha), se obtuvieron en los tratamientos 1 y 3 (aplicación de 0,5kg. y 3,0kg de lombricompuesto/planta por año, respectivamente).

Tabla 39. Producción (@ cps/ha/año) 1996 - 2000, Experimento FIT 0601. S.E.E. de El Tambo (Cauca). En el lote a libre exposición, con 10000 plantas/ha, la máxima producción obtenida fue de 63,2@ cps/ha en 1998.

SISTEMAS DE CULTIVO	PRODUCCIONES @ C.P.S./ha					
	1966	1997	1998	1999	2000	Prom
CAFE AL SOL (10.000 Ptas./ha)	52.1	63.4	63.2	57.1	47.5	50.3
CAFE SOMBRIO (4.500 Ptas./ha)	36.6	182.3	171.2	143.7	155.1	137.8

Tabla 40. Producción (@ cps/ha/año 1996 - 1999). Experimento FIT 0602. S.E.E. La Catalina.

TTO	DESCRIPCION	PRODUCCIONES @ C.P.S./ha				
		1996	1997	1998	1999	Prom
1	0,5 kg de Lomb./pta/año	14.9	284.2	389.5	300.0	247.2
2	1,0 kg de Lomb./pta/año	11.7	306.1	481.8	357.7	289.3
3	2,0 kg de Lomb./pta/año	11.9	336.4	458.3	387.0	298.4
4	3,0 kg de Lomb./pta/año	14.3	322.0	521.6	421.9	320.0
5	Fert. análisis de suelos	12.7	317.4	531.2	434.8	324.0
6	sin fertilización	21.9	342.3	399.3	313.9	269.3

Para 1999, las máximas producciones (421,9 y 434,0@cps/ha), se obtuvieron en los tratamientos 4 y 5, respectivamente (aplicación de 3,0kg. de lombricompuesto /planta/año y café fertilizado según el análisis de suelos)

Subestación Experimental Paraguaicito. El experimento se estableció en octubre/96 y los resultados parciales de producción se muestran en la Tabla 41 y la Figura 16.

En 1998 la máxima producción (140,67@cps/ha) se obtuvo en el tratamiento 5 (café fertilizado según el análisis de suelos); en 1999 la máxima de 487,07@cps/ha se obtuvo igualmente con este mismo tratamiento, aunque los tratamientos con fertilización orgánica presentaron producciones considerables comparada con las del café fertilizado con fertilizante químico.

En promedio, para este ciclo 1998/99, la producción media más alta se obtuvo con el tratamiento 5 (fertilización al café según el análisis de suelos).

Potencialidad de la adopción de la caficultura orgánica. El objetivo de este trabajo fue conocer las actitudes de los caficultores frente a una opción tecnológica nueva, en este caso, la caficultura orgánica. Se hizo en tres veredas de los municipios de Timbío, El Tambo y Cajibío, departamento del Cauca. Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. La propuesta metodológica permitió determinar cuantitativamente las debilidades y atributos de los agricultores con respecto al potencial de adopción de la caficultura orgánica. Esto es una ventaja en una evaluación ex-ante, ya que entrega las bases para un futuro seguimiento en caso de adoptarse el cambio

tecnológico; además, facilita hacer comparaciones entre los agricultores y entre los componentes del potencial.

2. Se identificaron como principales razones para el cambio tecnológico argumentos de carácter económico como la disminución de costos de producción y aumento de la calidad del café pergamino seco, en términos de su peso; la conservación del medio ambiente y la salud no son razones importantes para los agricultores por las que accederían al cambio técnico, en el cual, también encuentran dificultad por la carencia de abonos y la falta de información.
3. Las principales dificultades anotadas por los caficultores para adoptar caficultura orgánica son los insuficientes abonos y la falta de información.

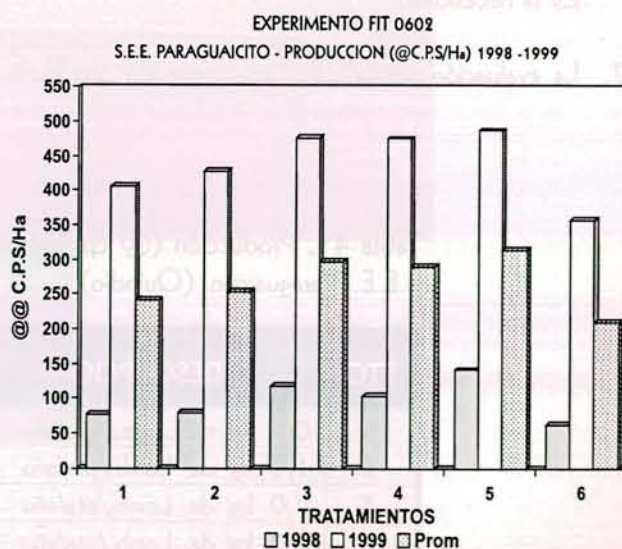


Figura 15. Producciones (@ cps/ha-año) 1996-1999, Subestación Experimental Paraguaicito

EXPERIMENTO FIT 0602
S.E.E. LA CATALINA - PRODUCCION (@C.P.S./Ha) 1996 -1999

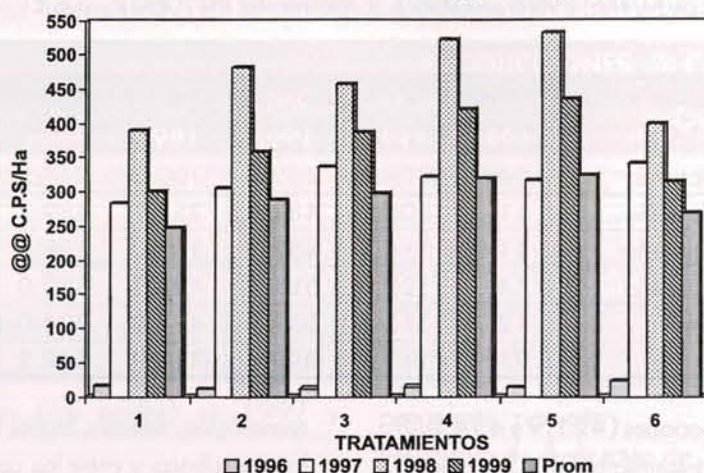


Figura 16. Producciones (@ cps/ha-año)
1996-1999, Subestación Experimental La Catalina

- La ausencia de valores en la conservación ambiental es una necesidad que debe ser atendida por las instituciones de carácter educativo y de transferencia tecnológica.
- La participación en organizaciones correlacionó con el potencial de adopción; por tanto, se sugiere que los trabajos tendientes a identificar agricultores con potencial podrían iniciar con las personas pertenecientes a grupos.
- El hecho de que no se usen productos de síntesis no implica que se desee el cambio tecnológico; esto implica modificar la metodología, específicamente, al cuantificar la necesidad.
- La evaluación actitudinal y una entrevista son herramientas que ofrecen valiosa información sobre las inconsistencias entre las actitudes y el comportamiento de los agricultores, lo cual facilita detectar las barreras culturales, cognitivas o económicas que impiden los procesos de adopción; sin embargo, esta metodología exige analizar minuciosamente cada entrevista, lo que demanda mucho tiempo, por lo cual se convertiría en una dificultad en el análisis de grandes áreas.
- Entender los conceptos de los agricultores acerca del agroecosistema, sus componentes e interacciones, facilita a los investigadores y extensionistas crear innovaciones acordes con dichos conceptos o intentar modificarlos para una rápida adopción respectivamente.

Tabla 41. Producción (@ cps/ha/año) 1998 - 1999, Experimento FIT 0602.
S.E.E. Paraguaicito (Quindío)

TTO	DESCRIPCION	PRODUCCIONES @ C.P.S./ha		
		1998	1999	Prom
1	0,5 kg de Lomb./pta/año	76.30	405.42	240.86
2	1,0 kg de Lomb./pta/año	79.38	426.80	253.09
3	2,0 kg de Lomb./pta/año	118.04	476.53	297.29
4	3,0 kg de Lomb./pta/año	103.27	474.31	288.79
5	Fert. análisis de suelos	140.67	487.07	313.87
6	sin fertilización	61.34	357.96	209.65

EXPERIMENTACIÓN



Cenicafé

El período octubre de 1999 a septiembre de 2000, se caracterizó por el exceso de lluvias en toda la zona cafetera del país, beneficiando el desarrollo y la producción de café de los campos experimentales ubicados en las subestaciones de marcado déficit hídrico o bajas precipitaciones pluviales como Pueblo Bello, Convención, Santander, Gigante y Consacá. De otra parte, tales lluvias por encima del promedio histórico, pudieron reducir la producción de café en aquellas subestaciones con pluviosidad óptima y alta como son los casos de Santa Bárbara, Naranjal, La Catalina, Maracay, Paraguaicito, Líbano y Marquetalia.

En las diecisiete subestaciones experimentales, se instalaron 64 nuevos experimentos, de los cuales el 59% de la disciplina de Química Agrícola, 22% de Mejoramiento Genético y 9% de Fitotecnia. El total de campos experimentales vigentes en las subestaciones y fincas de particulares fue de 438, a los cuales se les hizo el manejo agronómico correspondiente, aplicación de tratamientos protocolarios, toma y registro de las variables experimentales y posterior envío de la información a los respectivos líderes en la sede de Cenicafé.

Se atendieron giras con un total de 16.591 personas, en su mayoría caficultores, en las distintas subestaciones, sobresaliendo La Catalina con 2862 personas, Estación Central Naranjal 2244, Santander con 1568, Líbano 1544, Pueblo Bello 1384, El Tambo con 1230 y Gigante 1005 visitantes.

Se presentaron resultados de la experimentación en Nariño, subsedes Consacá y La Unión, a las directivas del Comité Departamental y el Servicio de Extensión.

En los cuatro campos de multiplicación de semilla variedad Colombia se tuvieron 125.000 plantas en producción en el año 2.000. En 2.001 entrarán en primera cosecha 96.000 plantas del plan de siembra adicional, completándose así, una población productiva de 310.000 plantas, de las cuales se espera cosechar unos 100.000 kilos de semilla. En el período del informe se distribuyeron 50.370 kilos de semilla de café variedad Colombia. El 61%, es decir 30.723 kilos, entre enero y septiembre del año 2000.

De la semilla de café de porte alto resistente se entregaron 1.648 kilos entre octubre 99 y septiembre 2000; el 76 %, o sea 1.245 kilos, en los primeros nueve meses del presente año. Los Comités de Cafeteros de Cundinamarca, Norte de Santander Magdalena y Santander fueron los que mayor cantidad de este insumo demandaron.

1. VARIEDAD COLOMBIA

Parque productivo. En la Tabla 42 se registra para las cuatro Subestaciones de multiplicación de semilla, la actual población de plantas y su estado, en desarrollo del plan de renovación y actualización de componentes de variedad Colombia, en total acuerdo con la disciplina de Mejoramiento Genético.

En Maracay, el 22% de la población en sitio definitivo, 24.420 plantas, se encontraban en la fase vegetativa y el 31% iniciando producción. El 47% restante de la población en plena producción, los parcelones con más cosechas están en la tercera. En estas condiciones, se conformará para

el año 2001 una población de 110.473 plantas de café muy jóvenes y productivas. El estimativo de producción de semilla para el próximo año es de 31.500kg.

En el Rosario, el 80% del total de las plantas de los parcelones de variedad Colombia se encontraban en producción; en la etapa de desarrollo vegetativo 5.000 árboles. Para el año 2001 se calcula una producción de semilla no inferior a 7.500kg.

En el Líbano, los 14 parcelones sembrados durante el año 1999, albergaron 51.364 plantas, todas de fruto rojo, de las cuales se espera para el año entrante 10.000kg de semilla en su primera cosecha.

TABLA 42. Composición de los campos de producción semilla de café variedad Colombia en Cenicafé.

Subestación Experimental	Área destinada a producción de Semilla Ha	Plantas en campo	Estado vegetativo y año de intervención	Plantas en producción	
				2000	2001
MARACAY	14	22.500	ZOCA 96 -1	22.500	22.500
		9.500	ZOCA 96-1	9.500	9.500
		A	ZOCA 97-1	20.300	A
		20.300	SIEMBRA 99-1	0	20.300
		13.840	SIEMBRA 97-1	19.650	13.840
		19.650	SIEMBRA 99-2	0	19.650
		10.580	SIEMBRA 98-1	14.150	14.150
14.150		10.580			
Subtotal		110.500		86.100	110.500
EL ROSARIO	2.6	6.950	SIEMBRA 98-2	6.950	6.950
		13.450	SIEMBRA 98-1	13.450	13.450
		5.000	SIEMBRA 99-1	0	5.000
Subtotal		25.400		20.400	25.400
LIBANO	6	26.280	SIEMBRA 99-1	0	26.850
		25.080	SIEMBRA 99-2	0	25.080
Subtotal		51.360		0	51.360
SANTANDER	3.4	18.500	SIEMBRA 97-1	18.500	18.500
		3.500	SIEMBRA 99-1	0	3.500
		7.500	SIEMBRA 99-2	0	7.500
Subtotal		29.500		18.500	29.500
NARANJAL	5,6	39.070	SIEMBRA 99-1	0	39.070
PARAGUAICITO	3,0	30.350	SIEMBRA 99-1	0	30.350
CATALINA	3,5	24.260	SIEMBRA 99-1	0	24.260
GRAN TOTAL	38.1	310.440		125.000	310.440

A= Fruto amarillo 1-2= 1° y 2° semestres

En Santander se completaron las 29.500 plantas con las progenies de variedad Colombia, de las cuales 18.500 en la fase reproductiva aportarán el año próximo, unos 12.000kg de semilla.

NUEVOS CAMPOS DE MULTIPLICACIÓN

Estación Central Naranjal. Se plantaron a finales del año pasado y enero de corriente, 39.070 colinos en siete parcelones de número variable de plantas cada uno, de los 41 componentes de la variedad Colombia de fruto rojo. Se predice una primera producción de 10.000kg de semilla para el 2001. Está prevista la siembra el año entrante de 15.000 plántulas más, aprovechando unas áreas libres para producción de semilla.

Subestación La Catalina. Se sembraron en total 3,5 hectáreas en modalidades de una y dos plantas por bolsa, repartiéndose allí las 24.262 plantas que se cree darán 5.000kg de semilla.

Subestación Paraguaicito. Un gran acierto del Programa de Experimentación fue haber trasladado a esta Subestación el plan de siembra de las 3ha para producción de semilla, que en un principio Mejoramiento Genético había planteado establecer en la Concentración de Desarrollo Rural Heraclio Uribe de Sevilla Valle, bajo la dirección técnica y responsabilidad de la Subestación Experimental La Sirena.

En Paraguaicito se sembraron cinco parcelones para un total de 30.351 plantas y se calcula una producción en primera cosecha en el 2001 de 4.800kg de semilla variedad Colombia fruto rojo.

PRODUCCIÓN

Las áreas en renovación por siembra de las nuevas progenies de variedad Colombia, en las cuatro subestaciones tradicionales de multiplicación presagiaban una producción insuficiente de semilla en el período del presente informe. Por tal motivo, continuó el plan de emergencia para satisfacer en lo posible, todas las solicitudes de los Comités

de Cafeteros. Siguió procesándose para semilla, la producción de los antiguos campos de multiplicación, hoy experimentos, de La Sirena, Santa Bárbara y La Unión (Líbano). Se incluyó también el café cereza de los experimentos de Fitotecnia y Mejoramiento Genético en las propias Subestaciones productoras de semilla y en La Catalina, Naranjal y Paraguaicito.

La subestación de Santa Bárbara envió todo el café semilla para que fuera mezclado con el del Líbano. Maracay, recibió el de las cuatro subestaciones cercanas. Sobresale nuevamente, el aporte de café de las Subestaciones Líbano, La Sirena y Santa Bárbara, aunque con ligeras disminuciones comparados con los de la pasada vigencia. Las cantidades de café recolectadas y procesadas para semilla en el primer semestre del año 2000, fueron importantes, distribuyéndose en total 28.350kg.

La producción del trimestre julio- septiembre fue apenas de 2.373kg. En todo el año 2000, se proyecta una producción de 82.000kg de semilla variedad Colombia. Los 18.000kg faltantes para sostener la oferta a los Comités de Cafeteros de los 100.000, los aportará el plan de emergencia, el cual habrá de continuar por lo menos durante el primer semestre.

DISTRIBUCIÓN

En la Tabla 43 se discrimina por Comités de Cafeteros, la entrega de semilla en el lapso enero - septiembre de 2000, donde se aplican los porcentajes de participación de cada Comité a 60.000 kilos de variedad Colombia ofrecidos. De variedad Colombia se distribuyeron 30.723kg, a los cuales se le adicionan los 19.647kg enviados en el trimestre octubre - diciembre de 1999, para un gran total de 50.370kg en el lapso del informe.

De la oferta de 60.000 kilos de enero a diciembre del corriente año, a junio se había entregado el 47%; a septiembre, se cumplía apenas con el 51%. Si se tiene en cuenta que la cosecha principal de café en todas las subestaciones productoras de semilla, es en el último trimestre del año, se espera una producción de 20.000kg, observándose un cumplimiento del 85% de la meta propuesta, resultado muy similar a la vigencia 1999

TABLA 43. Distribución semilla café variedad colombia y porte alto enero - septiembre de 2000

COMITÉ	VARIEDAD COLOMBIA		PORTE ALTO	
	% Participación	Asignado kg	Acumulado kg	Acumulado kg
Antioquia	17.22	10332	4989	
Boyaca	1.05	630	204,0	80
Caldas	11.844	7106	3267	
Cauca	6.7	4020	2110,5	
Cesar-Guajira	1.794	1076	465,0	20
Cundinamarca	6.4	3840	2401,5	494
Huila	7.45	4470	1989,0	
Magdalena	1.07	642	300,0	150
Nariño	2.23	1338	399,0	
Norte de santder	3.001	1801	696,0	441
Quindío	7.844	4706	2328,0	
Risaralda	7.854	4712	2136,0	
Santander	4.4	2640	1839	
Tolima	11.3	6780	3226,5	60
Valle	9.843	5906	3919,5	
Of. Enlace			438	
Otros			15	5
Totales	100	60000	30723	1245

2. PORTE ALTO RESISTENTE A LA ROYA

POBLACIÓN

Se tienen dos campos de multiplicación en plena producción y el tercero en la etapa de almácigos en las siguientes subestaciones:

El Rosario. Una población de 2.000 plantas de fruto rojo, sembradas a 2,0 X 1,0 m, libre exposición solar y sometidas a la práctica de descope a una altura de 1,8 metros, el 15 de febrero /2000.

En consecuencia, la producción ha sido baja; es notable la recuperación de la plantación, gracias al buen clima reinante.

Santander. Se tienen dos bloques: el primero de 0,7 ha,

siembras de 1995, a plena exposición solar y descopadas; el 60% de las plantas de fruto amarillo.

El segundo de 0,98ha, siembras del segundo semestre del año 1998, de fruto rojo.

La recolección y beneficio del café de ambos bloques, produjeron 1.012,5kg de semilla en el año cafetero 1999-2000

Convención. A petición del Comité de Cafeteros de Norte de Santander, se iniciaron los almácigos de las 13 progenies de Porte Alto resistentes a la roya, entregadas por la disciplina de Mejoramiento Genético, para el establecimiento de 2 hectáreas más con estos materiales, en vista de la creciente demanda de esta semilla, por parte de los caficultores del nororiente del país.

PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

La entrega de semilla de porte alto resistente a la roya, en el período del informe fue de 1.648kg, el 76% entre enero - septiembre/2000.

Los Comités de Cafeteros con las mayores cantidades solicitadas y entregadas fueron Cundinamarca y Norte de Santander.

3. SUBESTACIONES EXPERIMENTALES

ESTACIÓN CENTRAL NARANJAL

Experimentos vigentes: 139, (4 fuera de la Estación)

Instalados nuevos en el período: 5 nuevos; 10 terminaron y 10 eliminados

Áreas disponibles en ha: 11.1 comercial

Producción semilla: Se sembraron 41 progenies de

variedad Colombia en siete lotes, de los cuales se espera para el año calendario 2001, una producción aproximada de 10.000kg de semilla. En los años 2002, 2003 y 2004 se esperan 20.000 kg de semilla/año. De los lotes previamente seleccionados con Mejoramiento Genético, se procesaron y enviaron a la Subestación Maracay el café resultante de 14.629kg. de cereza amarilla y 19.067kg de cereza roja.

Condiciones climatológicas: La precipitación pluvial en el período del informe, fue de 3.807,4mm, beneficiando las siembras de los experimentos y parcelones de variedad Colombia, pero afectando aparentemente la producción de café.

Giras: 2.244 personas

Plagas y enfermedades: El nivel de infestación de broca fue de 7,1% en promedio, el más alto de todas las subestaciones; en el mes de enero 11,4% el más alto y en octubre el más bajo, 3,6%. El manejo integrado practicado ha costado \$4.610.937,00, es decir, un costo por kilogramo de café cereza producido, de \$11,00. Esta realidad, amerita una revisión profunda de todo el proceso.

Módulo presupuestal contable: Actualmente se utiliza el módulo SAP/R3, sistema de aplicación y procesamiento de datos para causar los diferentes registros contables generados en la Estación Central.

Es una herramienta que elimina la utilización de documentos internos, agiliza el procesamiento contable, conociendo día a día los gastos ejecutados en cada una de las apropiaciones presupuestales, pero es muy exigente en la calidad de la comunicación telefónica, situación que no se cumple en el área rural de nuestro país.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL CONSACA

Experimentos vigentes: 15, de los cuales están distribuidos de la siguiente manera: 3 en la Granja Ospina Pérez y 12 en la Subsede La Unión, (4 de éstos en fincas de caficultores).

Instalados nuevos en el período: 6

Áreas disponibles en ha: 3 en la sede La Unión

Comportamiento del Clima: La altitud de la sede de Consacá es de 1.640m y las condiciones del clima fueron: temperatura promedio de 19°C, precipitación anual de 1.440mm, humedad relativa de 77 % y brillo solar de 1.827 horas/año. Ubicada en el Ecotopo 221A. La sede La Unión se encuentra a una altitud de 1.800m; tiene una precipitación anual de 1.862mm, brillo solar de 1.579 horas/año y está en el Ecotopo 220A.

Giras: En La Unión 641 y en Consacá 463 personas.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL CONVENCIÓN

Experimentos vigentes: 18, (1 fuera de la Subestación)

Instalados nuevos en el período: 4

Comportamiento del Clima: Los cambios climáticos, sobre todo las lluvias, alteraron el comportamiento del cultivo de café, desplazando la cosecha a los primeros meses del 2000, lo que históricamente se ha presentado en el tramo septiembre- diciembre.

Giras: 307 personas

Plagas y enfermedades: El 19 de noviembre de 1999 fue detectada la broca del café en la Subestación Experimental Convención. Se encontró en 4 frutos, en el experimento FIT 0204.

En la Seccional, el Comité de Cafeteros la había reportado el 23 de septiembre del mismo año. En la Subestación, a pesar de haber sido encontrados 10 frutos más brocados, se puede decir que todavía no se ha establecido. Entre los factores que han dificultado su establecimiento, se pueden mencionar las altas precipitaciones del último año, las temperaturas bajas, el aislamiento de los cultivos por franjas amplias de rastrojos, cañadas protegidas y bosques aledaños que favorecen favorecer a los enemigos naturales de la plaga.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL EL ROSARIO

Experimentos vigentes: 13

Producción de semilla: Durante el período octubre 1999- septiembre 2000 se entregaron por intermedio de los Comités Departamentales de Cafeteros y Cenicafe 3.600kg de semilla certificada de café variedad Colombia, incluidos 704kg de semilla de materiales de Porte Alto.

Giras: 956 personas

Plagas y enfermedades: La broca del café se ha manejado con recolección adecuada y oportuna del café cereza y realizando Re-Re. Las prácticas descritas han arrojado eficientes resultados, razón por la cual no ha sido necesario recurrir a la aplicación de ninguna clase de insecticidas.

Observaciones: Proyecto interdisciplinario Cenicafe, Comité de Cafeteros de Antioquia y Fundacafe, con el objeto de emplear lotes poco aptos para el cultivo del café, establecidos en pradera artificial para mejorar la producción bovina en la región por medio del cruce Aberdeen Angus, (reproductor) propiedad de Cenicafe, con hembras de raza cebú. El proyecto se inició en Junio del 2.000.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL EL TAMBO

Experimentos vigentes: 19, (6 de estos en fincas de Particulares)

Instalados nuevos en el período: 5

Giras: 1.230 personas

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL LA SIRENA

Producción semilla: En el presente año cafetero la Subestación La Sirena contribuyó a suplir el déficit de semilla Variedad Colombia, de la producción de los diferentes lotes el 72,4% se destinó a este objetivo.

Comportamiento del Clima: Temperatura media de 19.2°C, humedad relativa del 83%, brillo solar de 1.455 horas al año y una precipitación de 2.100mm/año distribuidos en 210 días.

Giras: Durante este período cafetero no se registraron visitantes diferentes a los líderes de las investigaciones allí establecidas.

Plagas y enfermedades: Los niveles de infestación por broca se mantuvieron bajos lo cual garantizó la sanidad de la semilla, con un promedio de 1,46 %.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL LIBANO

Experimentos vigentes: 19, (3 de éstos fuera de la Subestación).

Instalados nuevos en el período: 4

Areas disponibles en ha: La Trinidad 0,90. La Unión 0,20

Producción semilla: 6.287,5kg producidos durante el período oct.99 – sep.00; menor en un 17% comparado con la vigencia anterior 7.605kg, debido a la renovación por siembra de algunos lotes.

Comportamiento del Clima: El clima tuvo un comportamiento semejante al histórico; la cantidad de lluvia registrada, 2412mm, fue similar a la del año cafetero 98-99, con 2539mm; pero con una mejor distribución, favoreciendo la productividad del cafeto. Se observaron 2 épocas marcadas de pocas lluvias, noviembre-febrero, con un mínimo de 45mm en enero y la de julio-agosto; el mes de abril relativamente seco. Lo anterior ocasionó las mayores florescencias responsables de la mitaca regular y cosecha principal de 2000 buena.

Giras: Trabajo en equipo con el Comité de Cafeteros del Tolima, apoyándolo en la atención de giras con caficultores provenientes de todo el Departamento y otras actividades de Transferencia de Tecnología, con resultados destacables, 1544 caficultores atendidos.

Plagas y enfermedades: Se registran porcentajes de infestación de broca menores del 5%, en la Trinidad.

En La Unión los niveles no superan el 3,1%, lo cual puede obedecer a condiciones climáticas ya que La Unión se encuentra a mayor altitud. Estos valores no consideran la mortalidad y ausencia de broca, evaluaciones que determinan sólo un 50% de broca viva.

Clorosis, deficiente desarrollo, muerte de árboles, principalmente en los parcelones VI, VII y IX; probables causas, el ataque de plagas del suelo (palomilla, y anilladores del cuello de la raíz), toxicidad de herbicida y clima.

Se adelanta un programa continuo de control de plagas, mediante aplicación de insecticida dirigido al tallo del árbol, también se reorientó el programa de manejo de arvenses con la utilización de herbicida, aplicaciones localizadas de pulpa descompuesta.

Actualmente hay respuesta favorable del cultivo. Se está presentando la muerte de árboles por llagas radicales en varios parcelones.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL MARACAY

Experimentos vigentes: 21

Instalados nuevos en el período: 4

Producción semilla: Durante el período se procesaron 30.722kg de semilla certificada de café variedad Colombia, 66% del propio Maracay, 25% procedente de La Sirena, un 4% de Paraguaicito y 4% de Naranja

Giras: 455 personas

Plagas y enfermedades: El nivel de infestación de la broca se mantuvo alrededor del 1%, lo que facilitó el aprovechamiento de todos los lotes de café recolectados para semilla. En cuanto a enfermedades, se presentó un fuerte ataque de Mal Rosado debido a la abundante y frecuente lluvia.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL MARQUETALIA

Experimentos vigentes: 10

Instalados nuevos en el período: 3

Áreas disponibles en ha: 2

Producción de café: La producción registrada de café cereza fue de 35.144,6, obteniéndose 6.737kg de café pergamino seco, aclarando que de este total 1006,5kg se vendieron en octubre.

Comportamiento del Clima: Con base en los registros diarios del clima observados en La Estación Meteorológica, desde el año de 1.981, se puede considerar que la temperatura media anual es de 20°C., la precipitación promedio anual es de 4000mm, repartidos en 16% lluvias diurnas y 84% nocturnas, 1558 horas de brillo solar anual y 82% de humedad relativa. El período octubre 99 – septiembre 2000 fue más lluvioso, 5.574mm, que los dos años cafeteros anteriores.

Giras: 197 personas

Plagas y enfermedades: Nivel de daño de la broca por debajo del 4%; los porcentajes superiores se localizan hacia los meses de enero y junio posiblemente asociados con épocas de menos lluvias y deficiencias en la recolección de café (graneos).

Por lo anterior, se tomó la decisión de realizar en julio control químico dirigido a focos, actividad que no se realizaba desde 1998.

Durante el presente año, se ha continuado el seguimiento a la labor de la recolección de café cereza, y manejo en beneficio, logrando mantener promedios de daño por seis meses, inferiores al 2,5%, manejables,

Módulo presupuestal contable: Actualmente se utiliza el módulo SAP/R3, sistema de aplicación y procesamiento de datos para causar los diferentes registros contables generados en la Subestación, con el perfil del Líbano

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL PARAGUAICITO

Experimentos vigentes: 30, (1 fuera de la Subestación).

Instalados nuevos en el período: 2

Áreas disponibles en ha: 2,9

Producción semilla: La actividad sobresaliente estuvo definida por la siembra de cinco parcelones para producción de semilla variedad Colombia la cual se iniciará el próximo año.

Giras: 420 personas

Plagas y enfermedades: El porcentaje de infestación de broca, no superó el 2%.

Módulo presupuestal contable: Actualmente se utiliza el módulo SAP/R3, sistema de aplicación y procesamiento de datos para causar los diferentes registros contables generados en la Subestación.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL PUEBLO BELLO

Experimentos vigentes: 26, (4 de éstos en fincas de particulares).

Instalados nuevos en el período: 5

Comportamiento del Clima: Los factores climáticos bastante estables, favoreciendo las lluvias una excelente producción de café, tanto de los lotes experimentales como comerciales.

Plagas y Enfermedades: Hasta la fecha no se ha detectado la presencia de la broca del fruto de café. Muerte de árboles de café y guamos de sombrío por pudriciones radicales.

Giras: 1.384 personas; la valiosa participación de los caficultores de esta región del país, por medio de sus opiniones e inquietudes cuando visitan la subestación, ha servido como instrumento del conocimiento y estímulo para continuar trabajando con el objetivo de resolverles sus necesidades e inquietudes técnicas en torno al cultivo del café.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA BÁRBARA

Experimentos vigentes: 27, (6 de éstos en fincas próximas a la Subestación)

Instalados nuevos en el período: 2

Áreas disponibles en ha: 1.2

Producción semilla: La participación de Santa Bárbara en la producción y distribución de semilla variedad Colombia, a través de la Subestación Líbano, fue de 2.213,5kg, disminuida en un 35% con relación al pasado año

Comportamiento del Clima: Se observa un incremento considerable de lluvia entre el período octubre/99 - mayo/00; durante los meses de junio - septiembre/00, el factor climático fue bastante estable con respecto al histórico del año 1998/1999.

Giras: 828 personas visitaron la subestación

Plagas y enfermedades: El promedio de infestación de broca fue 1.78%. Daños a las plantas y efectos sobre la producción de café de las enfermedades Phoma, Mal rosado, Koleroga, Gotera y Mancha de hierro, como consecuencia del fuerte invierno.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTANDER

Experimentos vigentes: 26; (8 de éstos en fincas de particulares).

Instalados nuevos en el período: 8

Áreas disponibles en ha: 0,7

Producción semilla: 9.037

Producción de café: Cabe destacar la productividad de los parcelones de variedad Colombia, tres años de edad, en el período octubre 99- septiembre 2000, con rendimientos de 383 @/ha. Los de Porte Alto Resistente, en la tercera cosecha, promedio de 374@/ha.

Comportamiento del Clima: La subestación se encuentra ubicada altitudinalmente entre los 1.420 y 1.580m; la temperatura media anual es de 19,5°C, con una temperatura mínima media de 16,8°C y máxima media de 23,7°C, con promedios de humedad relativa de 82% y de brillo solar de 1.313 horas/año. En los últimos siete años la precipitación anual ha oscilado entre 1.222 y 1.713mm, correspondiendo el valor más bajo al año de 1997, en el cual se presentó el fenómeno del Pacífico y el de mayor precipitación al año 1999, fenómeno de la Niña.

Giras: 1.568 personas

Plagas y enfermedades: La práctica de manejo que se ha venido empleando, continúa siendo la recolección calendario de café cereza, mediante pases cada 14 días, cosechándose la totalidad de los frutos maduros y pintones. Por las condiciones climáticas presentadas en este período, la presencia de broca fue baja, con valores inferiores al 1.8% de frutos brocados.

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL SUIPÁ

Experimentos vigentes: 18

Instalados nuevos en el período: 4

Áreas disponibles en ha: 5,46 en café comercial

Comportamiento del clima: Las condiciones de lluvia de la subestación han sido las siguientes: 2.559,5mm, 30% (585mm) por encima del promedio histórico.

Giras: 309 personas

SUBESTACIÓN EXPERIMENTAL VALLE

Experimentos vigentes: 14

Instalados nuevos en el período: 3

Áreas disponibles en ha: 8,7 de café comercial

Comportamiento del Clima: La temperatura promedio anual de 19,8°C, humedad relativa del 82%.

La precipitación anual de 1.430mm. Durante el año 2000 se han presentado 2 meses muy atípicos, enero con 234 mm (3,12 veces el valor histórico) y septiembre con 292mm (1,6 veces más el histórico.).

Giras: 178 personas

Plagas y enfermedades: La infestación de broca durante el año se mantuvo en 1,03%, en promedio. Marcado efecto del Phoma sobre la producción de café y el estado vegetativo de los cultivos de café sin sombrero. Lo anterior está incidiendo en unas conversiones amplias de café cereza a pergamino seco, con promedio de 5,57. La mejor 4,3 en febrero y la peor, 6,3 en agosto.

Módulo presupuestal contable: Para la elaboración y contabilización de los contratos de obra civil y demás operaciones financieras, se utiliza el módulo SAP/R3, instalado en la subestación experimental La Catalina.

4. SERVICIOS DE APOYO

Campos Experimentales. En la Tabla 44 se relacionan los experimentos nuevos y totales vigentes en cada una de las Subestaciones Experimentales. Bajo el control de las

TABLA 44. Inventario de campos experimentales de Cenicafé. Noviembre/00

SUBESTACIONES	NUEVOS	VIGENTES
NARANJAL	QAG-0318, QAG-0310, QAG-0516, CSU-0217 = 4	139
CONSACÁ	FIT-0205, QAG-0310, QAG-0318, QAG-0507, QAG-0516, MEG-1307 = 6	15
CONVENCIÓN	MEG-0716, QAG-0310, QAG-0508, QAG-0516 = 4	18
EL ROSARIO	QAG-0318, QAG-0310 = 2	13
EL TAMBO	FIT-0205, FIT-0430, QAG-0508, QAG-0318, MEG-0266 = 5	19
GIGANTE	FIT-0205, QAG-0310, QAG-0318, QAG-0516, MEG-0265, MEG-1310 = 6	32
LA CATALINA	FIT-0205, QAG-0318, QAG-0516, QAG-0310, QAG-0515, QAG-0321, MEG-0714, MEG-1308, BIO0802 = 9	
LA SIRENA	0	10
LIBANO	QAG-0310-QAG-0318, QAG-0516, MEG-0263 = 4	19
MARACAY	ING-0137, PAT-0107, BIO-0802, QAG-0515 = 4	21
MARQUETALIA	QAG-0318, QAG-0516 = 2	10
PARAGUAICITO	QAG-0507, QAG-0515 = 2	30
PUEBLO BELLO	QAG-0318, MEG-0268 = 2	26
SANTA BÁRBARA	FIT-0205, QAG-0310, QAG-0516, MEG-0703, PAT-0107, QAG-0318 = 6	27
SANTANDER	QAG-0310, QAG-0318 = 2	26
SUPÍA	MEG-0261, MEG-1309, QAG-0318 = 3	18
VALLE	QAG-0318, MEG-1306, MEG-0264 = 3	14
TOTAL	64	438

Subestaciones, se contabilizan 438 campos experimentales en curso, 64 de éstos sembrados en el período del informe anual, sobresaliendo La Catalina con 9, Santa Bárbara, Gigante y Consacá con 6 y el Tambo con 5.

Con relación al informe del año 98, en esta vigencia se registra un incremento del 5% en los campos experimentales. Sin embargo, hay una reducción del 14% en cuanto la instalación de nuevos experimentos.

Giras. En la Tabla 45. En orden descendente se consigna el número de personas atendidas durante las visitas a las Subestaciones Experimentales. Con relación a la vigencia anterior se presentó una disminución del 8% en esta actividad.

TABLA 45. Relacion de visitantes por subestacion

Subestación	No Personas
LA CATALINA	2.862
NARANJAL	2.244
SANTANDER	1.568
LIBANO	1.544
PUEBLO BELLO	1.384
EL TAMBO	1.230
GIGANTE	1.005
EL ROSARIO	956
SANTA BÁRBARA	828
LA UNIÓN	641
CONSACÁ	463
MARACAY	455
PARAGUAICITO	420
SUPIÁ	309
CONVENCIÓN	307
MARQUETALIA	197
VALLE	178
LA SIRENA	0
TOTAL	16,591

5. ACTIVIDADES DE APOYO ADMINISTRATIVOS

Sistematización. Catorce de las diecisiete Subestaciones Experimentales, cuentan con Internet, quedando fuera de servicio hace tres meses Gigante. Gracias a este medio se han agilizado las comunicaciones y el envío semanal de los contratos de obra civil para el pago por Cenicafé, el movimiento mensual contable, los informes mensuales de progreso de cada uno de los experimentos y otros servicios, mientras llegan los documentos o soportes físicos.

Módulo Presupuestal Contable. Desde enero de 2000 se está trabajando en el sistema R/3 de SAP. En el momento dicho sistema se encuentra instalado y con perfil para procesar directamente la información contable, la Estación Central Naranjal, la Catalina, Maracay, Paraguaicito, Supía, Líbano, El Rosario y Santa Bárbara; desde estos sitios se cubren las subestaciones la Sirena, Valle y Marquetalia. Muy deficiente el funcionamiento en Santa Bárbara por la falta de una buena línea Telefónica.

Las restantes Subestaciones Pueblo Bello, Convención, Santander, Gigante, El Tambo y Consacá envían el movimiento contable en una plantilla para su dispendioso procesamiento en la secretaría del Programa de Experimentación y darle cumplimiento a los plazos de grabación fijados por Oficina Central.

Logística. El apoyo técnico – administrativo que Experimentación le ha dispensado a todos los Programas, Disciplinas y Secciones de Cenicafé Planalto y Granja, a través de los dos grupos asociativos, Cootraserva Ltda. y Tecnoagro E.A.T., se ha visto disminuido en el año 2000 por el drástico ajuste presupuestal de Cenicafé.

La ejecución presupuestal en cada Centro de Costos se redujo alrededor de un 10% comparado con el periodo 98-99 como resultado de una serie de medidas de control, mejoramiento en la eficiencia de las labores y disminución de personal.

POST-COSECHA



Cenicafé

En cosecha de café, se continuaron las investigaciones en dispositivos para asistir la cosecha manual, desarrollo de herramientas portátiles y tecnología de alto desempeño para desprender café. Se han obtenido resultados promisorios con prototipos para asistir la cosecha manual (recipientes, mallas, sistemas neumáticos). **En cosecha mecanizada** se han adelantado estudios básicos y aplicados. En los primeros se busca incrementar el conocimiento sobre la respuesta dinámica de estructuras del árbol de café utilizando conceptos matemáticos y mediciones de campo; en el segundo grupo, partiendo de resultados obtenidos en Cenicafé, se han diseñado nuevos prototipos con los cuales se espera mejorar la calidad de la cosecha (mayor % de frutos maduros en la masa cosechada), la eficacia y reducir el daño mecánico ocasionado a la corteza de los árboles. **En despulpado de café,** se diseñaron máquinas construidas en plásticos de ingeniería, con resistencia a los objetos duros, con mejores especificaciones técnicas que las tradicionales. También se ha logrado importantes avances en el diseño de sistemas electrónicos para la detección y separación de objetos duros. **En beneficio ecológico del café,** se diseñó y evaluó un módulo, el cual, gracias a la integración de funciones, consta de menor cantidad de piezas, es más liviano, más fácil de operar, limpiar y mantener. **En secado de café,** se finalizó la primera etapa de simulación del proceso con la cual se generó importante información que permitirá manejar correctamente secadores dependiendo de sus características físicas y de la cantidad de producto a procesar. También se trabajó conjuntamente con la empresa PREMAC de Medellín para el rediseño de un equipo con capacidad estática de 12@ de café seco, utilizando herramientas del diseño industrial y considerando al usuario.

En calidad y composición química del café se evaluó la calidad sensorial de variedades de café procedentes de la Sierra Nevada de Santa Marta, por medio de análisis descriptivos cuantitativos (escala 9 puntos), comparación triangular y pareada múltiple de 4 parejas y comparación de aromas en sensor electrónico. Se destacaron por su buena calidad física y en taza favorecida por la sanidad del grano (sin perforación por broca) y al beneficio bien conducido. El 63,41% de las muestras obtuvieron calificación muy buena (mayor o igual a 7). Entre las mejores muestras se incluyeron todas las variedades, destacándose Borbón resistente a roya, procesado vía Becolsub, Colombia fruto rojo y Caturra frutos rojo y amarillo procesadas por fermentación natural. El sensor de aromas presentó una repetibilidad en la respuesta para la comparación de aromas de café tostado de 83,2% en promedio. El 76,8% de las diferencias de aromas de café tostado, según el tipo de remoción de mucilago (BEC-FN) fue significativa (factor de calidad $QF > 2$), con una repetibilidad del 82,8%. Se demostró que el sensor es un instrumento muy objetivo para comparación de aromas de café tostado y reconocimiento de defectos con una repetibilidad de más del 83%. En cuanto a la composición química entre especies se destacaron diferencias entre *C. arabica* y robusta para proteína, grasa, cenizas, manganeso, calcio y el contenido total de ácidos clorogénicos. Se continuaron análisis microbiológicos y de contenido de Ochratoxina a muestras de café almendra almacenado a diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa.

En tratamiento de la contaminación del beneficio húmedo de café se evaluó un prototipo para el tratamiento primario de los lixiviados de pulpa y mucilago de la tecnología Becolsub, con una concentración inicial de DQO 110.000ppm. Esta contaminación se redujo el 67,04% (73,24% de DBO₅). Con relación al Decreto 901/97 de Minambiente, para junio del 2000 esta remoción de contaminación corresponde a reducir el pago de tasa retributiva por arropa de café pergamino seco desde \$17,56 colombianos hasta \$4,70 colombianos. La inversión fue de US \$ 0,19/@ cps. El tiempo de recuperación de la inversión, cuando el valor presente de los ingresos es igual a la inversión, se alcanza entre el sexto y séptimo año. Se experimentó en el laboratorio durante 375 días, alimentando 5 reactores con sustrato ácido, suplementado con nutrientes, utilizando 10,2g de urea/kg DQO, 19g DAP/kg DQO y 7g de sulfato de amonio/kg DQO. A 30°C, la carga orgánica media aplicada en los reactores de columna, cuando se suplementan las aguas residuales del café, es 3 veces mayor a la encontrada sin suplementación. Se logró aislar e identificar 13 géneros de bacterias anaerobias de las etapas fermentativas, hidrolíticas y acetoclásticas.

En el aprovechamiento de subproductos del beneficio del café se realizaron ensayos de cultivo de *Pleurotus ostreatus* sobre un sustrato compuesto por tallo de jacinto y pulpa de café, y otro con hoja de *Pistia* y pulpa de café, obteniéndose eficiencias biológica medias de 23,18% y 12,39% respectivamente. La biomasa generada durante el postratamiento de las aguas residuales del café, con plantas acuáticas, puede utilizarse como materia prima en la preparación de los sustratos, para el cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus*. Se evaluó el tratamiento térmico al vapor, a la temperatura de ebullición del agua, durante 8, 10 y 12 horas para el cultivo de la seta comestible *Lentinula edodes*, utilizando subproductos del café.

INGENIERIA AGRÍCOLA

La disciplina adelanta investigaciones en los campos de Cosecha, Despulpado, Beneficio Ecológico y Secado.

1. Avances en cosecha de café

Por recomendación del LVI Congreso Cafetero de 1995 la disciplina ha orientado la mayoría de sus recursos humanos e infraestructura al estudio de alternativas tecnológicas que permitan disminuir los costos de la cosecha de café. Los resultados obtenidos a la fecha en cosecha manual indican que utilizando dispositivos sencillos (para desprender y/o recoger los frutos) y métodos de trabajo más eficientes se pueden mejorar notoriamente los indicadores de rendimiento operativo y las pérdidas de frutos que caen al suelo.

Sin embargo, a pesar de los progresos, es necesario continuar los estudios de campo con el fin de mejorar la selectividad del desprendimiento y aspectos ergonómicos de las herramientas diseñadas.

La vibración aplicada en diferentes partes del árbol (tallo, ramas, follaje y frutos) es el principio más estudiado para la cosecha mecanizada del café.

Aunque se han logrado grandes progresos, es necesario adelantar estudios de ingeniería y agronómicos para facilitar el desprendimiento selectivo de los frutos, facilitar el manejo de los equipos y evitar daños al árbol.

Cosecha de café con batidores mecánicos, ING 0107.

Con el fin de mejorar el desempeño logrado con el batidor CENICAFE-I se diseñó un nuevo modelo denominado COBRA (COsechador Batidor de RAMas) dotado de dispositivos electro-mecánicos para controlar la presión de golpeo a los frutos y dientes resortados para facilitar el impacto a los frutos.

Los resultados obtenidos en ensayos preliminares realizados en la cosecha de mitaca del 2000, con árboles con 74,1% de frutos maduros, indican progresos importantes en los indicadores Eficiencia (se logró desprender el 81,2% de los frutos maduros presentes en el árbol), Calidad de cosecha (la proporción de frutos maduros en

la masa cosechada fue de 85,9%) y rendimiento operativo (24,5kg de cereza/hora-operario).

El equipo continuará siendo evaluado en la cosecha

Separación de frutos maduros por vibración electromecánica de ramas del café. ING 0111. Como requerimiento muy importante para estudiar el efecto del equipo vibrador electromecánico, en proceso de desarrollo y de perfeccionamiento, se efectuaron estudios básicos de modelación matemática para dar respuestas dinámicas del sistema fruto pedúnculo y rama, que pueden ser considerados como arreglos de sistemas de **vigas curvadas, continuas, no-uniformes y articuladas**, que cumplen leyes físicas exactas estudiadas extensivamente en variados sistemas dinámicos que ocurren en la vida real.

La vibración de una **viga continua con parámetros no uniformes**, es una primera aproximación a la respuesta dinámica de un tronco del cafeto, o de las ramas, o del sistema fruto-pedúnculo cuando se perturban por una acción mecánica.

La viga, tronco, rama o el pedúnculo, responden exactamente de acuerdo a la solución matemática de la ecuación modificada de Euler-Bernoulli, que se clasifica como de derivadas parciales de cuarto orden, de carácter matricial, con propiedades físicas no constantes. Para poder resolver la ecuación fue necesario conocer las condiciones extremas, de borde, o de contorno y la utilización de **métodos numéricos**. Se consideraron dos métodos de aproximación numérica ampliamente utilizados en ingeniería: el método de **diferencias finitas** y el método de **elementos finitos**.

Los dos métodos fueron exitosamente utilizados en forma preliminar en éste trabajo para evaluar la oscilación de una rama de café con granos, que fue inicialmente levantada con un soporte el cual se retiró súbitamente, permitiendo a la rama oscilar libremente.

A pesar de que los dos métodos de aproximación numérica dieron los resultados esperados y pueden ser utilizados en los trabajos futuros, es más conveniente seleccionar desde el inicio el método de **elementos finitos** porque se adapta mejor a los problemas de vibraciones, principalmente

cuando se progresa en la modelación y se obtengan los árboles virtuales que más se asemeje a los cafetos reales.

Estudios sobre la distribución espacial de los frutos en el árbol de café (*Coffea arabica* var Colombia). ING 0113. Se pretende contribuir a la disminución de los costos en la cosecha de café mediante la realización de estudios morfológicos del árbol de café en tres arreglos espaciales de siembra diferentes, aportando conocimientos básicos para desarrollar herramientas y prototipos que se desempeñen eficientemente en la recolección mecanizada y manual asistida del café. Esta ubicación espacial de los frutos en el árbol se logrará utilizando el PhotoModeler Pro®, el cual es un novedoso software de graficación tridimensional basado en la fotogrametría (graficación y medición utilizando fotografías), que resulta ser una herramienta útil y comparativamente económica para la adquisición de datos en campo.

El producto final de esta investigación será el gráfico tridimensional de cada uno de los árboles seleccionados.

Este gráfico entregará información sobre las características morfológicas asociadas a la distribución espacial de los frutos, en magnitudes escalares y vectoriales.

Cosechador de café por vibración del follaje "COVAUTO". ING 0114. Las pruebas de campo realizadas en árboles de café en Cenicafé, La Granja, permiten afirmar que las deformaciones en puntos considerados críticos en la estructura en pórtico del COVAUTO, tanto en posición de trabajo como de transporte sin barras de seguridad, alcanzaron valores tan bajos que el prototipo puede ser utilizado con alta confiabilidad. Como el equipo no posee sistema de amortiguación es recomendable usar siempre las barras de seguridad transversal en cualquier condición de transporte.

Finalizada la etapa de instrumentación electrónica y bajo unas determinadas condiciones de operación del COVAUTO, es posible conocer la respuesta del árbol a las excitaciones producidas por los dedos de los agitadores y seguir ganando experiencia sobre este tipo de vibración del follaje. Bajo los parámetros de operación y las condiciones de trabajo, el uso de las varillas

de plástico de ingeniería (prolónâ) no parece promisorio como agitadores del equipo.

Evaluación técnico-económica de una cosechadora comercial de café. ING 0116. Se inició la evaluación en cosecha de café de un equipo utilizado en Italia para la cosecha de aceitunas, principalmente de la variedad Canino, caracterizada por presentar fuerza de desprendimiento a tracción pura elevada (superior a 5 N) con relación a otras variedades cultivadas.

El equipo consiste de agitadores fabricados en plástico (posiblemente nylon) cada uno con dos álabes de 26cm de longitud colocados sobre un eje de acero, el cual es accionado por mecanismos, cilindros, motores hidráulicos y válvulas que permiten ubicarlo en cualquier dirección espacial, en un radio de aproximadamente 7,0m con relación al eje de rotación, y variar su frecuencia de oscilación.

En número de agitadores es variable (10 inicialmente). El conjunto tractor y pluma pesa 1.750kg y la pluma 750kg.

En la primera etapa, ya finalizada, se entrenó al operario en el manejo de los mandos hidráulicos que controlan el desplazamiento del eje que soporta los agitadores y la frecuencia de oscilación.

En la segunda etapa se buscará desarrollar estrategias para lograr el mejor desempeño de la tecnología. Por su diseño, el equipo se podría utilizar en cafetales de alta densidad sin restricciones de altura de los árboles, en terrenos con pendientes hasta del 30%.

Evaluación de dos métodos de asistencia manual para la recolección de café cereza. ING 0123. Se evaluaron dos métodos de recolección, denominados BANCEN (bandeja CENICAFÉ) y MALLACEN (malla CENICAFÉ), respectivamente. Con ellos se buscó evitar movimientos ineficientes que representan, el 23,3% del tiempo total empleado en el ciclo básico de recolección, disminuir tiempos y brindar comodidad en otras labores realizadas durante la recolección.

Con el método BANCEN se logró disminuir 14,4% del tiempo empleado en la labor de empaque del café, a través

de una compuerta ubicada en la parte inferior del recipiente plástico modificado. Las pérdidas de frutos maduros (2,9%) fueron iguales estadísticamente a las obtenidas empleando el recipiente plástico tradicional (4,5%).

Partiendo de estos resultados obtenidos se diseñaron cuatro prototipos, que a la fecha se encuentran en proceso de evaluación. Estos diseños se realizaron partiendo de las observaciones realizadas durante la evaluación de la bandeja CENICAFÉ y siguiendo los aportes y sugerencias de los recolectores participantes en la evaluación. Junto a estos cuatro prototipos se está evaluando el recipiente plástico con accesorio propuesto en el estudio de tiempos y movimientos, como alternativa para optimizar el tiempo de recolección.

Diseño, construcción y evaluación de un dispositivo para la cosecha mecánica del café, por vibración multidireccional al tallo. ING 0124. Se diseñó, construyó y evaluó un dispositivo para cosechar café aplicando vibraciones multidireccionales al tallo de 4 hasta 40 lazos o direcciones. Como fuente de potencia se utilizó un motocultor de 14HP, con un ancho de trocha de 70cm, el cual permite ingresar a los cafetales. La evaluación fue realizada en la estación experimental Paraguaicito durante los meses de marzo y abril del 2000, sobre árboles de café variedad Colombia roja (zocas de tercera cosecha con un sólo chupón) en lotes sembrados a 2m x 1m.

Los tratamientos resultaron de la combinación de cuatro números de lazos (4, 10, 20 y 40), dos puntos de aplicación (tocón y chupón) y dos tiempos de vibración (10 y 20s). Con una repetición de 20 árboles por cada tratamiento. La proporción promedia de frutos iniciales en el momento de realizar la evaluación fue del siguiente orden: 32,02% de frutos maduros, 7,06% de frutos pintones y 61,09% de verdes. El desprendimiento de frutos maduros varió entre 52,18 y 72,82%, el de frutos pintones entre 13,0 y 48,19% y el de verdes entre 9,33 y 34,36%. El porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada estuvo entre 22,95% y 44,35% (relativamente alto pero explicables por la baja cantidad y proporción inicial de frutos maduros).

El análisis de varianza mostró efecto del factor de variación tiempo, sobre la variable porcentaje de frutos maduros

desprendidos a favor del mayor (20s). La interacción más importante para las variables desprendimiento de verdes y pintones fue punto de aplicación x lazos, que según prueba de contrastes mostró diferencias a favor de la combinación chupón x 20 lazos. En más del 80% de los árboles cosechados se presentó daño mecánico, debido a los altos esfuerzos cortantes generados en la corteza.

Desarrollo de un dispositivo neumático semiestacionario para agilizar la recolección manual de café en cereza. ING-0127. El equipo diseñado consta de seis tolvas receptoras (sombrellas invertidas), que se colocan en las goteras de igual número de árboles para recibir el café desprendido por los recolectores y lo conducen por medio de mangueras flexibles hasta el almacenamiento temporal (empaque de fibra sintética) utilizando la succión neumática generada por un ventilador centrífugo. La separación del café cereza se logra por medio de un ciclón y una válvula tipo rotativa. En el diseño se utilizó un modelo matemático para encontrar las pérdidas de presión estática en el sistema, para pendientes hasta del 40%. En el laboratorio se realizaron pruebas del funcionamiento del equipo simulando estas mismas pendientes y se comprobó la validez del modelo matemático.

Caracterización de frutos maduros de café variedad Colombia roja mediante visión artificial. ING-0118. Se desarrolló un Sistema de Visión Artificial (SVA), capaz de reconocer frutos maduros de café utilizando como segmentador primario un clasificador de color, separando posteriormente los objetos superpuestos mediante dos técnicas: aplicación de reglas lógicas a la esqueletización y mapa de distancias euclidianas. Al evaluar los algoritmos se llegó a un promedio de 96% de reconocimiento de frutos maduros presentes en la imagen con un promedio de 6% de frutos pintones asumidos como maduros. Se generó una función clasificadora que entregaba en una imagen digital: clasificación por color, puntos que tendían a la separación de frutos superpuestos y bordes de la imagen. Se diseñó un sistema de iluminación y un control para el zoom y el foco de la cámara para tomar imágenes con ella.

Ubicación espacial de frutos de café utilizando visión estereoscópica artificial en condiciones de laboratorio. ING 0128. Este experimento complementa al ING 0118. Se desarrolló un sistema que permite ubicar

especialmente los frutos de café mediante la visión estereoscópica, aplicando sólidos de rotación en la parte geométrica y creando un sistema de coordenadas virtuales en el laboratorio (condiciones controladas), las cuales tenían como origen, el centro del lente de la cámara.

Se realizaron 120 pruebas, con un error promedio para el eje $X=0,117528\%$, para el eje $Y=0,131169\%$ y para el eje $Z=2,113443\%$. Se encontró igualdad estadística para los valores de las medidas reales y virtuales de los ejes X , Y y Z ; se obtuvo en un 2% del total de los datos un error mayor al 5%, estos casos se presentaron en el eje Z .

Se tomó como principal característica de las imágenes, para el proceso de la ubicación espacial, los centros de masa computacionales; el desarrollo del software se realizó en LABVIEW, se generaron librerías de funciones como menú, geometría, archivo, lecturas, etc. partiendo de las funciones básicas del IMAQ VISION. En síntesis, este experimento aportó conocimientos que permiten ubicar espacialmente los frutos identificados como maduros.

Concepción de una herramienta manual para asistir la recolección de café en Colombia. ING 0129. El prototipo de herramienta para cosecha de café ORSEL 1 se evaluó comparativamente con el método de recolección tradicional. De dicha evaluación se obtuvo que la herramienta presenta un incremento en el rendimiento operativo del orden del 80%, comparada con el sistema tradicional. Sin embargo, ni la calidad de cosecha (19% de frutos verdes en la masa cosechada) ni la eficacia (50% de frutos maduros sin desprender) fue lo esperado. Por tal motivo, en una segunda etapa del estudio se inició un replanteamiento de algunos de los criterios de diseño utilizados en el primer prototipo y se identificaron las partes de la herramienta que participaban activamente en los indicadores operativos que califican la recolección tradicional (eficiencia, calidad, pérdidas y eficacia).

De este análisis se desprendió la necesidad de garantizar la alineación de los anillos de trabajo de la herramienta con la rama, con el fin de tener una acción de los palpadores directa sobre la zona de interés. Por tal razón, se incorporaron dos anillos con cerdas de plásticos en los extremos de la primera versión. Así mismo, la forma y el

material de los palpadores se modificó por unos de material plástico en forma cónica, que presenta una elasticidad promisoriosa. Paralelamente, se trabaja con modelos icónicos de racimos de café a escala real, para definir lo más efectivamente posible el diseño geométrico de la segunda versión del prototipo de herramienta ORSEL.

Cosecha de café por la aplicación de impacto a las ramas. ING-0134. A partir de estudios básicos y de los resultados obtenidos se construyó un prototipo para aplicar impacto mecánico a la rama en condiciones de laboratorio, el cual consta de un sistema sincronizador de frecuencia con el que se fija y regula la velocidad del excitador (motor eléctrico de 1HP y 1700rpm, que acciona un mecanismo biela – manivela) generando y transmitiendo el movimiento a un dedo impactador.

Se sometió la rama a la aplicación de impacto, probando distintos puntos y frecuencias de excitación y midiendo con la ayuda de sensores de desplazamiento y aceleración el efecto que este genera sobre la rama.

Se encontró que la excitación por impacto genera un régimen de vibración transitorio y que al restringir el movimiento de la rama en su extremo libre e impactar en un punto medio, se obtiene una mejor transmisión de la vibración y un desprendimiento más efectivo de los frutos a lo largo de ésta, alcanzando un desprendimiento del 90% de los frutos maduros presentes en la rama con porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada del 23% y tiempo óptimo de operación recomendado de 2,5seg en promedio para los mejores tratamientos observados. Adicionalmente, se estudió el movimiento de los frutos cuando fueron sometidos a impacto, observándose los modos pendular y basculante a los cuales se les atribuye el desprendimiento de los frutos maduros.

También se estudiaron teóricamente las vibraciones generadas por el impacto, aplicando la teoría de fuerzas de excitación tipo impulso unitario y el modelo de Kelvin para impacto entre productos vegetales.

De los dos modelos analizados: excitación tipo impulso unitario y Kelvin, el que mejor se adapta a las condiciones experimentales es el modelo basado en la teoría de excitación tipo impulso unitario, cometándose un porcen-

taje de error matemático del 38%, siendo un buen resultado teniendo en cuenta los parámetros utilizados en el modelo.

Evaluación del desempeño en cosecha manual de café con el empleo de las mallas polisombra. ING 0135. El experimento se desarrolló en dos etapas. En la primera se evaluó el efecto de la longitud de las mallas en los tiempos de operación (extender mallas, retirar hojas, recoger frutos y recoger malla), trabajando con longitudes de 15, 30 y 45m. Los resultados obtenidos para las variables tiempo total de recolección, tiempo de aplicación de la malla, tiempo invertido en la labor de cosecha y masa cosechada en la unidad experimental (44 árboles) fueron estadísticamente iguales. Las actividades que demandaron mayor tiempo fueron extracción de las hojas y almacenar el café en los costales (50% del tiempo de labores) y extender las mallas. Sin embargo, la malla de 45m mostró mayor preferencia entre los recolectores debido a que la extensión sólo se realizó una vez en la unidad experimental y la labor de desprendimiento de frutos se realizó con menores interrupciones en relación con las otras mallas.

En la segunda etapa se comparó el desempeño en cosecha manual utilizando mallas de 45m de longitud y el canasto tradicional. Con el fin de disminuir los tiempos para retirar las hojas y para extender y recoger las mallas se superpuso a la malla de polisombra otra con perforaciones de 2,5cm separadas 2,0 entre sí y se utilizaron dos ganchos, uno para cada lado, con el fin de permitir a una sola persona extender y recoger las mallas en la calle de los árboles a cosechar (por medias caras). Empleando la malla modificada el porcentaje de pérdidas de café al suelo fue 0,43% mientras que con el método tradicional (con canasto) las pérdidas fueron 3,24%. La prueba de comparación no mostró diferencias entre los tratamientos para la variable rendimiento operativo.

Evaluación de la respuesta del fruto de café a aplicaciones de reguladores del crecimiento. ING-0136. Dentro de la identificación de las propiedades mecánicas a utilizar en la cosecha, se destaca la fuerza de remoción del fruto del árbol (Fuerza de tracción), la cual ha sido definida por algunos autores como el parámetro que define la selectividad de la cosecha mecánica del café. Wang, K. (1965); Crisosto y Nagao (1991); Alvarez, (1993).

Estudios anteriores referidos a la fuerza de remoción del fruto del árbol y en particular la fuerza de tracción, indican que a medida que el fruto avanza en su estado de madurez, son menores los valores de la fuerza necesaria para desprenderlo, (Wang, 1965; Martínez *et al.* (1988); Alvarez (1993), En la medida que esta diferencia sea mayor entre frutos pintones y verdes, frente a los frutos maduros, mayores serán las posibilidades de lograr selectividad al momento de implementar la cosecha mecánica. Debido a que en una misma rama de café se encuentran frutos en diferentes estados de desarrollo, se ha pensado en la posibilidad de emplear productos químicos de acción madurante en dosis bajas, para lograr disminuir la fuerza de remoción de los frutos maduros para ser cosechados mecánicamente, sin afectar el desarrollo de aquellos que no han alcanzado el grado de madurez óptimo y sin que se afecte la calidad de la bebida.

En el mercado existen otros productos químicos que puedan tener un efecto similar al obtenido con las aspersiones realizadas con Ethephon en la estación central Naranjal, es por ello que se realizó una selección de cuatro productos que de acuerdo con la literatura, podrían mostrar resultados positivos al momento de disminuir la fuerza de tracción necesaria para remover los frutos del árbol y acelerar el proceso de maduración. En cuanto a las aspersiones con Ethephon, se encontró que cuando éste se aplicó a la rama o al nudo en concentraciones de 400 y 800ppm, se perdió su efecto sistémico, es decir, que cuando se aplicó en una de las estructuras del árbol, bien fuera a la rama o al nudo, el efecto madurante sólo se observó en la parte en donde fue aplicado el producto y no se trasladó por el interior de la planta a otras partes del árbol; así su efecto sólo se vio en la parte en donde se aplicó el producto. Cobra importancia este resultado debido a que sólo se madurarían los frutos que deseamos, sin que se afecten los frutos restantes, los cuales no han adquirido aun un total desarrollo, o sea que no han alcanzado el estado de madurez fisiológica.

La mayor disminución en cuanto a la fuerza de tracción se refiere, se logra con la dosis de Ethrel a 800ppm, aunque con la dosis de 400ppm también se disminuyó la fuerza de tracción pero en menor proporción frente al primero. El análisis muestra en forma global, que no existe efecto sistémico, ya que se presentaron diferencias en el porcen-

taje de maduración de las ramas tratadas y sin tratar; igual comportamiento tuvieron las variables número de frutos y hojas caídas por ramas tratadas y sin tratar, lo cual nos indica que el Ethrel bajo estas concentraciones no se trasloca a otras partes del árbol, es decir, que se mantiene en el sitio en el cual se realizó su aplicación y es allí en donde este muestra sus efectos. No se ve un efecto en cuanto a su orientación, la cual puede ser hacia los lados o acropeta y basipeta de acuerdo al flujo interno que se da dentro de la planta.

El anterior análisis permite concluir que existen en el mercado productos que inducen maduración y a su vez una disminución en las fuerzas de tracción, como lo es el producto comercial Finish, aunque con un mayor número de frutos y hojas caídas por árbol, dichos resultados son claros cuando se observa la ficha ya que Finish posee un ingrediente activo igual al que presenta el Ethrel (Acido 2-Cloroetil-fosfónico), pero adicionado con cyclanilida, el cual es un compuesto que le confiere características de abscisor a este producto. Con Round Up se observa que su efecto está reflejado en un aumento en el número de frutos caídos respecto al testigo, pero inferior al Finish. Los efectos producidos por los productos ácido fosfórico y fosfato diácido de sodio son similares entre sí y en términos generales no difieren mucho del comportamiento normal (testigo).

Determinación de parámetros de diseño para los sistemas de acople en los vibradores inerciales de tallo para café. ING - 0138. Se pretende generar información necesaria para el diseño racional de sujetadores de tallo, que permita disminuir los daños en la corteza de los árboles, observados en los experimentos adelantados en Cenicafé. En este experimento se plantea una metodología fundamentada en una revisión amplia de la literatura disponible, en conceptos de expertos consultados, en visitas a países en los cuales se utilizan vibradores del tallo y en experiencias adquiridas en trabajos anteriores. Básicamente, comprende tres aspectos: de ingeniería (diseño de tacos sujetadores al árbol), agronómicos (anatomía básica del tronco del árbol de café) y fitosanitarios (*Ceratocystis fimbriata*). En la primera etapa de la metodología propuesta se determinará experimentalmente el esfuerzo radial admisible por el tronco del café en el sistema corteza-cambium y adicionalmente, algunas propiedades físicas de la corteza como espesor, contenido

de humedad y diámetro del tronco a 40cm del suelo. En la segunda, se realizará una evaluación del sistema propuesto en el laboratorio y se medirán las áreas de contacto (área bruta de contacto y efectiva de contacto) del conjunto taco-faldón con el tallo del café. En la tercera etapa se hará la evaluación del sistema de acople propuesto en condiciones de campo y se medirán algunos parámetros de importancia como la transmisibilidad de la vibración y la incidencia del daño mecánico mediante la inoculación de la llaga macana (*Ceratocystis fimbriata*) en los tallos vibrados. El sistema por proponer será aquel que permita sujetar el vibrador al tallo del café con alta transmisión de la fuerza aplicada (mínimo 80%) con mínimo daño a la corteza y al cambium.

Estudio experimental de la respuesta dinámica del árbol de café (*Coffea arabica* L.) sometido a vibración del tallo. ING-0140. Se pretende mediante el uso de instrumentación (sensores de aceleración) y un sistema de adquisición de datos basado en computador (daqview), medir parámetros de vibración, que permitan conocer la respuesta dinámica del árbol de café cuando se somete a vibración (multidireccional) en el tallo. Para ello, se utilizará el árbol de café (variedad Colombia plantilla de cuarta cosecha), excitándolo a distintas frecuencias y en distintos puntos de acople del vibrador, para medir las aceleraciones generadas en diferentes partes de su estructura. Con la información anterior se pretende buscar la combinación de parámetros de vibración (frecuencia - punto de excitación y tiempo de aplicación) que optimicen el empleo de la vibración multidireccional en la cosecha de café en cuanto a selectividad se refiere.

El equipo a utilizar para vibrar los árboles será el Vitac1 (vibrador de tallo de café) desarrollado en Cenicafé en el año 2000. Antes de empezar a tomar datos, se realizarán algunas pruebas preliminares en las cuales se observará el comportamiento del prototipo en campo, tratando de determinar si es necesario realizar correctivos en el diseño para mejorar las condiciones de funcionamiento, especialmente en el control de velocidad de las masas inerciales rotantes.

Para verificar las velocidades se instalarán sensores de velocidad, los cuales permiten visualizar el valor de la velocidad en los ejes de rotación de las masas, determinan-

do así el valor de la diferencia entre ellas cada vez que se vibre un árbol.

2. Avances en Despulpado de Café

Las investigaciones en este campo están dirigidas a desarrollar tecnología para separar los objetos duros presentes en el café y máquinas para despulpar café con mejores especificaciones y desempeño que las actuales.

Diseño de sistemas de protección para las despulpadoras. ING 0410. Se presenta un prototipo para la detección y separación de los objetos duros, como las piedras que se mezclan con el café. Se han analizado los parámetros de las vibraciones producidas por el impacto de la masa cosechada contra una placa metálica. Se realizó el análisis espectral de las aceleraciones que se indujeron en las placas, teniendo en cuenta variaciones del material y del espesor. Con las señales que produjeron una mejor diferenciación de los objetos duros de los granos se simuló la detección y posteriormente, se diseñó un circuito para el control del desalojo de los objetos duros. Se evaluó un prototipo con el que se obtuvo una efectividad del 95% y un rendimiento de 450kg/h de café cereza. También se construyó un segundo prototipo que fue evaluado y del cual se obtuvo una efectividad del 90,6%.

Rediseño de una despulpadora de café. ING – 0408. Para el replanteamiento de una despulpadora de café, Ingecafé, con rendimiento de 1.200kg/h, construida por la empresa INGECSEC Ltda, se realizó un análisis del valor con el fin de conocer su funcionamiento, sus virtudes y debilidades y evaluar las propuestas de los sistemas de calibración del pechero y de la cuchilla delantera. Se hizo un análisis y se recomendaron diferentes propuestas de diseño formal y funcional para un nuevo modelo (denominado modelo uno). Se diseñaron, construyeron y evaluaron diferentes propuestas obteniendo como principales resultados:

- La eliminación del eje alimentador, lo que proporciona mayor rendimiento sin comprometer la calidad del grano procesado.
- Redimensionamiento del canal del pechero en cuanto a profundidad y distancia entre bordes, definición de

la zona de acomodamiento de las cerezas de café, la zona de despulpado, la zona de separación grano-pulpa y zona de transporte del café en baba; utilizando un pechero en acrílico para observación y uno en hierro fundido para realizar pruebas de rendimiento y de análisis de calidad de despulpado.

- Replanteamiento de las cureñas, proponiendo una base para soportar el cuerpo procesador (pechero y cilindro), manipular las piezas independientemente, agilizar el ensamble y disminuir el 75,91% en el número de piezas de la máquina (sin sistema de amortiguamiento para objetos duros).
- Redimensionamiento en la base inferior de la tolva que permite la eliminación de las cuchillas y además, sufre un desplazamiento tangencial para que las cerezas entren directamente en el pechero y evitar el atascamiento de la masa.

El modelo 1, presenta cambios positivos gracias al material de construcción del cuerpo procesador (nylon reforzado), reduciendo el peso a 12kg aproximadamente, para máquinas de 3 canales. Presenta un rendimiento de 720 kg/hora por canal con 94,9% de calidad de despulpado y 98% de calidad de la pulpa.

3. Avances en Beneficio Ecológico

Con la tecnología BECOLSUB actual se ha logrado atender las necesidades de procesamiento de más de 6.000 fincas en Colombia. Los resultados obtenidos tanto por usuarios como por fabricantes indican que ella es confiable, suficientemente rústica para soportar las difíciles condiciones de trabajo y manejo y, en general, requiere poco mantenimiento. Los recientes esfuerzos de investigación de Cenicafé en este campo están orientados a mejorar los diseños originales, utilizando conceptos de análisis funcional, integración de funciones y la filosofía francesa para el diseño de máquinas-CESAM. También se adelantan esfuerzos para incrementar el control de la contaminación hasta en un 100%. En este campo se adelantaron estudios en el ámbito de las fincas para conocer, en casos puntuales, el impacto económico de la nueva tecnología.

Estudio de caso para determinar los costos del beneficio tradicional y del BECOLSUB. ING 1106. Empleando la metodología de estudios de caso se evaluó económica-

mente la tecnología BECOLSUB comparada con la tecnología de beneficio tradicional en cuatro fincas cafeteras de Manizales. Los resultados obtenidos indican que para cada una de las cuatro fincas, los costos unitarios de beneficio de ambas tecnologías, al incluir la depreciación de la tecnología BECOLSUB, no presentaron diferencias estadísticas. En el momento que no se tuvo en cuenta la depreciación, dos de las cuatro fincas presentaron diferencias estadísticas en sus costos unitarios. Sin embargo, en las cuatro fincas se presentó disminución en el consumo de agua y de mano de obra empleando la tecnología BECOLSUB, también se presentó un incremento en los costos de energía y mantenimiento en la tecnología BECOLSUB.

Tanto la conversión de café pergamino seco a café cereza, como el precio calculado empleando el factor de rendimiento en trilla, para el café proveniente de las tecnologías tradicional y BECOLSUB, no presentaron diferencias estadísticas en las fincas El Arroyo, Charo Verde y El Pañuelo. En las cuatro fincas existe la viabilidad económica en el cambio tecnológico hacia el módulo BECOLSUB, puesto que sus ventajas superaron la inversión inicial realizada en cada una de las ellas. Se plantearon tres supuestos para calcular el tiempo de recuperación de la inversión, los cuales son: ventajas técnicas de la tecnología BECOLSUB, empleando un crédito y por exención de tasas retributivas. En los tres casos, para las cuatro fincas, la inversión se recupera dentro del período de vida útil de la tecnología BECOLSUB. Se presentó economía de escala en la depreciación de los cuatro módulos empleados, al igual que en los costos unitarios de beneficio.

Rediseño del BECOLSUB 300. ING 1117. Bajo la perspectiva del diseño industrial y el apoyo de disciplinas como la ergonomía, el análisis del valor y el método CESAM, se desarrolló una propuesta dirigida a simplificar la tecnología Becolsub para el beneficio ecológico de café, mediante la integración de sus funciones operativas y la racionalización de sus materiales de fabricación, de manera que sus costos de producción industrial permitan ofrecerlo en el mercado a un precio de venta menor al actual y que además, presente ventajas técnicas de transporte, instalación, mantenimiento y uso.

Manejo de las mieles generadas en la tecnología BECOLSUB para la disminución del impacto ambiental

ocasionado por los lixiviados. ING – 1118. Se evaluó una alternativa para el manejo de las mieles producidas por la tecnología BECOLSUB, donde se cuantificó la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Totales (ST) de los efluentes provenientes del Proceso de Beneficio Húmedo del Café (PBHC).

La alternativa consistió en modificar la bandeja tradicional de recolección de las mieles que las transporta hasta el tornillo sinfín, creando una zona para separar parte de ellas (un 35% aproximadamente). Utilizando el módulo BECOLSUB 100 se realizaron 20 repeticiones beneficiando entre 50 y 225kg de café cereza de recolección normal, por prueba, con un consumo específico de agua (CEA) de 1,2L/kg cc.

El uso de la bandeja permitió que el 61,23% de la miel se mezclara con la pulpa, el restante 38,77% se retiró y se dejó en reposo en un recipiente por 24 horas, para que formara dos fases: un sobrenadante o nata, la cual se retiró y se mezcló con la pulpa y un líquido clarificado, que luego se concentró empleando un evaporador de aguas residuales, el cual utiliza parte de la energía no aprovechada en una estufa campesina.

El evaporador, diseñado para manejar un volumen de 40 litros de aguas residuales/día consta de una carcasa que actúa como recipiente que recubre el ducto de la chimenea y permite que los gases de combustión le transfieran calor por convección al agua depositada en la carcasa. El uso del evaporador en las condiciones en que opera normalmente una estufa campesina, permite manejar las aguas residuales generadas por una finca con producción media de 240@cps/año, logrando **cero vertimientos sobre las fuentes de agua**. El residuo del evaporado se adicionó a la pulpa. Se encontró una eficiencia del 60,63% para el evaporador y 21,82% para el sistema global.

4. Avances sobre el Secado del Café

En este campo hay grandes necesidades en Colombia, especialmente para pequeños y medianos productores. Por las condiciones del clima, particularmente adversas en los últimos 3 años, hay serios problemas con los secadores solares que pueden estar originando daños en la calidad del

café. Los secadores mecánicos (con aire forzado) ofrecidos por algunas industrias colombianas, con capacidades estáticas en el rango 10 a 20@ de cps, sin intercambiador de calor para disminuir los costos al usuario, son la única alternativa disponible hoy día para secar café en fincas de pequeña y mediana producción. Cenicafé no avala el secado con gas en combustión directa por los riesgos que pueden presentarse en la calidad del café, principalmente por variaciones en la relación gas-aire que es vital para obtener una combustión completa. Por riesgos en la calidad del café, en la salud de los operarios y por los daños que ocasiona a las estructuras metálicas de los beneficiaderos tampoco se avala el empleo del coque en combustión directa para el secado del café.

Optimización del proceso de secado de café mediante el desarrollo del secado mecánico en carros secadores. ING 0820. En el presente trabajo se acondicionó el modelo matemático de Thompson para simular el secado y conocer las principales variables de funcionamiento de un sistema estático de cuatro capas delgadas, desarrollado antes, a partir de una estructura de secado al sol (carros). Este equipo se evaluó en seis pruebas experimentales en las que se utilizó gas propano como combustible para calentar indirectamente el aire.

Las pruebas se desarrollaron en la Subestación experimental de Cenicafé Paraguacito, en el departamento del Quindío, durante los meses de septiembre y noviembre de 1999. Durante éstas se efectuaron reformas sobre el equipo existente, se registraron variables del grano, del aire de secado, del ambiente y del proceso en sí, para conocer la precisión del modelo matemático y para analizar los costos unitarios de secado.

El modelo predijo acertadamente el comportamiento de la tasa de secado ya que al comparar estadísticamente los valores simulados y los obtenidos experimentalmente se encontró un error relativo inferior al 1%. Con este mismo procedimiento se determinó que el modelo sobrestimó la temperatura final de grano, encontrándose un error relativo superior al 10%. Con base en el modelo matemático se estableció que el menor tiempo de secado (47 horas), para obtener 50@ de cps se obtiene con una temperatura de secado de 55°C y un caudal de 2430m³/h; para 40@ de cps, el menor tiempo de secado (43 horas) se

obtiene con 55°C y 2400m³/h y para 30@ de cps, el menor tiempo de secado (39 horas) se obtiene con 50°C y 2700m³/h.

Se analizaron los costos unitarios de secado, desde el enfoque de costos fijos y costos variables, para dos alternativas reales de secado. Cuando se utiliza durante todo el año secado natural (carros tradicionales) y cuando se combina secado natural y mecánico en el mismo equipo, para épocas de menor y mayor demanda, respectivamente. Se encontró una diferencia de \$ 637/@ de cps a favor del sistema tradicional, siendo el costo de secado natural igual a \$ 1687/@ cps y el costo ponderado de secado o el costo cuando se combinan las dos fuentes de energía, \$ 2324/@ cps. También se estableció que el monto de la inversión necesaria para establecer el secado mecánico en los carros se puede cubrir con los costos equivalentes a las pérdidas económicas potenciales por deficiencias en el secado en carros tradicionales, debidas principalmente a defectos de primer y segundo orden, como grano cardenillo, aplastado y sobreseco.

Rediseño de un secador mecánico de café (Torre PREMAC) con capacidad estática para 12 arrobas de café pergamino seco (CPS). ING 0821. Se analizó un equipo producido por la empresa PREMAC de Medellín, con capacidad estática para 12@ de cps, el cual tiene costos de producción elevados debido a que el proceso no es continuo y se requiere mucha mano de obra; además, el dispositivo está compuesto por un gran número de piezas. Se analizó el proceso productivo del silo secador 'TORRE PREMAC', se hizo un estudio de piezas y funciones que permitió examinar de qué forma se pueden reducir los costos del proceso de fabricación del mismo, para que el precio de venta al público disminuya de manera tal que éste pueda adquirirlo. Se logró una reducción de aproximadamente un 60% de las piezas, las cuales en su mayoría eran de ensambles y uniones. Es muy importante tener en cuenta que más del 70% de las piezas de la cámara de secado estaban representadas por piezas de unión y ensamble. El informe final fue recibido con satisfacción por la empresa PREMAC.

Utilización práctica de los modelos de simulación matemática en el secado de café con aire forzado. ING 0824. Se desarrolló e implementó en lenguaje de

programación Visual Basic 6.0, dos programas de simulación matemática para el secado de café pergamino, tomando como base los modelos de Thompson y MSU, para lo cual se utilizaron los parámetros determinados en Cenicafé para la simulación matemática del secado de café pergamino. Los programas estiman el funcionamiento de cada uno de los secadores mecánicos de café existentes en Colombia. Se compararon los resultados obtenidos mediante simulación para cada uno de los secadores, con los resultados

experimentales obtenidos en Cenicafé, concluyéndose que éstos predicen muy bien el secado del café pergamino. Con base en la evaluación de los programas, se desarrolló un único programa de simulación para el secado de café pergamino, el cual fue utilizado para determinar las mejores maneras de operar cada uno de los secadores mecánicos existentes y proporcionar recomendaciones para su manejo eficiente.

QUIMICA INDUSTRIAL

CALIDAD Y COMPOSICION QUIMICA DEL CAFÉ

Calidad de café procedente de la Sierra Nevada de Santa Marta. Se evaluó la calidad sensorial de 55 muestras de café *Coffea arabica* procedente de dos sitios de la Sierra Nevada de Santa Marta a diferentes altitudes: 1300 y 1600msnm. Se analizaron las siguientes variedades: Colombia fruto rojo, Caturra fruto amarillo, Caturra fruto rojo, Borbón, Borbón resistente a la roya y Típica fruto rojo. Las muestras se procesaron por beneficio húmedo fermentación natural o por remoción mecánica del mucílago.

Se realizaron los siguientes análisis sensoriales: 1440 análisis descriptivos cuantitativos utilizando una escala de 9 puntos para calificar y describir la calidad del aroma, la acidez, el amargo, el cuerpo y la impresión global; 502 pruebas de comparación triangular comparando la calidad de las variedades de café según el proceso de remoción de mucílago; 150 pruebas de comparación pareada múltiple de 4 parejas para comparar las variedades de café entre sí, calificando los aciertos como 4 todas las parejas, 2 parejas, 1 pareja y 0 ninguna pareja.

Las variedades de café procedentes de la Sierra Nevada de Santa Marta se destacaron por su buena calidad física y en taza. Se destacó el café Borbón resistente a roya por su buen aroma y sabor con respecto a las otras variedades

analizadas, aunque se destacó su amargo pronunciado con respecto a las otras variedades. La buena calidad del café de la Sierra Nevada, se debe a la sanidad del grano (sin perforación por broca) y al beneficio bien conducido. El 1,46% de las muestras analizadas presentaron calificación superior a 9 para la impresión global, que incluyeron todas las variedades evaluadas y ambos procesos de remoción de mucílago de café. Sólo una muestra de Típica procesada por fermentación natural obtuvo 9 en todas las características sensoriales. El 19,24% de las muestras presentaron calificación superior a 8, destacándose las variedades Borbón resistente a roya, Colombia y Típica. El 42,7% de las muestras se describieron con impresión global muy buena con calificación 7, es decir, en total el 63,41% de las muestras obtuvieron calificación muy buena en la calidad del café (37). El 31,68% se calificó como buenas en la impresión global 6. Estas muestras presentaron calificación pronunciada en amargo y acidez media de la bebida. El 3,82% de las muestras presentaron desviaciones en la calidad por acidez e impresión global, principalmente sabores a verde, insípido y astringente. Las muestras con las mejores calificaciones promedio correspondieron a las variedades Borbón resistente a roya, seguida de Caturra fruto amarillo y el resto de variedades procesadas por fermentación natural.

Entre las mejores muestras por su mejor impresión global, acidez, intensidad del aroma del café tostado, amargo y cuerpo se incluyeron todas las variedades evaluadas y correspondieron al 23% de las muestras evaluadas. Se destacaron Borbón resistente a roya BEC, Colombia fruto rojo procesado por fermentación natural, Caturra rojo y

amarillo procesadas por fermentación natural. Se encontraron entre las mejores, muestras de ambos procesos, aunque cabe destacar que el 63,6% de entre las mejores correspondieron a muestras procesadas por fermentación natural. Entre las mejores muestras el 27,3% correspondió a Borbón resistente roya, 27,3% a Colombia. En el 1% de las tazas evaluadas con las muestras se presentó defecto fermento y sabores extraños, correspondió a dos muestras de Caturra fruto rojo procesadas por Becolsub, dos muestras de Típica, una de cada proceso y una de Colombia procesada por Becolsub.

Sólo se acertaron las 4 parejas en el 28% de las pruebas de **comparación pareada** múltiple, 33,33% de las veces se acertaron dos parejas, en el 21,33% se obtuvo 1 acierto, y en el 17,33% de las pruebas no se acertó ninguna pareja, lo que indica que las variedades no presentan diferencias en la calidad sensorial muy significativas, sino calidad homogénea suave, aunque se destacó la variedad Borbón resistente a roya por su amargo pronunciado. La pareja de la variedad Borbón resistente a roya se reconoció correctamente el 15,42% de las veces en promedio, 12,92% para Colombia, 8,33% para Caturra fruto amarillo, 10,67% para Caturra fruto rojo, 13,33% para Típica. Los máximos porcentajes de aciertos fueron para Borbón resistente 20%, Colombia 18,3%, Caturra amarillo 8,33%, Caturra rojo 25% y Típica 18,33%. Se destacaron entre las mayores confusiones en la prueba pareada entre variedades Colombia con Caturra fruto rojo 10%, seguidas de la comparación Colombia con Típica 7,22%, Caturra con Típica 5% y Colombia con Borbón resistente a roya 5%.

En la **prueba triangular** de café según el tipo de remoción de mucílago para todas las variedades se acertó correctamente la prueba el 63,7% de las veces. No se encontraron diferencias en el acierto de la prueba triangular, cuando la pareja correspondió al proceso de fermentación natural o cuando la pareja de muestras se procesaron por desmucilaginado mecánico.

Evaluación de la repetibilidad del sensor de aromas. Comparación de aromas de café tostado, según la variedad y el proceso de beneficio. Se midió la repetibilidad del sensor de aromas y se comparó el aroma de café tostado, según la variedad y el tipo de remoción de

mucílago utilizando muestras con calidad sensorial, procedencia y condiciones de proceso conocidas. La repetibilidad de un sensor es la habilidad para reproducir una medida cuando se expone a las mismas condiciones. La repetibilidad del sensor de aromas en la respuesta de la comparación se calculó como el porcentaje de las veces que la comparación entre 2 muestras iguales fue significativa, es decir, que presentó un factor de calidad, QF mayor a 2. 100% significó que las comparaciones entre las muestras fue significativa en todas las veces, 50%, significó que la diferencia solo fue significativa en la mitad de las comparaciones. Los resultados de las comparaciones de aromas se analizaron por análisis multivariado. Para todos los ensayos, en promedio, con los dos primeros componentes se representó el 81% de la varianza. El factor de calidad de la diferencia QF mide la significancia de la diferencia en el aroma de las muestras comparadas. Un valor de $QF > 2$ significa que la diferencia es significativa.

El sensor de aromas presentó una repetibilidad en la respuesta para la comparación de aromas de café tostado de 83,64% en promedio, con un mínimo del 60% y un máximo de 100%. La sensibilidad en la respuesta varió de 0,11 a 32,57 del valor de QF. La mayor diferencia se encontró entre Típica y Borbón resistente a roya, la menor diferencia se encontró entre Típica y Caturra rojo. La repetibilidad del sensor en la diferenciación de variedades varió de 76% a 100% con un promedio de 83,2% y un coeficiente de variación de 18,3%.

El 76,8% de las diferencias de aromas de café tostado, según el tipo de remoción de mucílago fue significativa, con una repetibilidad del 82,8%, un valor QF máximo de 19,5 (correspondió a Típica) y promedio de 5,262, donde las mayores diferencias (valores medios de QF) se presentaron para Borbón resistente a roya con 8,38; Caturra amarillo con 6,29; Típica con 4,56; Colombia rojo con 4,33 y Caturra rojo con 2,75, todas diferencias significativas.

Entre procesos de remoción de mucílago (BEC, FN) el porcentaje de diferencias significativas en el aroma varió de 55% para Caturra rojo al 100% para reposo, con 75% para Típica, 80% para Caturra amarillo, 83,8% para el caso de Colombia, 90% para Borbón resistente a la roya. En promedio, el 89% de las veces se diferenció la variedad **Borbón** de las otras variedades con una repetibilidad de

89%. Para la variedad **Borbón resistente** a roya el mayor número de diferencias significativas se presentó con la var. Caturra de fruto amarillo con un valor de 100%. En promedio Borbón resistente a roya se diferenció el 83,8% de las veces de las otras variedades con una repetibilidad de 86,4%. Para la variedad **Caturra fruto rojo** el mayor número de diferencias significativas se presentó con las variedades Caturra de fruto rojo y Colombia con un valor de 82,5%; con un promedio de 77,67% de las veces de diferencia en el aroma con las otras variedades, con una repetibilidad de 76,92%. Para la variedad **Caturra fruto amarillo** el mayor número de diferencias significativas se presentó con las variedades Borbón resistente a roya con un valor de 100%; en promedio el 89,7% de las veces se diferenció de las otras variedades con una repetibilidad de 88%. Para la var. **Colombia** en promedio el 84,25% de las veces se diferenció de las otras variedades con una repetibilidad promedio de 86,92%.

El aroma de la var. **Típica** se diferenció en promedio el 70% de las veces de las otras variedades con una repetibilidad promedio de 83,5%.

El 81% de las diferencias de aromas de café tostado fueron significativas incluyendo las muestras de buena calidad y los defectos reposo y fermento. El defecto fermento siempre se diferenció de todas las muestras con una repetibilidad del 100%. El defecto reposo se diferenció más del 80% de las veces con una repetibilidad del 85%. El sensor de aromas presentó alta repetibilidad y sensibilidad en diferenciar aromas de café tostado, según variedad, tipo de remoción de mucílago y defectos fermento y reposo. Se demostró que el sensor es un instrumento muy objetivo para comparación de aromas de café tostado y reconocimiento de defectos con una repetibilidad de más del 83%.

Comparación de aromas de café adicionado con insecticidas. En el sensor de aromas se compararon muestras de café almendra con adición de insecticidas Endosulfán, Lorsbán, Sumition y Fenitotrión y el compuesto 2,4,6 Tricloroanisol. El aroma del café con adición de los insecticidas no fue significativamente diferente entre sí, debido a que todos se diluyen en solventes de olor similar. Los aromas de las muestras de café almendra tratadas con 2,4,6 tricloroanisol se diferenciaron significativamente de

todas las muestras a las que se les adicionó insecticidas y del testigo. Para café tostado se comparó el aroma de café contaminado con los insecticidas mencionados anteriormente entre sí y con el testigo. Tampoco se presentaron diferencias significativas entre sí en el aroma de las muestras contaminadas con los insecticidas. La mayor diferencia, 1,8 se presentó entre Sumition y Thiodan.

Funcionamiento del laboratorio de análisis de calidad del café y panel de catación. Se realizaron 26.056 análisis sensoriales de café: 12.239 de muestras de investigaciones conducidas sobre calidad de variedades de café de Chinchiná, según estado de desarrollo del fruto, calidad de variedades de café de la Sierra Nevada de Santa Marta y defectos de café; 2.215 pruebas triangulares y 2.336 pareadas para entrenamiento del panel de catación y evaluación de la calidad del café, según la variedad y el tipo de remoción del mucílago de café. Además, se efectuaron 12.261 evaluaciones sensoriales de muestras de café de 14 investigaciones de otras disciplinas de Cenicafe de productos, café tostado, café soluble, extractos y moras. Se utilizaron métodos de diferencia y el método descriptivo cuantitativo para calificar y describir la calidad del café. Se atendieron varias visitas de estudiantes, agricultores y personal extranjero en el laboratorio de calidad con conferencias y explicaciones sobre la calidad del café.

Composición química del café. Se destacaron las diferencias entre la composición química de las variedades *Coffea arabica* con respecto al café robusta. Las variables que presentan mayor diferencia son proteína, grasa, cenizas, manganeso y calcio, contenidos que pueden complementar los análisis de diferenciación del café arábica cultivado en Colombia de otras especies como el café robusta, información que puede ser utilizada en evaluación de adulteraciones en café por mezclas.

Contenido de ácidos clorogénicos en el café colombiano. Se determinó el contenido de ácidos clorogénicos en café almendra *Coffea arabica* variedades Colombia fruto rojo, Colombia fruto amarillo, Caturra, Típica, Borbón y café *C. canephora* var. Robusta, en diferentes estados de desarrollo del fruto: verde, pintón, maduro y sobremaduro, con el fin de conocer si hay diferencias en el contenido de

ácidos clorogénicos y contribuir al conocimiento de la composición química de las variedades de café cultivadas en Colombia.

El contenido total de ácidos clorogénicos en café se determinó por el método A.O.A.C 14.025, mediante espectrofotometría a una longitud de onda de 324nm. Se hizo la extracción de 0,7g de muestra seca y desengrasada en agua caliente; la purificación se realizó con acetato de plomo neutro. El contenido total de ácidos clorogénicos en base seca en café varió de 5% al 9%.

El contenido de ácidos clorogénicos en el grano de café maduro varió de 6%, en promedio, para variedad Colombia amarillo, Borbón y Típica, 6,1% para Caturra y 6,4% para Colombia Rojo. El mayor contenido de ácidos clorogénicos se encuentra en el estado verde para todas las variedades con un valor de 6,2 a 7 %, seguido de sobremaduro 6 a 6,7%, maduro 6 a 6,4% y pintón 5,8 a 6,2%. El máximo contenido de ácidos clorogénicos totales lo tuvo la variedad Robusta con un valor promedio para el grano maduro de 8,2%. Se presentaron diferencias estadísticas significativas al 5% (Tukey) para el contenido total de ácidos clorogénicos entre robusta y todas las variedades arábica, independiente del estado de madurez del fruto.

Para la determinación de los ácidos clorogénicos individuales se utilizó cromatografía HPLC. Para la extracción se molió la muestra, se adicionó una solución de 100ml metanol-agua (70-30), sulfito de sodio (0,5) y se agitó a 4°C en la oscuridad. Se utilizaron 2 métodos de purificación: por medio de evaporación del solvente en rotavapor y el tratamiento de los extractos con agente de Carrez. Se evaluaron varios sistemas cromatográficos. En un sistema se usó una columna Shodex-SH1001 con una fase móvil de H_2SO_4 0,01N y acetonitrilo (90/10) en modo isocrático, con el cual se identificaron: 3-CQA, 5-CQA, FA y 2 isómeros de FA. Otro sistema correspondió a la norma DIN 10767 de 1992, con los mejores resultados, empleando una columna C18 (250mmx4.6mm) y como fase móvil de H_3PO_4 10% y acetonitrilo (90/10) en modo gradiente por 90 minutos, con el cual se identificaron diferentes ácidos clorogénicos como: 5-CQA (ácido 5-cafeilquinico) y sus isómeros: 3-CQA y 4-CQA, ácidos dicafeilquinicos (diCQA): 3,4-diCQA, 3,5 diCQA y 4,5-diCQA, ácido FA

(ferulírico), ácido cafeico y ácido o-cumárico. Actualmente se están cuantificando los contenidos de los ácidos clorogénicos individuales en las muestras de café, según la variedad y el estado de desarrollo del fruto.

Estudio microbiológico del café. Se realizaron análisis microbiológicos y de contenido de Ochratoxina A a 62 muestras de café almendra almacenado a diferentes condiciones de temperatura y humedad relativa. Se aislaron mohos de los géneros *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* y algunos mucorales; la importancia de estos análisis radica en que gran cantidad de microorganismos, que por falta de control de la cosecha, el proceso y el almacenamiento, pueden producir defectos en la bebida de café, deteriorando la calidad física, sanitaria y sensorial del café. De 22 de las muestras analizadas se aisló el moho *Aspergillus ochraceus*, el cual es uno de los responsables de la producción de la ochratoxina A, que es una sustancia nefrotóxica y acumulable en el organismo y produce problemas en la calidad sanitaria del café y salud del consumidor. Estos aislamientos se inocularon en medios sintéticos con base de sacarosa 17,5% con el fin de estimular la vía biosintética para la formación de la ochratoxina A, la cual a 365nm produce una fluorescencia verde. A los aislamientos que dieron fluorescencia positiva se les cuantificará la presencia de la ochratoxina A, por el método ochratest, cuyo principio se basa en la utilización de antígenos monoclonales específicos.

TRATAMIENTO Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL BENEFICIO DEL CAFÉ

Evaluación de un sistema para el tratamiento de los lixiviados de pulpa y mucílago producidos en la tecnología Becolsub, STLB. Parte III: Evaluación cosecha principal. QIN 0150. En la Subestación experimental La Catalina de Cenicafe se evaluó un prototipo de sistema para el tratamiento primario de los lixiviados de pulpa y mucílago producidos en la tecnología Becolsub, STLB, utilizando los residuos producidos por un módulo Becolsub₃₀₀₀, que operó con un consumo de agua de 1,2L/kg de café pergamino seco. La evaluación se realizó durante 78 días de la cosecha principal de café de 1999, beneficiando 78.830kg de café cereza, recolección nor-

mal especie *Coffea arabica* L., variedad Colombia. El STLB estuvo conformado por los siguientes componentes: Acondicionador de Pulpa (AP), Unidad de Control de Insolubles (UCI), Lecho de Secado (LS) y Filtro pre-acidificador (FP). La determinación de la Demanda Química de Oxígeno fue el parámetro esencial para evaluar la eficiencia del sistema. Partiendo de una DQO original para los lixiviados de 110.000ppm, se pudo calcular para AP, UCI y FP una remoción acumulada que varió de 0%, 36,4% y 67,04%, respectivamente.

En el sistema STLB se llevaron a cabo las reacciones bioquímicas de hidrólisis y acidificación de los lixiviados producidos en la tecnología Becolsub. Durante su recorrido por el STLB, la DQO de los lixiviados se redujo desde 110.000ppm hasta 36.200ppm, concentración apta para tratamiento secundario y terciario utilizando un Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio, desarrollado en Cenicafé para el tratamiento de las aguas residuales del lavado del café.

Los lixiviados tratados con el STLB mostraron un pH superior a 5 unidades, acorde con lo exigido en el Decreto 1594/84 del Ministerio de Salud.

Con la operación correcta del STLB se consiguió un efluente que no contenía Sólidos Suspendidos Totales, lo que exime el pago de tasas retributivas, consignado, para este parámetro en el Decreto 901/97 del Ministerio del Medio Ambiente.

En términos de contaminación, el STLB redujo el 67,04% de la DQO (73,24% de DBO₅) de los cuales el 54,8% correspondió a la Unidad de Control de Insolubles y el 45,2% al Filtro Preacidificador. **A junio del año 2000, esto corresponde a reducir el pago de tasa retributiva por arroba de café pergamino seco desde \$ 17,56 colombianos hasta \$ 4,70 colombianos.**

El STLB instalado en la subestación La Catalina tuvo un costo de inversión US\$ 1.492. Si se tiene en cuenta una producción anual de 8.000 @ cps para la Subestación La Catalina, se puede calcular una inversión de US \$ 0,19/@ cps. Según el análisis económico realizado para el STLB por la Disciplina de Economía de Cenicafé, la inversión es viable económicamente. **El tiempo de recuperación de la inversión, cuando el valor presente de los ingresos es igual**

a la inversión, se alcanza entre el sexto y séptimo año.

Tratamiento de aguas residuales del beneficio del café a escala de laboratorio. Se experimentó en el laboratorio durante 375 días, alimentando 5 reactores anaerobios de columna, con sustrato ácido, suplementado con nutrimentos, utilizando urea a razón de 10,2g/kg DQO, DAP a razón de 19g/kg DQO y sulfato de amonio a razón de 7g/kg DQO, 4 de ellos operando a 30°C y un testigo a temperatura ambiente. Los reactores se alimentaron a una concentración máxima de sustrato, en términos de DQO, de 8.000ppm para la columna 1, 14.500ppm para la columna 2, 15.000ppm para la columna 3 y 8.500ppm para la columna 4, que han operado a una temperatura de 30°C, y 4.500ppm para la columna 5 que ha operado a temperatura ambiente.

La mayor carga orgánica aplicada se encontró para la columna 3 con un valor de 11,53kg DQO/m³r-d, con un porcentaje de remoción, en términos de DQO, del 81,39% y una eficiencia metanogénica de 0,228 m³CH₄/kg DQO aplicada. A una temperatura de proceso de 30°C, la carga orgánica media aplicada en los reactores de columna, cuando se suplementan las aguas residuales del café, es 3 veces mayor a la encontrada sin suplementación.

Tratamiento de aguas residuales del beneficio del café a escala de planta piloto. Se mantuvo una alimentación continua del reactor de la planta piloto, con una concentración de sustrato de 500ppm y se realizó mantenimiento a todo el sistema de bombeo que conduce las aguas residuales desde el beneficiadero hasta el reactor de la planta. En la planta piloto se tratan las aguas residuales del café provenientes del beneficiadero experimental, contribuyendo a las buenas prácticas de beneficio del café.

Manejo del laboratorio de Biodigestión anaerobia. Durante este período se coordinó el laboratorio de biodigestión anaeróbica, se realizó mantenimiento a equipos y se realizaron análisis para diferentes experimentos de investigaciones ACL0405, IND0512, ING1117, ING1118. Se realizaron entre otros análisis de DQO, DBO, ST, SS, pH, a 120 muestras de agua, para un total de 600 análisis.

Experimento QIN1801: Estudio microbiológico del tratamiento anaerobio de las aguas residuales del proceso

de beneficio húmedo del café. Se logro aislar e identificar 13 géneros de microorganismos que intervienen en el proceso de descontaminación de las aguas residuales del beneficio del café, estos son los *Bacteroides sp*, *Clostridium sp*, *Prevotella sp*, *Capnocytophaga sp*, *Leptotrichia sp*, *Propionibacterium sp*, *Bacillus sp*, *Corynebacterium sp*, *Tissierella sp*, *Lactobacillus sp*, *Fusobacterium sp*, *Veionella sp* y *Porphyromonas sp*, los cuales intervienen en las etapas fermentativas, hidrolíticas y acetoclásticas, degradando la materia orgánica presente en el agua de desecho, utilizándola para la síntesis celular; igualmente se aislaron 4 tipos de microorganismos metanogénicos, los cuales están por identificar. Se tienen en el momento 70 viales rotulados con los microorganismos aislados e identificados, para ser liofilizados y tenerlos en el cepario para ser utilizados en posteriores experimentos.

UTILIZACION Y APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DEL CAFE

Utilización de la biomasa resultante del postratamientos de aguas residuales del beneficio del café, a escala de laboratorio. Los sistemas de postratamiento se evaluaron diariamente durante 375 días y se realizó una caracterización bromatológica y de minerales a la biomasa generada de jacinto de agua, repollo de agua y salvinia acuáticas en el sistema. Se realizaron ensayos de cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre un sustrato compuesto por tallo de jacinto y pulpa de café, encontrándose una eficiencia biológica media del 23,18% y sobre un sustrato compuesto por hoja de *Pistia* y pulpa de café, encontrándose una eficiencia biológica media del 12,39%. La biomasa generada durante el postratamiento de las aguas residuales del café, con plantas acuáticas puede utilizarse como materia prima en la preparación de los sustratos, para el cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus*.

Producción de pectinas a partir de pulpa y mucílago de café. Se realizó una caracterización, en términos de carga orgánica y contenido de aluminio de los efluentes generados en el proceso de obtención de las pectinas y se realizaron los ensayos de degradación anaeróbica, para

estimar la factibilidad de utilizar el tratamiento anaeróbico para la depuración de los mismos. Los efluentes líquidos de la precipitación química de las pectinas con cloruro de aluminio y alcohol etílico mostraron una buena biodegradabilidad por vía anaerobia.

Investigación básica sobre el cultivo de hongos tropicales en residuos agroindustriales de la zona cafetera colombiana. Se realizaron ensayos de cultivo de 4 cepas de *Lentinula edodes* (2 Chinas, L13 y L54 y 2 Coreanas L1-2 y L4055) y de una cepa de *Ganoderma lucidum*, sobre diferentes formulaciones de sustratos, conformados con subproductos del café y se realizó una caracterización bromatológica y de minerales de los subproductos más importantes generados durante las etapas de cultivo, beneficio y tostación del café. La cepa Koreana de *Lentinula edodes* L1-2 y la cepa de *Ganoderma lucidum* mostraron un buen comportamiento en su estado micelial, al ser cultivadas sobre formulaciones con pulpa de café.

También se replicó el cepario de hongos comestibles (24 cepas), en los medios de cultivo PDA y EMA.

Evaluación del tratamiento térmico para el cultivo de la seta comestible *Lentinula edodes* (Shiitake). Se verificó el tratamiento térmico utilizando "Baño María" para el cultivo de la seta comestible *Lentinula edodes*, con el fin de determinar el porcentaje de bolsas no contaminadas que se obtienen utilizando el sistema. Se esterilizaron 517 bolsas, utilizando como sustrato la formulación aserrín de tronco del cafeto y borra de café, y se evaluaron las cepas L-54 y L-13. El tratamiento térmico se realizó durante 8,10 y 12 horas, con bolsas de calibres 1 y 2.

El análisis de varianza mostró efecto del calibre, cepa y tiempo y la prueba de t, al nivel del 5%, corroboró la diferencia a favor de la cepa L-54, tiempo 8 horas y el calibre de bolsa 2, con porcentajes promedio de bolsas no contaminadas del 92,6; 92,8 y 92,9, respectivamente. La proporción de bolsas contaminadas fue menor al 15%. Se observó, que un tiempo superior a de 8 horas de tratamiento térmico dilatan la bolsa calibre 1 y cambian el metabolismo del sustrato, ocasionando pérdidas grandes por contaminación. Tanto materias primas con tratamiento previo, como aquellas que no lo tuvieron, respondieron al sistema de baño maría.

El costo promedio, para el tratamiento térmico de cada bolsa de 1kg, con este sistema, utilizando gas propano como combustible fue de \$ 30.

Medición de las eficiencias biológicas en la producción de la seta comestible *Pleurotus sajor-caju* cultivada sobre un sustrato a partir de película plateada de café. El método incluyó fermentación anaerobia y tratamiento térmico en autoclave, obteniendo mejores resultados con la anaerobiosis. En esta experimentación en la cual se varió la formulación inicial por una mucho más sencilla, utilizando solamente película plateada, cisco de café y carbonato de calcio, se obtuvieron eficiencias biológicas del 56,1%, en promedio.

Los mejores resultados fueron logrados en bolsas con peso de 3kg, con eficiencias biológicas del 61%.

Medición de las eficiencias biológicas del cultivo de la seta comestible *Pleurotus sajor-caju* en los desechos del cultivo de la seta comestible *Lentinula edodes*. El tratamiento térmico utilizado fue el de autoclave a 100°C con descenso inmediato de temperatura. Para esta investigación se utilizaron los residuos del cultivo de la seta *Lentinula edodes* mezclada con un porcentaje un poco menor del 5% de pulpa deshidratada y seca, obteniendo eficiencias biológicas del 35,68%, en promedio, con ninguna bolsa contaminada.

Utilización de la borra de café con y sin suplementar en el cultivo de la seta comestible *Lentinula edodes*. Se buscó utilizar como sustrato para el cultivo de Shiitake borra sola como alternativa para las épocas de escasez de tronco del cafeto. Se realizaron dos ensayos: el primero con borra sola y el segundo con borra suplementada.

El uso de la borra sin suplementar mostró crecimiento de un micelio suave y más lento comparado con la formulación con aserrín. La producción fue escasa con una eficiencia biológica que varió de 7% a 16% y aparición tardía (130 días), pero con buena calidad de la seta. Al suplementar la borra con un 15% de salvado de trigo y 1% de carbonato de calcio, el crecimiento del micelio fue mucho más fuerte y vigoroso, los primordios aparecieron en un tiempo normal de 80 días. La producción apenas comienza a evaluarse.

Cultivo de la seta comestible *Pleurotus sp.* en pequeñas fincas cafeteras. Se participó en la investigación conducida por el Comité Departamental de Cafeteros de Caldas que busca mejorar la calidad de la dieta alimentaria de la familia cafetera, tratando además de realizar un sondeo de la capacidad de los agricultores para incluir este producto en su dieta. La metodología no incluye lugares asépticos para la siembra, sino que se realiza en patios al aire libre, llenando pequeñas bolsas con la mezcla sustrato-inóculo en forma manual. Se encontraron como resultados obtención de la cosecha a los 25 días, con buena calidad, el proceso de cultivo fue muy sencillo y de bajo costo.

Cultivo de la seta comestible *Lentinula edodes* sobre astillas de tronco del cafeto. Buscando simplificar el manejo del tronco del cafeto hasta ahora utilizada como aserrín, se realizaron ensayos con astillas de esta madera combinadas con borra de café, salvado de trigo y carbonato de calcio, obteniendo desarrollo micelial normal y rápido. Debido a la falta de homogeneidad en el material se presentó alto porcentaje de contaminación, pero los tiempos de corrimiento y cambios de coloración en el micelio fueron similares a los de los sustratos que utilizan el aserrín del tronco del cafeto. No se obtuvieron cuerpos fructíferos.

Determinación de Puntos Críticos en el proceso de cultivo y la transferencia de la metodología china en el cultivo del hongo Shiitake en fincas piloto. Durante este período se planeó y escribió la propuesta de investigación. El objetivo de esta investigación es asegurar el éxito en la aplicabilidad de la información técnica, por parte de los cultivadores, generada en el marco del desarrollo del proyecto cultivo de hongos tropicales en subproductos del café. Se determinarán los puntos críticos o los puntos críticos de control de cada uno de los procesos realizados en el cultivo de Shiitake, para que con esta información se puedan tener unos estándares que ayuden a la experimentación de las fincas piloto. Se elaboró una cartilla que servirá de guía para la adopción de la metodología china en las fincas piloto, se realice de una manera ágil y precisa. También se hizo un análisis previo de los tiempos y movimientos involucrados en el proceso de cultivo del hongo comestible Shiitake a escala de laboratorio.

BIOLOGÍA



Cenicafé

Se validó el modelo de simulación matemática de la fotosíntesis del café, mediante la medición del intercambio gaseoso en plantas bajo condiciones de confinamiento y a través del efecto del estrés hídrico sobre la fisiología fotosintética del café. En relación con Mejoramiento Genético se continuó la selección de materiales de café de porte bajo y porte alto, con resistencia a la roya, en diferentes ambientes. La productividad (@ cps/ha-año) varió en los primeros entre 553 y 270 y en los segundos, entre 323 y 133. El tamaño del grano fue superior a 70 % de café supremo. En un muestreo en 1263 fincas de 85 Municipios de 11 Departamentos, se comprobó que la variedad Colombia mantiene su resistencia completa en el 80 % de las plantas y la incompleta en el 17 %. En el área de la Biotecnología, utilizando marcadores moleculares se encontró que de 50 introducciones etíopes de *C. arabica*, el 92% son diferentes de la variedad Caturra. Se hallaron también 39 marcadores genéticos relacionados con resistencia incompleta a Roya, y 37 con susceptibilidad. Estos marcadores facilitarán la selección en el programa de mejoramiento genético. En cuanto a la Llagu Macana causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata*, se identificaron 4 progenies avanzadas de Borbón resistente x Caturra, con moderada y alta resistencia y en el área de control químico se mejoró la eficiencia de aplicación de fungicidas en el control preventivo en zocas de café, usando un diseño basado en el selector de arvenses. Respecto a la Mancha de Hierro, se determinó el efecto del suministro de nutrimentos en almácigo como un factor involucrado en el desarrollo de la enfermedad. En cuanto al uso de micorrizas, la inoculación de semillas con *Glomus manihotis* mostró efectos en una fase posterior a la de germinador. En los estudios relacionados con la broca del café se encontró que su control en el suelo no es factible ni con insecticidas ni a través de prácticas de recolección debido al alto costo de estas labores. En la producción industrial de *Beauveria bassiana* se diseñó una máquina separadora de esporas que mostró ser muy eficiente y que en el futuro puede ser puesta a disposición de la industria. En los estudios de mejoramiento de *B. bassiana* para obtener aislamientos más virulentos se destacan los avances a través de ingeniería genética de la producción de cepas con genes de otros hongos que pueden incrementar su actividad. Las actividades sobre Investigación Participativa con Agricultores que se desarrollan con unos 110 cafeteros de los Departamentos del Quindío, Caldas y Risaralda, han mostrado cómo los cafeteros adoptan eficientemente las recomendaciones del MIB.

ENTOMOLOGIA

Colección e identificación de la fauna de artrópodos plagas y benéficos de la zona cafetera colombiana. Para contribuir al conocimiento de la fauna de artrópodos de la zona cafetera, en Cenicafé se vienen adelantando actividades en la colección y curaduría de insectos de importancia económica. En el año 2000 se procesaron en total 3600 especímenes de 300 especies, la gran mayoría no identificadas. De estas 300 especies el 27% corresponden a insectos parasitoides, el 13% a polinizadores, el 5% a depredadores, el 3% a descomponedores de materia orgánica, y del 52% restante hacen parte los insectos de hábitos fitófagos, que en un mayor o menor grado afectan los cultivos de la zona. Adicional al proceso de curaduría, se está realizando el registro de especies de insectos capturadas con una trampa de luz negra, con el fin de determinar especies presentes en la zona cafetera, distribución en el tiempo y fluctuación de las poblaciones de acuerdo a la precipitación. Hasta el momento se tienen 400 registros de mariposas nocturnas, algunas de importancia económica y 18 especies de Coleoptera: Melolonthidae, estas últimas se inocularon con los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae* para evaluar su susceptibilidad. De este experimento se obtuvo que de diez géneros inoculados se encontró ataque en siete con *B. bassiana* y uno con *M. anisopliae*. De los insectos que llegan a la colección para identificación se registraron 28 aislamientos de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium* sp. y *Paecilomyces* sp. Estos hongos atacan en forma natural los diferentes estados de desarrollo de muchos insectos.

En la colección de insectos vivos que se vienen desarrollando, se incrementó el número de especies de mariposas en 24 que sumadas a las 13 estudiadas anteriormente se completan 37, a las cuales se les ha registrado la planta hospedante, aspectos de biología, hábitos, comportamiento, duración en cautiverio, enemigos naturales y ciclo de vida (seis ciclos). Adicionalmente, se han registrado las características agronómicas de las plantas hospedantes de las mariposas criadas y de las plantas nectaríferas de las cuales ellas se alimentan. Hasta el momento se tiene información correspondiente a 52 especies distribuidas en 12 familias; estas plantas están en proceso de identifica-

ción. Con la información obtenida de la cría de mariposas se publicó un avance técnico y un póster.

En cuanto a la transferencia de tecnología, en la Colección de artrópodos se atendieron 278 personas distribuidas en 49 visitas y siete consultas de tipo técnico. Como programa de apoyo se ha colaborado con los proyectos Ent 0303 «Investigación participativa con agricultores en relación con el MIP» y «Evaluación fitosanitaria de cinco variedades de *Macadamia integrifolia*» ETI-09-05.

Ciclo de vida de *Athesis* sp (Lepidoptera: Ithomiidae) mariposa de la penumbra. Las mariposas son un grupo de insectos que cada día cobran más interés por su utilidad en investigaciones de impacto ambiental. Tienen las características de poderse visualizar fácilmente, desarrollar crías en laboratorio y han sido objeto de estudios taxonómicos. *Athesis* sp (Lepidoptera: Ithomiidae) denominada la mariposa de la penumbra, se alimenta de una solanácea llamada gallineto. Es una especie común en Cenicafé "La Granja". El ciclo de vida de huevo a adulto tuvo una duración en promedio, de $31,0 \pm 1,3$ días. El estado de huevo, larva, pupa y adulto tuvieron una duración de $4,8 \pm 1,0$; $16,3 \pm 2,8$, $7,2 \pm 0,5$ y $2,0 \pm 0,5$ días, respectivamente. Los huevos son pequeños con estrías de tono blanco-crema y son depositados en el envés de las hojas. La larva es de negra a gris, con apariencia grasosa y tiene forma de C. la pupa es pequeña, mide $11,8 \pm 1,1$ cm de longitud y $6,6 \pm 0,7$ cm de ancho, en promedio. Son de color metálico con visos verdes, amarillos o bronce. El adulto es de color amarillo y presentan en las hembras una envergadura alar de $4,98 \pm 0,43$ cm mientras que en el macho es de $4,07 \pm 0,38$ cm. No se conoce la presencia de enemigos naturales y es posible reproducirla en cautiverio.

Identificación y evaluación del daño de babosas en café en la finca Mónaco de Pereira, Risaralda. Se identificó a la babosa *Veronicella* sp como el agente causante del daño denominado anillado del tallo, el cual ocurre en árboles de café de nuevas siembras. El daño se presenta en plantas jóvenes y alcanza nivel de daño económico porque llega a afectar el 30% de las plantas. Este daño, que consiste en la remoción de la corteza y que llega a causar la muerte de la planta, retarda el desarrollo y crecimiento y por tanto, afecta la producción. Adicionalmente, si las plantas mueren

y se requiere remplazarlas hay sobre-costos por las actividades de resiembra. El ataque de este organismo se ha intensificado en los últimos años y la razón más probable es el exceso de lluvia que estimula y favorece la supervivencia de estos organismos en el medio. Otro factor que favorece la ocurrencia del daño, está relacionado con las prácticas agronómicas antes y después de la siembra, cuando se limpia o se controlan malezas drásticamente, ya que con ello se elimina el alimento que encuentran en las plantas de cobertura y por ende, atacan el café. Las babosas están presentes en todos los cafetales y allí se alimentan de materia orgánica como hojarasca y de plantas arvenses.

Evaluación nocturna de la actividad de las babosas en un cultivo de café. Se evaluó la actividad nocturna de la babosa *Veronicella* sp en la finca Mónaco, en Pereira, el día 21 de septiembre de 2000 utilizando trampas y observando la preferencia por sitios de refugio y las plantas de cobertura que buscan para alimentarse. Se complementó con observaciones generales de campo sobre daño al cultivo del café. Se prepararon seis trampas con materiales conseguidos por fuera de la finca y con recursos obtenidos en la finca para evaluar la captura de la babosa.

En todas las trampas hubo capturas. La trampa que presentó mayor atracción fue la preparada con hojas de plátano.

Ésta es promisorio porque, adicional a que capturó el mayor número de babosas presenta ventajas como el bajo costo, la babosa prefiere alimentarse de hojas secas de plátano, brinda refugio y las babosas permanecen en ella lo cual facilita la posibilidad de recoger manualmente o complementar el control aplicando un cebo tóxico. Respecto a las plantas de cobertura, se revisaron 18 especies de arvenses y se constató que las babosas se alimentan de 10 de ellas, entre las cuales se puede afirmar que prefieren la mostacilla, la acedera, el trébol, el totumo y la verbena blanca. Se encontró en todos los árboles del lote un daño del 15%. El tipo de anillado o daño puede variar de completo (73,3%), medio (3,3%) y parcial (23,3%), teniendo los árboles de anillado completo una alta probabilidad de morir. La altura a la que se presenta la herida varía entre 1,0 a 10cm con un promedio de $1,9 \pm 1,5$ cm. El ancho de la herida también es variable. Presentó un intervalo de 0,5 a 6,0cm con un promedio de $2,5 \pm 1,1$ cm. Los lotes con ataque de babosas presentan alta desuniformidad en

desarrollo y crecimiento, respecto a lotes con bajo o ningún tipo de daño.

Evaluación de marquesinas para el control de la broca del café. El estudio se desarrolló en la Subestación Experimental "La Catalina" y tuvo como finalidad evaluar dos modificaciones a la marquesina campesina tradicional ó secador parabólico. Se evaluó la altura de escape de la broca en las marquesinas y se comparó el efecto de las modificaciones sobre la mortalidad, ausencia y supervivencia de los estados de broca en los granos, al final del proceso. Además, se realizó un seguimiento de la temperatura y la humedad interna de las marquesinas. Se construyeron 18 marquesinas de 8 m², correspondientes a 2 tratamientos y un testigo (6 repeticiones), distribuidas aleatoriamente. Los tratamientos fueron: T1, marquesina con extremos y bordes laterales cubiertos con muselina o tul; T2, marquesina con extremos cubiertos con plástico y bordes laterales cubiertos con muselina y T3, testigo. Se encontró que el escape de adultos no está relacionado con la altura, sino con la percepción de corrientes internas de aire. El porcentaje de mortalidad (42,3%) y el porcentaje de ausencia de estados (57,6%), fueron los más altos en el tratamiento 1, al evaluar café infestado del campo. En el café infestado artificialmente, ninguna variable presentó diferencias estadísticas entre tratamientos. El proceso de secado causó entre el 96,91 y el 100% de mortalidad de estados en las marquesinas modificadas. Se encontró que, pese al incremento de la temperatura interna no hubo aumentos en la temperatura del grano ni diferencias en el porcentaje diario de humedad, por lo que es posible controlar los procesos de escape, sin alterar el proceso de secado y sin afectar la calidad física del grano.

Predación sobre *Hypothenemus hampei* de las hormigas *Solenopsis* spp, *Pheidole* spp. y *Dorymyrmex* spp. durante el secado del café. El estudio se desarrolló en la Subestación Experimental "La Catalina" y tuvo como finalidad evaluar la capacidad predatora de las hormigas *Solenopsis*, *Dorymyrmex*, *Pheidole* y *Micocepeuros*, presentes en el secado en secadores parabólicos ó marquesinas modificadas. Se evaluó la predación y la captura de estados vivos y muertos de broca, para lo cual se construyeron 18 marquesinas tipo parabólico de 8m², para estudiar el escape de la broca, correspondientes a dos tratamientos y un testigo, cada uno con seis repeticiones y

distribuidos mediante un diseño completamente aleatorio. Los tratamientos fueron: T1, marquesina con extremos y bordes laterales cubiertos con muselina o tul de 1 x 2mm; T2, marquesina con extremos cubiertos con plástico y bordes laterales cubiertos con muselina y T3, testigo, marquesina con extremos y bordes laterales totalmente descubiertos. En cada marquesina se colocaron en canastillas 500g de café brocado artificialmente (100% de infestación), rodeado con grasa en los tratamientos y a libre paso de las hormigas en los testigos. Se encontró que las hormigas predaron para los tratamientos 2 y 1 durante el proceso, entre 13043 y 14627 estados, correspondientes al 6,74% y 7,22% respectivamente, del total de estados vivos iniciales. Del total de estados predados entre un 97,45% y un 97,52% correspondieron a adultos, por tanto se concluye que estas hormigas, juegan un papel importante en las fincas reduciendo las poblaciones de la broca.

Pruebas de compatibilidad de la mezcla de insecticidas y fungicidas para el control químico de la broca y la roya del cafeto. Con el objeto de obtener información sobre la eficacia biológica de los productos químicos, su compatibilidad y la realización de una aplicación para el control de dos problemas fitosanitarios en el cultivo del café, se evaluaron cuatro insecticidas y cuatro fungicidas, mezclados simultáneamente, en tres experimentos en la granja de Cenicafé, Chinchiná y la Subestación Experimental Paraguaicito en el Quindío. Se realizó una prueba de compatibilidad física y con las mezclas que mostraron una proporción de volumen precipitado igual a cero, se adelantó una para determinar su acción protectora y curativa en el control de *Hemileia vastatrix* con plántulas de var. Caturra de 6 meses de edad. Finalmente, con los tratamientos que mostraron mejor comportamiento se realizó una prueba de eficacia sobre el control de *Hypothenemus hampei*. La eficacia se evaluó observando la mortalidad 3 y 8 días después de la infestación en mangas entomológicas. Se encontró que las mezclas de los insecticidas: Actellic 50 E.C., Lorsban 4 E.C. y Sumithion 50 E.C. y Thiodan 35 C.E. con los fungicidas: Alto 100 S.L., Bayleton 25 S.C., Anvil 5 C.E., obtuvieron la mejor estabilidad física (no mostraron precipitación), presentando un pH entre 6,0 y 7,2. Se destacó que los insecticidas no inhiben la acción protectora y curativa de los fungicidas en el control de la broca, deteniendo el

desarrollo de lesiones y su esporulación. Tampoco se encontró que los fungicidas inhiban la acción de los insecticidas en el control de la broca mostrando una eficacia entre el 80% y 100%. Se concluye que para fines prácticos se pueden realizar mezclas de insecticidas y fungicidas aquí evaluados.

Investigación participativa con caficultores en el manejo integrado de la broca del café. Dentro del marco de la Investigación Participativa con Agricultores, se ha continuado trabajando en 120 fincas, en su mayoría de pequeños caficultores de Caldas, Quindío y Risaralda, quienes participan del proceso de evaluación de alternativas en el manejo integrado de la broca del café. Uno de los aspectos relevantes en el proceso de la Investigación Participativa, es el hecho de darle la oportunidad a los caficultores para que realicen sus propias evaluaciones en sus fincas y compartan los resultados entre ellos a través de reuniones veredales, talleres, giras y encuentros de caficultores experimentadores, observándose mayor apropiación y entendimiento de las innovaciones tecnológicas que han evaluado, elevando la autoestima de los caficultores, generando espacios para trabajar en grupo, facilitando la autogestión de actividades en beneficio de las veredas y haciendo que los caficultores se sientan importantes, ya que sus comentarios son tenidos en cuenta.

Una de las dificultades del proceso es la interrupción de algunas evaluaciones por parte de los caficultores, ya que ellos no están acostumbrados a tomar registros continuamente; esto dificulta el análisis de resultados al faltar datos. Sin embargo, los caficultores han estado observando la necesidad de mejorar la toma de datos de campo y se han dado cuenta que la investigación se soporta en la continuidad y repetición de las evaluaciones. Los caficultores han manifestado su interés en participar en 19 diferentes estudios de caso, los cuales se están desarrollando en sus fincas. Se han finalizado 6 estudios de caso, otros 8 están en proceso de ejecución y análisis parcial de resultados y los 5 restantes están en proceso de montaje y evaluación de campo.

Evaluación de empaques de recolección para evitar escapes de broca. Los caficultores adaptaron una caneca plástica con una tapa plástica impregnada de grasa para atrapar las brocas durante la labor de recolección. En la

caneca se capturaron 4.208 adultos de broca en 2.306 kilogramos de café cereza recolectado (1,8 insectos/kg de café); en las bolsas plásticas las capturas fueron de 8.993 brocas en 2.760kg de café cereza (3 insectos/kg cosechado) y para el empaque testigo (estopa de fibra amarrada) las capturas en la trampa fueron de 5.839 adultos de *H. hampei* en 2.620kg de café (2 brocas/kg de café). El porcentaje de frutos infestados en todos los lotes fue inferior al 3%. Comentarios de los caficultores: "No basta con amarrar las bolsas en el lote, la broca sigue saliendo", "La caneca y la bolsa plástica ubicada dentro del empaque tradicional son soluciones económicas y sencillas para no dejar escapar la broca", "Al principio fue un poquito complicado contar las broquitas, porque eran muchas y muy pequeñas, además estar tomando datos casi diario y en cosecha es más trabajo, pero cómo queríamos demostrar que funcionaba, no había otro camino".

Manejo de la broca en lotes renovados por zoca. Caficultores del Quindío evaluaron la eficiencia de los árboles trampa y la aplicación al suelo del hongo *Beauveria bassiana* en lotes renovados por zoca. En las fincas "Villa Holguín" y "La Palmita" los niveles de infestación de broca en los árboles trampa, presentaron valores promedios de 51 y 16% en los lotes testigos, frente a 34,5 y 10% en los lotes con aplicación de hongo, respectivamente. Los lotes productivos de café vecinos presentaron infestaciones inferiores a 2,3%, en promedio. La incidencia de *B. bassiana* se observó en los árboles trampa de los lotes, con valores entre 1,5 a 35%. Los caficultores comprobaron la función de los árboles trampa como una barrera física que evita el incremento de los niveles de broca en lotes de café vecinos. Algunos comentarios fueron: "Los árboles trampa son una buena medida de control de broca en los lotes renovados por zoca", "es mucha la broca que se ve en los árboles trampa", "cada vez que se tumba un lote del cafetal hay que dejar los surcos trampas", "el hongo ayuda a matar la broca que sale de los frutos del suelo".

Evaluación participativa del plan de muestreo "EBEL" con los caficultores. Participaron 32 caficultores de los cuales el 28% hizo más de 5 evaluaciones de infestación de broca en su lote utilizando el plan EBEL. En Risaralda varios caficultores hicieron 14 evaluaciones. Se realizaron 151 evaluaciones, en 123 se llevaron los registros del

porcentaje de infestación en café almendra, correspondiente al 81,4% de las evaluaciones de campo. El 71% de los casos estuvo por debajo del límite superior para la infestación en café almendra dada por el plan EBEL. Comentarios: "Se requiere tener lotes tecnificados, lo cual facilita el recorrido y aplicación del plan", "No se necesita hacer cuentas para saber con cuánta broca vendemos el café", "Se identifican fácilmente los focos de broca", "La tabla tiene muchas columnas, esto hace que uno se confunda", "Se gasta mucho tiempo y se cansa mucho haciendo la evaluación".

Eficacia de insecticidas de baja toxicidad aplicados a los frutos caídos al suelo para el control de la broca del café.

Este estudio evaluó el efecto que tiene la aplicación de insecticidas de baja toxicidad y *Beauveria bassiana* a los frutos brocados presentes en el suelo después de la cosecha. Durante la cosecha de mitaca y la cosecha principal se seleccionó un lote de café variedad Colombia, con tres años de edad, sembrado a 2m x 1m y se eligieron aleatoriamente 78 árboles a los cuales se les retiraron todos los frutos brocados, dejando sólo frutos verdes sanos y se cubrió con una jaula entomológica para evitar el ingreso y/o escape de broca. En el plato del árbol se depositaron 500 frutos brocados sobre los cuales se asperjaron los tratamientos: fenitrothion, malathion, pirimifos metil, cada uno de ellos en dosis de 1,0; 1,5 y 2,0 litros/hectárea (L/ha), y *B. bassiana* en dosis de 5×10^8 , 1×10^9 y 5×10^9 esporas/árbol (e/a).

Se evaluaron las variables: tasa diaria de infestación en el árbol, porcentaje de brocas muertas en los frutos del suelo y porcentaje de brocas muertas en los frutos del árbol al finalizar el experimento. Se registraron datos de infestación y mortalidad a los 8, 15, 22, 53, 83, 114 días después de la aspersión de los tratamientos (DDAT) para ambas cosechas. Los resultados indican que para la cosecha de mitaca la infestación en el árbol no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos; la tasa diaria de infestación osciló entre 0,22% y 0,48%. Para la cosecha principal se presentaron diferencias estadísticas significativas 22 DDAT a favor del tratamiento pirimifos metil el cual presentó una infestación de 56,92% frente a malathion 1,5L/ha con 87,73% de infestación y el testigo 87,71%, respectivamente. La tasa diaria de infestación de todos los tratamientos en esta cosecha varió entre 0,27% y 0,57%.

Para la mortalidad de broca en frutos del suelo en la cosecha de mitaca, se presentaron diferencias significativas (Tukey 5%) a los 22 DDAT entre pirimifos metil en dosis de 1,5L/ha y malathion 1,5L/ha, los cuales mostraron porcentajes de mortalidad de 73,17% y 36,05%, respectivamente. Para la cosecha principal se presentaron diferencias 15 DDAT entre pirimifos metil 1,5L/ha, malathion 2,0L/ha y 1,5L/ha con 40,03, 15, 16 y 13,62% de mortalidad, respectivamente.

En las dos cosechas, no se encontraron diferencias en la mortalidad de broca en frutos en el árbol (al finalizar las evaluaciones). En la cosecha de mitaca el tratamiento con *B. bassiana* en dosis de 5×10^9 e/a, presentó una mortalidad de 39,69%, mientras que el tratamiento pirimifos metil 1,0L/ha presentó una mortalidad de 19,20%. Estos porcentajes para la CP fueron más bajos respecto a la cosecha de mitaca, los cuales oscilaron entre 25,94% y 6,09% para el testigo y malathion 1,0L/ha, respectivamente.

Los tratamientos con productos químicos y los tratamientos con el hongo, no mostraron diferencias respecto al testigo. El porcentaje de mortalidad de adultos en los frutos caídos al suelo se incrementó a través de las evaluaciones, pero no hubo diferencias entre los tratamientos y el testigo en ambas cosechas. De acuerdo con los resultados y bajo las condiciones del experimento, se concluye que el uso de insecticidas químicos de baja toxicidad y *B. Bassiana* asperjado a los frutos brocados del suelo, no son eficientes para detener la infestación en la parte aérea del árbol, dadas la alta infestación y la alta precipitación que ocurrieron durante la investigación.

Evaluación de efecto *Phymastichus coffea* sobre adultos de broca, en tres altitudes diferentes. La duración del ciclo completo desde huevo hasta adulto de *P. coffea* fue de 45, 52 y 60 días en las localidades de Viterbo a 1200m de altitud, Quimbaya a 1400m y Santa Rosa de Cabal a 1800m, respectivamente. Lo anterior está relacionado directamente con la temperatura. La duración del ciclo fue más lento para las condiciones de Santa Rosa que en las otras localidades, debido a que en ese lugar la temperatura, en promedio, que se presentó fue más baja (19,32°C), frente a Quimbaya con (21,5°C) y Viterbo con (22,8°C). El parasitismo en las tres localidades presentó

al inicio, niveles próximos al 90%. Sin embargo, ese porcentaje de parasitismo fue "enmascarado" debido a la presencia del hongo *Beauveria bassiana*, sobre las brocas ya parasitadas. Esta condición no fue desfavorable para el agricultor, ya que cuando sumados los dos efectos (avispa y hongo), los niveles de control biológico sobre la broca son altos. Estos niveles fueron en promedio de 85% para el caso de Santa Rosa, y de 78% para el caso de Quimbaya y Viterbo.

Investigación participativa con caficultores en relación con el manejo de la broca del café, en el proceso de beneficio. Bajo el esquema de Investigación Participativa con caficultores para el manejo integrado de la broca del café se llevó a cabo un diagnóstico participativo en nueve veredas de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, en el cual se estableció que menos del 7% de los caficultores realizaban alguna medida de control de broca en el proceso de beneficio del café. Por tal motivo, se planteó con los caficultores evaluar y cuantificar el escape de broca en el beneficio durante la cosecha principal de 1998. Se adecuaron las tolvas de recibo de café cereza y las fosas de almacenamiento de la pulpa, utilizando tapas de plástico impregnadas de grasa; se demarcaron unas áreas de 0,2 x 0,2m con el propósito de contar diariamente los adultos de broca que escapaban del café recolectado, se estimó la cantidad de brocas capturadas por metro cuadrado y se consideraron los costos del dispositivo.

Se construyeron 45 tapas para tolvas, que corresponden al 72% de las fincas que poseen tolva de recibo de café cereza. El área de las tapas en promedio fue de 3m². Los caficultores realizaron 903 evaluaciones con un promedio 20 evaluaciones por caficultor y la cantidad de brocas capturadas fue de 949.723 con promedio de 7.714 brocas por metro cuadrado. Los costos totales de la elaboración de las tapas plásticas para las tolvas, teniendo en cuenta los materiales y la mano de obra, fueron en promedio de \$10.269 por dispositivo. Al sumar los valores de capturas a través del tiempo, el grupo de caficultores comprobó la importancia de adoptar una medida de control en ésta fase del proceso de beneficio.

Algunos de los comentarios de los caficultores sobre la tecnología evaluada fueron: "Las tapas plásticas son muy útiles para atrapar broca, son muy baratas y evitan el regreso

de la broca al cafetal, la cual vuelve a dañar el grano de la otra cosecha”, “Es esencial para el control de la broca”, “Son muy buenas para atrapar brocas”, “Las tapas mata-broca son un buen invento”.

Cambio en la adopción del manejo integrado de la broca del café, mediante metodologías participativas. Con el fin de conocer el impacto del proyecto de investigación participativa adelantado por la disciplina de entomología de Cenicafé, en veredas de nueve municipios de los departamentos del eje cafetero, se realizó durante el primer trimestre del 2000 una actualización del diagnóstico sobre la visión de los pequeños caficultores (involucrados en el proyecto) del manejo integrado de la broca del café. Se practicó una encuesta formal a 97 pequeños caficultores de las veredas objeto del trabajo participativo, para conocer como estaban abordando el tema broca del café y si existían cambios de actitud en el tema, con respecto al inicio del programa 18 meses atrás. En general, la encuesta pretendía conocer que tan claros eran los conocimientos de los caficultores en el manejo integrado de la plaga y conocer si los estaban llevando a la práctica. Los resultados permitieron observar en los diferentes componentes del MIB que 42% de los caficultores utilizaban insecticidas químicos, previa evaluación de la infestación en campo y su aplicación realizada por focos, en contraste con el 80% de caficultores que hacían uso generalizado de insecticidas químicos, 18 meses atrás; 80% de los caficultores llevaban a cabo evaluaciones de campo, incremento importante frente a 15% registrado inicialmente. En cuanto a labores de control de broca en el beneficio, 82% de los integrantes de los grupos adoptaron medidas en esta fase, superando el 7% que inicialmente lo hacía. El conocimiento y utilización del control biológico (hongo y parasitoides), pasó de 17% a 81% en igual lapso de tiempo. Trabajos en donde los caficultores, “aprenden haciendo” el porqué de las cosas, aumentan su autoestima, su grado de participación y permiten la generación de ideas.

Efecto de cafeína en dieta merídica sobre la reproducción de la broca del café. La cafeína es uno de los alcaloides más importantes del café y es determinante en su calidad organoléptica y estimulante. Debido a que en los residuos de la alimentación de la broca se ha detectado la presencia de producto descafeinado, se cree que la broca utiliza la cafeína. La inclusión de cafeína en la dieta para cría de la

broca del café podría inducir a un aumento en la capacidad de oviposición y reproducción. Por esta razón se realizaron preparaciones de dieta merídica en las cuales se incluyó cafeína al 10% del contenido de café. El objetivo fue evaluar el efecto de la cafeína sobre la reproducción de la broca del café, para lo cual se hicieron dos experimentos. En el primero se evaluaron las dietas: D200 y MGON con y sin adición de cafeína; cada tratamiento con seis repeticiones y cada repetición compuesta por una caja multipozo. En cada pozo se colocó como unidad experimental un pellet de dieta. La infestación se realizó con dos brocas por pellet de dieta, se utilizaron brocas adultas desinfectadas con hipoclorito de sodio diluido al 0,5% por 10 minutos. Las evaluaciones se realizaron a los 40 días. La mayor producción promedio de estados biológicos por pellet la presentó la dieta D200 con y sin cafeína, mientras la dieta Mgon con y sin cafeína, presentó una menor producción de estados biológicos. Las dietas con adición de cafeína no presentaron diferencias estadísticas significativas con respecto a las dietas sin adición de cafeína. El análisis estadístico mostró diferencias significativas en favor de la dieta D200, obteniéndose una mayor promedio de producción de estados biológicos por pellet; sin embargo, con las dos dietas no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos con y sin cafeína.

Para el segundo experimento se utilizaron tres dietas: D200, Mgon y la dieta Cenibroca, con y sin adición de cafeína, siguiendo el mismo proceso del anterior experimento. El análisis estadístico en este experimento ratificó los resultados previos de que la cafeína no tuvo influencias en la reproducción de la broca.

Colonización de *Heterospilus coffeicola* en Africa. Durante este año se llevaron a cabo trabajos de investigación en Uganda, Africa con el predador de huevos *Heterospilus coffeicola*. Se buscó desarrollar una metodología para la cría en laboratorio. Para ello fue necesario el estudio de la biología y hábitos de este enemigo natural. Los trabajos se hicieron en conjunto con el Dr. Sean Murphy de CABI Bioscience. El financiamiento del estudio ha estado a cargo del U.S.D.A

Para iniciar los trabajos de laboratorio y campo se estableció un pie de cría de broca, usando para ello grano cereza, maduro, sobremaduro y seco infestado en el campo, el cual

se colocó dentro de un armario metálico cubierto con tela. Diariamente a las 8 a.m se remojó el grano para favorecer la emergencia de la broca. Con la ayuda de lámparas y de 2 fogones se incremento la temperatura. Los adultos emergidos se colectaron por medio de un aspirador manual. Para obtener los adultos del bracónido se construyeron 5 cajones de madera, dentro de los cuales se colocó grano pintón y maduro. Durante todo el día se colectaban los adultos emergidos por medio de un aspirador. El resultado más importante como producto del estudio, es haber podido establecer una metodología para tener un pie de cría de *H. coffeicola*. A través del estudio se pudo comprobar que la maduración de los huevos es la mayor limitante para establecer la cría en laboratorio. Como posibles factores para que esto suceda se sugiere las condiciones de humedad y temperatura. De acuerdo con lo anterior, se examinaron adultos hembras de la avispa colectados en campo y se observó claramente que los huevos en éstas se encontraban plenamente formados. Para evaluar la reproducción de las avispas en el campo se elaboraron 3 canastillas en malla metálica en forma de triángulo y dentro de ellas se colocaron 15 cerezas de café con 4 días de infestadas en el laboratorio y luego se llevaron al campo, donde se ubicaron en la parte externa de los árboles. A las 24 y 48 horas se colectaron los frutos y se disecaron para evaluar la presencia de huevos. Los porcentajes de frutos con huevos de *H. coffeicola* en cada canastilla fueron: 95, 45, y 70%. El estudio se repitió con 5 canastillas lográndose los mismos resultados. Esto demuestra que es posible criar esta avispa en el campo, mientras se comprueba el efecto de la temperatura y la humedad sobre la maduración de los huevos, con lo cual se podría criar también en condiciones de laboratorio.

Estudios con *Phymastichus coffea*. Las pruebas de atracción del parasitoide *P. coffea* a los extractos de *H. hampei* no mostraron ninguna tendencia del parasitoide hacia alguno de ellos. Los estudios sobre la biología de *P. coffea* permitieron registrar su potencial productivo. La capacidad de oviposición alcanzada fue de 43 huevos, observándose 11 más bien desarrollados en los ovaríolos. El promedio de huevos por broca fue de 1,9. Se registraron 4 huevos en un solo hospedante colocados por una hembra. Los huevos son colocados en todos los casos en el abdomen de la broca. El período de preoviposición es de 1 minuto. Las hembras maduran sus huevos en su fase de adultos mientras

están en su hospedante antes de la emergencia de la broca donde cumplieron su ciclo. La cópula puede ocurrir dentro del hospedante, durante el tiempo que tarda la hembra para hacer el orificio de salida. La introducción de *P. coffea* en los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, ha permitido establecer el parasitoide en todos los municipios donde se ha liberado.

Evaluación de tres formulaciones de *Beauveria bassiana* en la regulación de poblaciones de broca del café en frutos caídos al suelo. Se evaluaron las formulaciones granulada, emulsionable y artesanal de *B. bassiana* en dos dosis, en cuanto a la regulación del daño causado por la broca que queda en el suelo después de la cosecha principal. Se hizo esta investigación en la Estación Central "Naranjal" de Cenicafé. La parcela experimental la constituyeron 9 plantas. Antes de las aplicaciones, la planta central de cada parcela (unidad experimental), se cubrió con una jaula entomológica y se retiraron todos los frutos brocados tanto de la planta como del suelo, dejando solo frutos verdes sanos en la parte aérea y en el suelo solo hojarasca. Se colocaron 350 frutos brocados en el plato de cada planta e inmediatamente se aplicaron los tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial $3 \times 2 + 1$ (tres formulaciones, dos concentraciones y un testigo), con seis repeticiones. Al mes de aplicados los tratamientos, se registró el número de frutos perforados por broca en 10 ramas de la unidad experimental y en ellos, los adultos que presentaron infección por *B. bassiana*.

El promedio de infección del testigo fue menor estadísticamente al promedio de infección de los tratamientos, según prueba de contraste al 5%. El análisis de varianza con la variable infección mostró efecto de la interacción y la prueba de contraste, al 5%, mostró diferencias a favor de la formulación granulada en las dos dosis y en la dosis más alta de la formulación artesanal.

De estos tratamientos, la formulación granulada ofrece mayor ventaja para la aplicación al suelo porque no se requiere agua, hay mayor residualidad y mayor permanencia de las esporas en la superficie en épocas lluviosas evitando la lixiviación. Es importante mencionar que durante el desarrollo de la investigación no se encontraron insectos diferentes a la broca afectados por las aplicaciones de *B. bassiana*.

Compatibilidad *in vitro* de *B. bassiana* con fertilizantes inorgánicos. La compatibilidad entre las diversas prácticas agronómicas en el cultivo del café es un factor fundamental para establecer la conveniencia en la adopción de nuevas tecnologías y su afinidad con las ya establecidas. El objetivo del presente trabajo fue conocer la dinámica de *B. bassiana* en presencia de los fertilizantes más utilizados en la industria cafetera. Se evaluó *in vitro*, la compatibilidad de *B. bassiana* con Urea (U), Cloruro de Potasio (KCl), Sulfato de Magnesio ($MgSO_4$), Oxido de Magnesio (MgO), Superfosfato triple (SFT) y Cal dolomítica (CD) en concentraciones 1g, 5g, 10g y 24g en 100ml de agua destilada estéril (p/v) por fertilizante. En cada concentración de fertilizante se inoculó 1ml de una solución conidial [1×10^6 esp/ml] de *B. bassiana*. Las mezclas se homogeneizaron y se inocularon alícuotas de 5 microlitros en medio de cultivo para hongos incubando a $23^\circ C$ en condiciones de fotoperíodo y observando el crecimiento radial durante 22 días. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por concentración, por fertilizante. La compatibilidad se expresó en milímetros de diámetro de la colonia del hongo formada en cada una de las concentraciones frente a su crecimiento sin ningún fertilizante. Los resultados indicaron que el crecimiento radial del hongo depende directamente del fertilizante y de la concentración evaluada. *B. bassiana* en MgO 24g/100 y KCl 10g/100 presentó las mayores tasas diarias de crecimiento radial: 6,9mm y 6,8mm, respectivamente, siendo iguales estadísticamente. Con úrea a 10g/100 el hongo presentó la menor tasa de crecimiento: 4,4mm y difirió de los tratamientos anteriores. El testigo mostró un crecimiento menor de *B. bassiana* con relación a los tratamientos MgO 24g/100 y KCl 10g/100, con una tasa diaria de crecimiento de 4,5mm, igual estadísticamente al tratamiento U 10g/100. El crecimiento del hongo en SFT 5g/100, SFT 10g/100 y SFT 24g/100 fue nulo y solo SFT 1g/100 permitió su crecimiento a una tasa de 5,1mm, igual estadísticamente al testigo y U 10g/100. El mayor crecimiento radial alcanzado en los tratamientos MgO 24g/100 y KCl 10g/100 al finalizar la evaluación fue de 51mm y 50mm, y el crecimiento en U 10g/100 y el testigo fue de 30mm y 34mm, respectivamente. Se concluye que los fertilizantes evaluados son compatibles con *B. bassiana*, excepto SFT en concentraciones mayores que 1g/100, que permite eventualmente usarlos simultáneamente en un programa de manejo integrado.

Caracterización molecular de aislamientos de *Beauveria bassiana*. Cenicafé posee una colección de cepas de *B. bassiana* que han sido colectadas en diferentes regiones, provenientes de diversos hospedantes de distintos ordenes y que presentan patogenicidad sobre broca. Dada la baja variabilidad fenotípica, la caracterización molecular de estas cepas puede entregar información muy importante sobre la variación natural y estructura de la población, así como la posibilidad de identificar aislamientos individuales que sean susceptibles a seguimiento como agentes biocontroladores. Hasta el momento se han caracterizado molecularmente 95 aislamientos de *B. bassiana* utilizando las técnicas RAPD-PCR y PCR – RFLP sobre los I.T.S. del ADNr. Los resultados con los RAPD – PCR mostraron un alto grado de homogeneidad genética con un índice de similitud mayor del 0,7 para la gran mayoría de los aislamientos, sin encontrar aislamientos idénticos. Se identificaron cuatro grupos bien definidos pero ninguno de ellos se pudo asociar a tipo de hospedante o localidad geográfica. Con los PCR – RFLP sobre los I.T.S. del ADNr se amplificó en todos los aislamientos un fragmento de 930pb. Sobre el fragmento amplificado se evaluaron 8 enzimas de restricción, indicando polimorfismos entre aislamientos con las enzimas *Alu I* y *Msp I*, patrones de bandas homogéneos con las enzimas *Mbo I*, *Hae III*, *Hinc II*, y *Cla I* y la ausencia de sitios de restricción para *Eco R I* y *Sst I*, que agruparon los 95 aislamientos evaluados en 3 grupos bien diferenciados, que coinciden en forma general con los resultados obtenidos con la técnica RAPD – PCR. Estos resultados indican que la metodología RAPD – PCR es eficiente para evaluar la variabilidad genética en *B. bassiana*, confirmando la relativa homogeneidad que exhibe el hongo en el ámbito mundial, mientras la técnica PCR – RFLP sobre los ITS, entregó muy pocos marcadores moleculares, que a pesar de ser más estables que los RAPD, no permiten discriminar fácilmente los aislamientos; por tanto, se hace necesaria la búsqueda de otro tipo de marcadores como los SCAR's para alcanzar este propósito.

Caracterización molecular de aislamientos de *Metarhizium anisopliae*. Este hongo puede constituirse en un factor importante de mortalidad sobre la broca que emerge de los frutos que caen al suelo. Sin embargo, varios factores pueden limitar la utilización al máximo, de este tipo de recurso, uno de ellos es el pobre conocimiento que

tenemos de su bioquímica y biología molecular. En el presente año se desarrolló un trabajo utilizando las técnicas RAPD-PCR y PCR específico para evaluar la variabilidad genética de diez cepas de *M. anisopliae*, una de *M. flavoviride* y una de *B. bassiana*. Utilizando la técnica RAPD se encontraron bajos índices de similitud entre los aislamientos evaluados, identificando tres grupos bien definidos, uno de los cuales agrupaba los aislamientos de *M. anisopliae* obtenidos en Colombia y la mayoría del orden Coleoptera. El aislamiento de *M. flavoviride* se agrupó con uno de los aislamientos de *M. anisopliae*, mientras que *B. bassiana* fue completamente independiente. Con el PCR específico se amplificó un fragmento de 930pb aproximadamente muy homogéneo, inclusive al compararlo con *B. bassiana* y *M. flavoviridae*. Los datos indican la presencia de una alta variabilidad en la población de *M. anisopliae* de la misma forma como se ha encontrado al nivel mundial y contrario a lo hallado en las poblaciones de *B. bassiana* estudiadas en Colombia.

Separación de cultivos monoespóricos de *Beauveria bassiana* con la ayuda del análisis multivariado. El conocimiento de características particulares de *B. bassiana* (Bb) y su virulencia a la broca del café, es indispensable para la selección de cultivos. Con éste propósito se evaluaron siete cultivos monoespóricos (1, 2, 3, 4, 5, 11 y 21) provenientes de Bb 9205 y Bb 9301 aislados originalmente de *Diatraea saccharalis* y *Rhynchophorus palmarum*, respectivamente. Los monocultivos de Bb9205 (1) hasta Bb9205 (5) y Bb9301 (11) crecieron en medio de cultivo Sabouraud Dextrosa Agar (SDA) y el monocultivo Bb9205 (21) en SDA + el fungicida benomyl (333mg/L). Las variables evaluadas fueron: tamaño de la spora, germinación de esporas reactivadas en broca y sin reactivar, patogenicidad, crecimiento radial y actividad amilolítica. El análisis independiente de las variables, muestra diferente ordenamiento de los monocultivos por eficiencia, lo que dificulta su selección. El análisis multivariado, evidencia similitud de la respuesta para los 6 monocultivos del mismo aislamiento Bb 9205, el componente uno y dos permiten la organización de éstos en dos grupos principales integrando todas las variables evaluadas. Además, se diferenció claramente el monocultivo 11, proveniente de un multiespórico diferente (Bb 9301), lo cual nos muestra la posibilidad de utilizar éste análisis para la selección de monocultivos de la misma cepa. Cabe anotar

que los dos componentes mencionados explican el 66,6% de la variabilidad total.

Evaluación de la actividad amilolítica de hongos entomopatógenos cultivados en medio líquido. La evaluación enzimática de hongos entomopatógenos es fundamental para entender la relación insecto – patógeno, por esto, es necesario estandarizar metodologías para evaluar en forma fácil y rápida la actividad de sus enzimas. En este estudio se evaluó la actividad amilasa de cultivos monoespóricos de *B. bassiana*, Bb9205, reactivada en broca y cultivada en SDA a concentraciones de 1×10^3 ; 1×10^4 ; 1×10^5 ; 1×10^6 conidias /m. Igualmente se estudió el efecto de la composición del medio sobre la actividad de la enzima. En el primer caso, 100ml del medio líquido YGA (extracto de levadura 0,5%, glucosa 2%, almidón 0,5%) se inoculó con 1ml de cada concentración, con agitación constante a 100rpm a una temperatura de 23°C durante 6 días. Cada 24 horas se tomaron muestras y se centrifugaron a $10.000 \times g$ por 15min. En el segundo caso, se emplearon los medios YGA y YGAP, este ultimo conteniendo peptona al 1%. La actividad enzimática se determinó espectrofotométricamente por el método de Hopkins and Bird (1954). Una unidad de actividad enzimática se definió como una disminución en 0,001 unidades de absorbancia a 580nm. Los resultados muestran diferencias en la cinética degradativa del almidón, pero ninguna en los medios evaluados. El método muestra buena sensibilidad y permite establecer el comportamiento de la producción de amilasa en función de la concentración y del tiempo de crecimiento del hongo.

Regeneración de *Beauveria bassiana* a partir de protoplastos y ensayos con polietilenglicol. Esta investigación presenta resultados sobre las condiciones de obtención y regeneración de protoplastos de los aislamientos monoespóricos *Beauveria bassiana* (Bb) Bb 9027 (2) productor de pigmento (Pp^+) y Bb 9205 (21) con actividad proteolítica (Ap^+), usando la técnica del polietilenglicol, en la recombinación de características estables. Se obtuvo más del 50% de protoplastos a partir de micelio tratado con la mezcla enzimática zymoliasa 0,3%, quitinasa 0,1% y b-glucuronidasa 0,1%, durante 4 horas a 34°C. Al cabo de 72 horas de incubación a 25°C, la regeneración de la pared celular fue evidente por las unidades formadoras de colonia (UFC) en el medio completo (CMS), registrán-

dose porcentajes entre 0,05 y 32%. Para comparar los monocultivos Bb (2), Bb (21) y la mezcla Bb (2) + (21), se estimaron los promedios de viabilidad, tamaño y número de núcleos del protoplasto, a través de Duncan al 5%. No se encontraron diferencias estadísticas con relación al tamaño pero sí en cuanto al número de núcleos, de forma que la mezcla Bb (2) + (21), mostró mayor número de protoplastos con dos núcleos. La mezcla Bb (2) + (21), en medio CMS, permitió obtener 18 productos regenerados al cabo de la fusión (PRF) los cuales se inocularon en el medio gelatina para verificar la expresión de las características Pp y Ap. La frecuencia de los fenotipos resultantes fue: uno Pp⁻Ap⁺, ocho Pp⁺Ap⁻ y nueve Pp⁺Ap⁺. Estos resultados resaltan la importancia de utilizar métodos de fusión de protoplastos como herramienta para la obtención de cepas mejoradas con características deseables.

Heredabilidad de características fisiológicas en cultivos monoespóricos de *Beauveria bassiana*. Con el fin de evaluar la estabilidad de la esporulación, germinación y patogenicidad de cinco cultivos monoespóricos (parentales) de *B. bassiana* Bb9205 y 10 cultivos monoespóricos de cada uno de los parentales se llevó a cabo este estudio. La estabilidad se calculó usando un análisis de varianza de una vía y también se estimó el índice de heredabilidad de las variables evaluadas, el cual indica la proporción de la variación fenotípica observada debido al origen genético, por consiguiente reproducible. La similaridad genética entre los cultivos monoespóricos se verificó usando el sistema UPGMA, calculando el coeficiente de similitud de Jaccard's y la distancia genética de Nei-Li's y por un análisis de coordenadas principales. La heredabilidad observada en la primera generación relacionada con los cultivos parentales fue de 49% para la producción de esporas, 51% para la germinación y 65,3% para patogenicidad. En el dendrograma se mostraron tres grandes grupos indicando una asociación entre los cultivos parentales y su correspondiente descendencia. El porcentaje de heredabilidad permitió establecer la estabilidad de las características de los parentales en la primera generación, la cual fue confirmada con el análisis molecular a través de la similaridad genética entre ellos. Se sugiere evaluar la estabilidad de estas características a través de varias generaciones cultivadas en medio artificial, lo que obviaría tener que estar haciendo reactivaciones frecuentes de los

aislamientos en adultos de la broca del café.

Evaluación de genes de hongos entomopatógenos para ser utilizados en el mejoramiento de *Beauveria bassiana* y de plantas de café con resistencia a *Hypothenemus hampei*.

Con el propósito de producir cepas mejoradas de *Beauveria bassiana*, se desarrolló un sistema eficiente de transformación del hongo basado en la resistencia al herbicida glufosinato de amonio, conferida por el gen *bar* contenido en el plásmido pBarGPE1. La cepa Bb9112 caracterizada por su resistencia a luz UV se transformó con el plásmido pBarGPE1 en el cual se clonó previamente el gen que codifica la proteína verde fluorescente (GFP). La selección de las colonias transformantes se hizo en medio mínimo que contenía 25 µg/ml del herbicida glufosinato de amonio. La expresión de la proteína GFP se confirmó por observaciones al microscopio de luz UV en los protoplastos transformados y el micelio regenerado de estos protoplastos luego de la transformación. En la tercera generación, DNA genómico se aisló del micelio y una amplificación por PCR de los genes *bar* y GFP se realizó usando primers específicos para cada uno de estos genes. Ambos genes fueron amplificados por PCR en las cepas transgénicas pero no en el tipo salvaje Bb9112. Se aislaron 10 colonias como producto de la transformación. La transformación de *B. bassiana* con estos dos genes permitirá el seguimiento de los procesos de infección y patogenicidad de estas cepas en condiciones de laboratorio y campo.

Con el propósito de aumentar la patogenicidad de la cepa Bb9112, en el plásmido pBar GPE1 se clonaron genes (proteasas tipo subtilisinas) aislados de *M. anisopliae*, los cuales parecen estar envueltos en los procesos de patogenicidad de este hongo. Se realizó la transformación con el plásmido pBar GPE1-pr1A (que contenía el gen que codifica la proteasa pr1A). Una de las colonias seleccionadas mostró síntesis y secreción constitutiva de la proteasa pr1A. Se aisló ADN genómico del micelio de esta cepa y se utilizaron primers específicos para la amplificación de los genes *bar* y *pr1A* en esta muestra. Ambos genes fueron amplificados en la cepa transgénica pero no en el tipo salvaje Bb9112. En total, se aislaron 10 colonias producto de la transformación y serán mantenidas, y caracterizadas en estudios futuros. Igualmente, se transformó con otro gen envuelto en patogenicidad (pr1 D), y en este momento se están caracterizando los

transformantes, al igual que identificando transformantes resistentes a Benomyl.

Selección y optimización de parámetros para la evaluación del comportamiento fisiológico de esporas de *Beauveria bassiana* durante el almacenamiento. Esporas del aislamiento Bb9205 de *B. bassiana* con actividad sobre la broca del café, *Hyphotenemus hampei* (Ferrari), presentaron comportamientos diferentes al ser evaluadas algunas de sus características fisiológicas en función del tiempo de almacenamiento a 4°C. Se evaluaron diferentes parámetros para seleccionar aquellos útiles en un seguimiento representativo del comportamiento fisiológico durante el almacenamiento. Luego de una sucesiva reactivación y 11 meses de almacenamiento de las esporas, éstas pueden llegar a mantener valores cada vez mayores de sus características vitales. Así, esporas reactivadas durante 4 años, presentan valores que fluctúan entre el $96,1 \pm 0,7\%$ y el $81,0 \pm 0,4\%$ para patogenicidad y entre $95,8 \pm 0,7\%$ y $88,9 \pm 0,4\%$ para viabilidad. Esporas reactivadas durante tres, dos y un año presentan una reducción progresiva de la patogenicidad entre $95,4 \pm 0,6\%$ y $71,0 \pm 1,3\%$, con una viabilidad $95,0 \pm 0,2\%$ y $78,9 \pm 0,3\%$. Por otra parte, se registraron modificaciones al analizar el tamaño, forma y germinación de la espora durante cuatro años de almacenamiento. En esporas almacenadas durante un año se observan tamaños de $3,5\mu$ ($12,5 \pm 1,5\%$) y 5μ ($87,5 \pm 2,0\%$) y el $87,5 \pm 3,8\%$ son redondas. Aunque la mayoría de las esporas germinan a las 16 horas, en los lotes más recientes aparecen tres tipos de germinación, unipolar $40,0 \pm 5,1\%$, bipolar $40,0 \pm 3,8\%$ y tripolar $20,0 \pm 2,5\%$, característica que permanece durante los primeros cinco meses de almacenamiento.

A partir del segundo año de almacenamiento el tamaño y forma de la espora cambian progresivamente observando que disminuyen su tamaño hasta alcanzar valores de $2,5\mu$ ($36,2 \pm 0,5\%$), $3,5\mu$ ($32,1 \pm 0,7\%$) y $5,0\mu$ ($31,5 \pm 1,5\%$), en tanto que en la forma encontramos que sólo un $63,7 \pm 5,2\%$ de ellas son redondas. Al evaluar la velocidad y tipo de germinación se determinó que la mayoría de las esporas germinan a las 16 horas presentando germinación unipolar únicamente y el porcentaje de ésta se va reduciendo hasta un $15,0 \pm 0,5\%$ en los 4 años.

Se observó igualmente que el almacenamiento de esporas afecta la morfología de éstas, al ser cultivadas sobre medio SDA donde se observan crecimientos algodonosos, compactos y pulverulentos, así como la formación de sinemas y ocasionalmente la aparición de exudado, indicando que estos últimos parámetros no son representativos como criterios de evaluación.

Adherencia sobre la broca del café de las esporas de *Beauveria bassiana* formuladas en polvo y líquido. Las esporas de *B. bassiana* se aplican corrientemente usando equipos de aspersion. El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de la broca del café para recoger esporas de una superficie tratada con esporas en polvo y suspensión en aceite (Kerosene, Carrier y Kerosene + Carrier (60:40)) y en diluciones de azúcar al 5 y 10%. Se evaluaron tres métodos de exposición de los adultos a la superficie tratada: brocas caminando sobre la superficie tratada con las esporas en polvo fue el método en el cual el insecto recogió mayor número de esporas. Este fue seguido por el de aterrizando con las alas abiertas y el menos efectivo fue, aterrizando con las alas cerradas. La formulación más eficiente fue esporas aplicadas en polvo, seguido por las formuladas en Carrier, Kerosene + Carrier, azúcar al 5 y 10%. La formulación de menor eficiencia la presentó las esporas formuladas en kerosene.

Respuesta de las esporas de *Beauveria bassiana* expuestas a diferentes valores de humedad ambiental. Este trabajo tuvo como propósito evaluar la germinación, concentración, pureza y patogenicidad de las esporas del hongo *B. bassiana* en polvo, después de ser expuestas a los niveles de humedad de 99, 75, 65 y 39%. Se obtuvieron los niveles de humedad utilizando soluciones saturadas. Se consiguieron y evaluaron usando cámaras húmedas en las cuales las esporas en polvo se colocaron en fondos de platos Petri a una temperatura constante de 24°C. Las evaluaciones del efecto de la humedad sobre las esporas se realizaron a los 1, 10 y 20 días después de expuestas a la humedad. En cada evaluación se tomó una muestra para evaluar la germinación, concentración, pureza y patogenicidad, siguiendo la metodología de evaluación de calidad de esporas propuesta por Cenicalfé. En los resultados se obtuvo que la concentración, la pureza y la patogenicidad de las esporas en polvo a través de los tiempos de exposición a los diferentes niveles de humedad

no se alteraron durante el tiempo de evaluación. En relación con la patogenicidad, ésta se conservó con valores superiores a 86,7% en todos los niveles de humedad y tiempos de evaluación. La germinación fue la variable que mayor variación presentó y con el transcurso del tiempo disminuyó para los tratamientos, entre 88,9 a 82,1% de germinación en la primera evaluación (1 día). En la segunda evaluación la germinación descendió a valores entre 79 y 68%, mientras que en la tercera evaluación la germinación fluctúa entre 62,2 a 56,2%, después de 20 días de exposición a los niveles de humedad. Por evaluación no se encontraron diferencias significativas del efecto de la humedad sobre la germinación, pero sí entre los tiempos de evaluación.

Evaluación de dos sistemas separadores de esporas de *Beauveria bassiana*. En Cenicafé, se están desarrollando métodos para la producción masiva y formulación de *Beauveria bassiana*, donde la separación de esporas del sustrato es básica, para garantizar una formulación bioinsecticida con alto contenido de esporas y que garantice sus características vitales. Este trabajo compara el método de tamizaje actualmente utilizado, con un nuevo prototipo desarrollado para la separación de esporas, el cual fue diseñado, construido y evaluado. Para ello se desarrolló estructuralmente el diseño y se describió su funcionamiento. En el equipo, el aire se filtra y entra a una tolva para iniciar el proceso de separación. En esta fase, el aire cargado de esporas ingresa a los recolectores ciclónicos depositándolas allí. Por último, el aire pasa al ventilador y sale del prototipo. En la etapa de construcción se utilizaron materiales que se ajustaron a las necesidades de cada uno de las partes del separador. En la evaluación se comparó la eficiencia de separación del tamiz con respecto al separador. Se utilizó como unidad experimental una carga de 900g durante 10 minutos para el prototipo separador, caracterizándola en porcentajes de viabilidad y patogenicidad. Al finalizar el proceso se evidenció una alta separación de esporas del sustrato. En las pruebas con el separador se recolectaron $10,91 \pm 0,88$ g con una concentración de $3,92 \times 10^{11} \pm 1,26$ esporas/g, que corresponden a un porcentaje de separación del $92,43 \pm 1,85\%$, $1,14 \pm 0,24\%$ de esporas atrapadas en el arroz residual después del proceso y una pérdida durante el proceso del $6,77 \pm 1,85\%$. Conjuntamente en el tamiz evaluando los mismos parámetros y la misma carga, en un tiempo de 40 minutos, se observó una

recolección de $9,08 \pm 0,86$ con una concentración de $2,10 \times 10^{11} \pm 1,48$ esporas/g, correspondiente a una recuperación del $47,8 \pm 20,48\%$, un $26,81 \pm 15,08\%$ de esporas en el arroz residual y una pérdida durante el proceso del $25,39 \pm 10,11\%$. Los datos obtenidos verifican que el separador ofrece mayores ventajas en la obtención de esporas libres de partículas, en un menor tiempo con respecto al tamiz. Por su parte las pruebas realizadas de viabilidad, patogenicidad y pureza microbiológica verifican que el prototipo separador desarrollado conserva tanto las características vitales como la ausencia de contaminantes microbianos durante el proceso de separación.

Evaluación económica y biológica de dos prácticas para el control de la broca en el suelo. Con el fin de analizar desde el punto de vista biológico y económico el control de la broca en el suelo, se consideró conveniente la realización de la presente investigación en la finca La Zulia del municipio de Pereira, en Combia. El estudio se llevó a cabo en 5 hectáreas de café en plena producción, seleccionando dos lotes: uno de relieve plano y el otro con una pendiente aproximada de 45° . Se buscó evaluar la eficacia de los métodos de recolección de frutos de café caídos, evaluar la eficacia de la aplicación de *B. bassiana* a los frutos de café caídos, evaluar económicamente las prácticas de recolección y aplicación del hongo a los frutos caídos y comparar la eficacia biológica y económica de las recolecciones con las aplicaciones al suelo de *B. bassiana*. El tratamiento de recolección de frutos del plato y la calle, registró los menores niveles de infestación por broca en el campo en relieve plano; en pendiente fue el tratamiento de aplicación del hongo, mientras en el café vendido en la Cooperativa el tratamiento de aplicación del hongo mostró los menores niveles en pendiente y en plano, pero en este último, no presentó diferencias significativas con los demás tratamientos. Aunque el tratamiento de aplicación de *B. bassiana* al suelo presentó bajos niveles de infestación comparado con los demás tratamientos, no hubo eficacia de la infección en la reducción de los porcentajes de broca.

La recolección de los frutos del plato – calle es una alternativa para reducir los porcentajes de broca y mostró mayor eficacia que la aplicación del hongo al suelo. El tratamiento testigo fue el que mayor rentabilidad mostró en el balance de ingresos y costos. Los ingresos de los

tratamientos de recolección de frutos del plato – calle y recolección de frutos del plato no alcanzan a costear dicha labor, mientras que el tratamiento de aplicación del hongo al suelo fue el único que representó déficit en el ingreso neto.

Evaluación de extractos metabólicos y material precipitado de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* contra la broca del café. Se evaluaron durante 20 días extractos metabólicos y material precipitado de aislamientos de *B. bassiana* Bb9620 (monoespóricico), Bb9205 (multiespóricico), Bb9009 (multiespóricico), y *M. anisopliae* Ma9303 (monoespóricico) Ma9236 (multiespóricico) y Ma9003 (multiespóricico), producidos en medio líquido de sales basales con cutícula de broca. Se utilizaron bioensayos por inmersión para conocer su acción patogénica sobre la broca del café. Los extractos metabólicos de Bb9620 presentaron un valor máximo de patogenicidad del 60,5% sobre el insecto, con extractos obtenidos entre el quinto al noveno día y TPM (tiempo promedio de mortalidad) de 5,5 días, Bb9205 un máximo de patogenicidad del 60%, con extractos del tercer día y TPM de 6,8 días. Ma9236 presentó patogenicidad del 100% con extractos del décimoquinto día y un TPM de 5 días. Con Ma9303 la patogenicidad fue del 91% y TPM de 5,1 días. Se encontraron variaciones en la patogenicidad de *Bb* monoespóricicos y *Bb* multiespóricicos. Bb9205 presentó patogenicidad del 56% con material precipitado del hongo obtenido el día 20, mientras Bb9620 monoespóricico presento máxima patogenicidad de 47% a las 18 horas.

En cuanto a las pruebas de patogenicidad se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con extractos metabólicos y el material precipitado del hongo *B. bassiana* y *M. anisopliae*. Se puede establecer una asociación directa entre la patogenicidad y la acción de los extractos sobre la broca del café, dependiendo del día en el cual se obtuvo el extracto metabólico y el material precipitado del hongo.

Se presentó mayor mortalidad de *H. hampei* cuando se trató con extractos metabólicos de ambos hongos, teniendo en cuenta que posiblemente en estos extractos se encuentren metabolitos tipos toxinas responsables de la muerte del insecto.

Actividad enzimática de hongos y su relación con la patogenicidad sobre la broca del café. Se evaluaron seis aislamientos de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para cuantificar la actividad catalítica de cinco enzimas y su relación con la patogenicidad sobre *Hypothenemus hampei*. Se utilizaron aislamientos con diferentes grados de patogenicidad, produciendo una variedad de enzimas extracelulares como lipasa, proteasa, fenoloxidasa, B-N-Acetilglucosaminidasa y quitinasa que se relacionan con los componentes principales de la cutícula del insecto. Se presentaron variaciones entre especies. En Bb9205, Bb9620, Ma9236 y Ma9303 se encontró relación directa entre la patogenicidad y la actividad catalítica mayor del 50% de la actividad total para quitina, proteasa y lipasa. Se encontró actividad catalítica máxima para lipasa, proteasa y fenoloxidasa en etapas tempranas del desarrollo del hongo y de B-N-Acetilglucosaminidasa y quitinasa en etapas tardías. Algunos aislamientos presentaron actividad catalítica inferior al 50% de la actividad total evaluada. En otros aislamientos no se encontró relación actividad catalítica - patogenicidad. Este estudio permitió deducir que el mecanismo enzimático hace parte de la acción integral del proceso de infección, donde interviene además, la presión ejercida por el apresorio, la acción de las toxinas, lo mismo que las condiciones ambientales y fisiológicas prevalentes en la interacción hospedante patógeno. También sugiere evaluar los aislamientos para cuantificar las toxinas tipos beauvericina y destruxinas que posiblemente están implicadas en la patogenicidad y estudiar la relación entre actividad enzimática y la producción de toxinas de los hongos patogénicos a *H. hampei*.

Control de calidad a formulaciones de hongos entomopatógenos. Durante el período octubre de 1999 a septiembre de 2000, se realizaron 24 pruebas de control de calidad a formulaciones de hongos entomopatógenos utilizados para el control de la broca del café. Estas formulaciones fueron: Cebiopest, Sporen21, Concentrado de esporas, Producción artesanal y patrón de referencia, procedentes del Centro de Biotecnología Mariano Ospina Pérez, Comité de cafeteros del Cauca, Comité de cafeteros Norte de Santander, Planta piloto de producción de hongo de Cenicalfé, Unidad de producción artesanal de hongo de Cenicalfé, Bioenlace y Laboratorio de Control de Calidad de Entomología, respectivamente.

En el análisis que se realiza a las formulaciones de entomopatógenos se tiene en cuenta la evaluación de la calidad biológica y fisicoquímica. Se destacaron las pruebas microbiológicas como más importantes y éstas son: concentración de esporas, germinación, mortalidad y tiempo promedio de mortalidad (días). Los resultados mostraron que los mayores promedios en concentración de esporas/gramo se presentaron con el concentrado de esporas producido en la Planta Piloto de Cenicafé ($1,4 \times 10^{11} \pm 0,5 \times 10^{11}$) y el patrón de referencia producido en el laboratorio de control de calidad de Entomología ($2,0 \times 10^{10} \pm 2,1 \times 10^{10}$). El mayor porcentaje promedio de germinación de esporas a las 24 horas lo presentó la producción artesanal de la Unidad de Producción de hongo de Cenicafé ($87,4 \pm 2,9$) seguido por Cebiopest ($85,7 \pm 7,4$). En las pruebas de patogenicidad, el mayor promedio de mortalidad causada por *B. bassiana* se presentó con la producción artesanal de la Unidad de Producción de hongo de Cenicafé ($93,3 \pm 6,4$) con un tiempo de mortalidad de $5,2 \pm 0,6$ días, seguido por el patrón ($87,9 \pm 9,7$ en $5,7 \pm 0,7$ días). En general se observó una disminución en el recibo de muestras de formulaciones de hongos para realizar análisis de calidad. El laboratorio de control de calidad continúa prestando asistencia técnica a visitantes interesados en el manejo de las pruebas de calidad y entrenamiento a productores y estudiantes de la disciplina, que ingresan a realizar sus prácticas de laboratorio.

Efecto de entomonematodos sobre la broca del café bajo condiciones de laboratorio. Los trabajos encaminados a determinar el efecto de entomonematodos sobre la broca del café, han presentado cuatro líneas de trabajo: desplazamiento y parasitismo de Juveniles Infecciosos (JI) de entomonematodos a frutos brocados de café, aislamiento e identificación de los simbiontes bacterianos asociados con entomonematodos, empleo de técnicas de PCR para la identificación de entomonematodos nativos y aislamiento de especies nativas.

En cuanto al desplazamiento y parasitismo de entomonematodos hacia frutos de café brocados, se pudo determinar que el fruto de café brocado resulta ser un factor atrayente para los JI de entomonematodos, siendo los frutos secos brocados los que mayor atracción ejercen sobre los JI. Igualmente, el único requerimiento para que los JI

alcancen el interior de un fruto brocado, es que el orificio de penetración se encuentre de alguna forma en mínimo contacto con alguna superficie que le permita al JI desplazarse hasta el fruto. De esta forma, frutos brocados sobre una superficie de arena o de suelo con diferentes texturas, en donde el canal de perforación de la broca está lejos del contacto con el nematodo, ofrecen un mínimo de posibilidades para que los JI alcancen el interior del fruto, seguido por el impedimento de barreras físicas sobre frutos, frutos semi-enterrados y la aplicación directa de JI sobre los frutos brocados. En este mismo sentido, se pudo determinar que entre las dos especies de entomonematodos evaluadas (*Steinernema feltiae* y *Heterorhabditis bacteriophora*), los JI de *H. bacteriophora* mostraron mayor capacidad de desplazamiento y parasitismo.

En relación con el aislamiento y la identificación de los simbiontes bacterianos y la estabilidad de sus fases de desarrollo, se pudo establecer que dentro de los factores que intervienen para el cambio de Fase (I a II) están el almacenamiento prolongado y la realización de subcultivos; en otros casos este cambio ocurre sin causa aparente. Los medios registrados como diferenciales (NBTA y Mac Conkey), pueden utilizarse para su diferenciación; sin embargo, no se deben utilizar de manera general ya que pueden inducir el cambio de fase y simbiontes bacterianos aún no descritos presentan morfologías diferentes a las registradas para estos medios. La utilización de pruebas bioquímicas específicas ofrece la posibilidad de caracterizar a estos simbiontes y pueden dar parámetros que ayuden a comprender la razón del cambio de fase, fenómeno que se debe conocer en detalle durante la los sistemas de producción en líquido o en fermentadores.

La obtención de ADN y el uso de la técnica de PCR para la diferenciación molecular de especies de entomonematodos permite abrir claramente la posibilidad de utilizar promotores mucho más específicos de regiones que permitan la diferenciación y caracterización molecular a nivel de especie en estos organismos, facilitando junto con la caracterización morfológica su identificación. En este sentido, se debe revisar las técnicas registradas para la amplificación de ADN de entomonematodos de la familia Heterorhabditidae, con el fin de obtener patrones polimórficos diferenciales. En relación con el aislamiento de especies nativas, mediante convenio con la Universidad Católica de Oriente, se

cuenta en este momento con dos posibles nuevos aislamientos de la zona cafetera de Antioquia.

Determinación en laboratorio del desplazamiento y parasitismo de entomonematodos hacia frutos de café brocados. El objetivo del proyecto consistió en determinar bajo condiciones de laboratorio, como es el desplazamiento y parasitismo de los entomonematodos *Heterorhabditis bacteriophora* y *Steinernema feltiae* en la broca del café en frutos infestados. Para el trabajo se simularon diferentes circunstancias en las que Juveniles Infeccivos (JI) de entomonematodos pueden acceder a los frutos brocados. Mediante un sistema de ensayo desarrollado en la Disciplina, se evaluó el desplazamiento de JI hacia frutos brocados con dos grados de madurez (maduro y seco), en dos situaciones: frutos semi-enterrados y sobre la superficie. Para esta parte del trabajo se utilizó como medio de desplazamiento arena estéril.

Bajo estas condiciones se pudo evidenciar que frutos brocados tanto maduros como secos, son factor de atracción para JI de las dos especies de entomonematodo evaluadas; sin embargo, el fruto seco presentó valores para índice de alcance (IA) superiores (13,66%) que para fruto maduro (3,76 %) independiente de la especie de entomonematodo: El mismo comportamiento se registró para la variable índice de penetración a fruto (IPF) siendo superiores para seco que para maduro (12,34 % y 1,9 %). En la evaluación sobre el efecto de dos texturas Franco Arcillo Arenosa (F Ar A) y Franca (F) sobre el desplazamiento hacia fruto (seco) brocado, se pudo evidenciar que la textura no tiene efecto sobre el desplazamiento del JI para las variables IA e IPF.

Cuando se simularon condiciones en las que el fruto se encontraba sobre la superficie, tanto en arena como en las texturas de suelo, no se presentó respuesta para las variables evaluadas.

Una segunda situación consistió en evaluar diferentes concentraciones, 5, 25, 125 y 625 JI sobre la superficie del fruto, determinando tanto IPF como porcentaje de mortalidad. Se encontró que los IPF no superaron el 23 %, sin embargo las mayores concentraciones evaluadas presentan mortalidades corregidas del 43,12 % para *S. feltiae* y del 57 % para *H. bacteriophora*; lo anterior,

debido a que a una mayor concentración el mismo IPF representa un mayor número de JI dentro de fruto que pueden controlar una población.

Finalmente, se simuló una condición extrema que consistió en evaluar el desplazamiento hacia fruto seco superando un obstáculo antes de acceder al fruto, como una barrera inerte. Los JI de *H. bacteriophora* fueron los únicos que rodearon la barrera de 0,7cm colocada sobre el fruto, se desplazaron hasta el orificio de perforación y penetraron al fruto brocado. Para las variables evaluadas se registraron valores de 16,87 para IA y para IPF 13,8 %. Para el caso de juveniles de *S. feltiae*, esta característica en el desplazamiento hacia el fruto no se presentó. Es importante anotar que los porcentajes de mortalidad para las dos primeras partes del trabajo (desplazamiento a través de matrices de arena y suelo, y desplazamiento sobre superficie de fruto), fueron superiores para la especie *H. bacteriophora*. Lo anterior evidencia la posibilidad de que JI de *H. bacteriophora* presenten una mayor velocidad de migración y penetración hacia frutos brocados, lo que se respalda en la literatura, con la evidencia de que estos tienen una mayor capacidad de búsqueda del hospedante.

Biología, comportamiento y enemigos naturales del picudo de los cítricos *Compsus n. sp.* Desde 1939 se registró *Compsus n. sp.* asociado a cultivos de cítricos en Colombia. A partir de 1995 las poblaciones se incrementaron causando daños en el Quindío y el norte del Tolima. Con el objetivo de contribuir al conocimiento de esta especie, se estudió la biología, comportamiento y enemigos naturales como paso preliminar para la generación de estrategias de manejo integrado. El estudio se realizó en fincas ubicadas en Montenegro-Quindío (1250msnm, 21,9°C, 78% H.R. y 2026mm de lluvias) y Armero-Guayabal-Tolima (350msnm, 28,5°C, 62% de H.R. y 1400mm). Se estudió el ciclo de vida y hábitos; enemigos nativos y fluctuación de la población en el tiempo y su relación con las condiciones climáticas. Los adultos se alimentan de hojas de cítricos y de una amplia gama de especies vegetales. Las hembras ovipositan en masas, pegando dos hojas con sus propias secreciones, una hembra puede colocar hasta 3900 huevos en 10 meses. Las larvas neonatas caen al suelo, se entierran rápidamente e inician su vida subterránea. En los primeros instares se alimentan de raicillas y pelos absorbentes, posteriormente consumen la

corteza de raíces secundarias y de la pivotante en línea recta o en espiral; la larva construye una cámara pupal de tierra y allí se alberga la pupa durante 31 días, aproximadamente. El adulto emerge del suelo al cabo de cinco u ocho meses e inicia nuevamente su ciclo.

La población de *Compsus* muestra que es de hábitos gregarios con distribución de contagio, la relación de sexos macho a hembra fue de 1 a 64. En los meses de mayo y septiembre se registraron los valores más altos de la población y coincidieron con los picos máximos de precipitación, en el período seco (junio y julio) se registró una disminución del 50% de la población. El índice de humedad del suelo, tres meses antes al monitoreo, mostró una asociación positiva con el número de adultos por árbol, pero con un coeficiente de correlación muy bajo ($R^2 = 0,36$). En cuanto a los enemigos nativos, se encontraron 19 especies entre las que se encuentran: parasitoides; ácaros, arañas y hormigas depredadoras; hongos y nematodos entomopatógenos. Adicionalmente en la entomofauna asociada al cultivo se encontraron especies de insectos depredadores de siete familias y un nematodo de la familia Mermithidae (pos. *Hexameris*).

Caracterización del daño de la larva de *Compsus* n. sp. en el sistema radical de dos portainjertos. Además de conocer la biología, comportamiento y los enemigos naturales del picudo de los cítricos *Compsus* n. sp. es necesario describir el daño de las larvas de este insecto sobre los diferentes patrones de cítricos. El objetivo de esta actividad fue observar y describir el daño radical además de comparar la susceptibilidad de los portainjertos mandarina Cleopatra y Citrumelo 4475 al ataque de *Compsus* n. sp.

La actividad se realizó utilizando 120 arbolitos de naranja valencia sembrados en bolsas, en un ensayo con cuatro tratamientos: dos portainjertos mandarina cleopatra y citrumelo 4475 con y sin infestación artificial, con cinco repeticiones y distribuidos completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2. Se realizó infestación artificial en la superficie del suelo de las bolsas con 500 larvas neonatas (0-96 horas obtenidas de los criaderos artificiales). Las evaluaciones se realizaron cada 30 días durante seis meses con muestreo destructivo. Como variables de respuesta se midieron: longitud de la raíz, diámetro del cuello, número de hojas, número de estados, número de lesiones,

características de las lesiones y distancia de las lesiones al cuello. El efecto del patrón sobre las variables en cada evaluación se hizo mediante un análisis de varianza de acuerdo al diseño especificado y se compararon los promedios por medio de Tukey al 5%.

Se presentaron diferencias significativas para algunas variables en cada una de las evaluaciones: distancia de las lesiones al cuello (evaluación 30 días después de la infestación (ddi) y 60 ddi), número de larvas (evaluación 60 ddi), ancho de la lesión (evaluación 120 ddi), número de lesiones (evaluación 150 ddi y 180 ddi), todas indicando mayor daño en el portainjerto mandarina Cleopatra. A los 90 días no se presentó ninguna respuesta. En el patrón Citrumelo, a los 120 días se presentó suberización del tejido y esto hizo que el ancho se redujera y a los 150 días se observaba cicatrización total de las lesiones. Se concluye que el patrón mandarina Cleopatra es más susceptible al ataque de las larvas del picudo de los cítricos que el patrón Citrumelo 4475.

Anatomía externa del picudo de los cítricos. Ante el desconocimiento de aspectos biológicos y taxonómicos del picudo de los cítricos *Compsus* pos. n. sp. se iniciaron estudios encaminados a obtener información que posibilite en el futuro llevar a cabo manejos adecuados de los niveles poblacionales de esta especie. Inicialmente se realizó una descripción de la anatomía externa y genital del macho, con el objeto de conocer cada uno de los estados de desarrollo y contribuir en la caracterización de la especie. Los adultos descritos resultaron colectados en los departamentos de Quindío y Tolima, los estados inmaduros se describieron con base en especímenes criados en un laboratorio ubicado en el municipio de Montenegro-Quindío (T: 21,4°C y H.R.: 89,2%). Partiendo de una muestra de 40 adultos de cada sexo, 255 posturas, 40 huevos, 30 larvas de primer instar y 34 pupas, se tomaron las siguientes medidas como variables: longitud, ancho, diámetro de la cápsula cefálica (dcc) y número de huevos por postura. Los datos se sometieron a análisis estadístico descriptivo. El cuerpo de los adultos es blanco aperlado, cubierto de escamas; los élitros tienen escultura, costas y franjas longitudinales que varían entre verdes, azules o cafés iridiscentes; en las patas, rostrum y pronoto se observan manchas de color igual al de las franjas dorsales; antes de emerger del suelo, los adultos presentan élitros blandos, mandíbulas grandes y coloración

rosada y blanca. El dimorfismo sexual es marcado por el mayor tamaño de la hembra, tienen $11,8 \pm 0,73$ mm ($X \pm ds$) de longitud y $4,0 \pm 0,3$ mm de ancho en el último tercio del abdomen, mientras que los machos miden $9,8 \pm 0,5$ mm de longitud y $3,0 \pm 0,18$ mm de ancho; en las hembras el hipopigio posee mayor número de setas y su ápice es menos ancho que en los machos. Los huevos son oblongos y lisos, miden $1,2 \pm 0,05$ mm de largo por $0,4 \pm 0,03$ mm de ancho; el número de huevos por postura es muy variable, de 3 a 186. Las larvas son ápodas eucéfalas, con cabeza esclerosada de color carmelita y mandíbulas grandes; en su primer instar son de color crema, miden $0,95 \pm 0,3$ mm y tienen $0,22 \pm 0,02$ mm de dcc, durante su desarrollo el color es sub-hipodermis y alcanzan a medir hasta $15,35$ mm de longitud y $2,4$ mm de dcc. Las pupas son del tipo exarata, de color crema con ojos negros, al igual que los adultos se diferencian macho y hembra en el tamaño y en el último segmento abdominal las hembras miden $11 \pm 1,1$ mm de longitud y los machos $9,4 \pm 0,9$ mm.

Pruebas de patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre el picudo de los cítricos. Tuvieron por objeto seleccionar, a través de bioensayos, los aislamientos más virulentos de *B. bassiana* que puedan ser utilizados en programas de control contra esta especie de *Compsus*. En este estudio se evaluaron inicialmente tres aislamientos de *B. bassiana*, más un testigo, para determinar su patogenicidad al picudo. Los tratamientos fueron los siguientes: T1- aislamiento obtenido por el ICA; T2- aislamiento de campo después de una dispersión de la cepa Bb9205 activa para broca del café;

T3- aislamiento de insectos infectados con una formulación comercial y T4- un testigo, sin inóculo del hongo. Posteriormente se hizo otra evaluación con estos aislamientos reactivados adicionando otro proveniente de Armero-Guayabal, T5. Estos aislamientos se sembraron en medio de cultivo Sabouraud Dextrosa Agar durante treinta días. El experimento se organizó con 10 repeticiones, cada una con cinco individuos. Los resultados mostraron diferencias significativas ($P=0,05$), los tratamientos T1 y T3 fueron iguales pero diferentes del resto. En la primera evaluación para el T1 un $70 \pm 4,5\%$ de mortalidad del insecto, en un tiempo de 6 días. En el T2 la mortalidad fue de $42 \pm 9,2\%$ en 5,8 días, en el T3 fue de $64 \pm 7,8$ en 5,9 días. El T4 (testigo) presentó 0% de mortalidad por el hongo, la supervivencia de los insectos fue del 74% a los 30 días de evaluación.

Los resultados obtenidos en la segunda evaluación, cuando los aislamientos del hongo se reactivaron sobre el picudo, no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Se obtuvieron las siguientes mortalidades: T1- $94 \pm 4,3\%$ en un tiempo de 5,2 días y los T2, T3 y T5 presentaron 100% de mortalidad sobre el picudo con tiempos de 5,2; 5,0 y 5,2 días respectivamente. El tratamiento testigo no presentó mortalidad por el hongo y la supervivencia de los insectos fue del 88% al mes de evaluación. Con estos resultados se comprueba la necesidad de desarrollar bioensayos para seleccionar aislamientos con mayor virulencia y la reactivación de estos en insectos, antes de ser utilizados en programas de control en el campo.

PROGRAMA BIOLOGÍA DE LA CONSERVACION

Las actividades realizadas por el equipo del Programa pueden ser agrupadas en cuatro categorías principales: investigación, producción de manuscritos para publicación, presentaciones en foros nacionales e internacionales y divulgación.

Después de haber dedicado el año anterior a la ejecución de un proyecto de investigación, los retos de este año fueron consolidar el Programa dentro de Cenicafé y de la

Federación de Cafeteros, adelantar la realización de investigaciones y publicar resultados que pudieran llegar a la comunidad científica y a los caficultores.

En este año se concluyó la utilización de los fondos provenientes de la National Fish and Wildlife Foundation y se logró la aprobación del Comité de Investigación de Cenicafé para la continuación del estudio de aves en zonas cafeteras. Esta segunda etapa del estudio ya se ha iniciado, para lo cual, se logró la vinculación del Biólogo Oscar Orrego. Se obtuvieron además, fondos externos del Ministerio del Medio Ambiente, la Fundación FES, el Instituto Alexander von Humboldt, la American Bird

Conservancy y la Audubon Naturalist para la realización de proyectos de investigación sobre la biodiversidad regional. Los fondos fueron obtenidos mediante la participación en concursos realizados por esas instituciones.

La actividad principal fue la investigación. En este campo, la tarea fue la finalización del proyecto ENT 1101, que tuvo como continuación el proyecto ENT 1108. Ambos proyectos han tenido como objetivo el estudio de las aves en cafetales y relictos de selva de las zonas cafeteras. Hasta el momento, en esta segunda etapa, las observaciones de campo se han realizado en cafetales y fragmentos de bosque en zonas cercanas a Chinchiná; se espera proseguir en otras zonas cafeteras del país. Se continuaron labores en el proyecto ENT 1105, titulado "Biodiversidad", y se comenzó el proyecto ENT 1109 cuyo objetivo es el estudio de los corredores utilizados por las aves de bosque, el cual resultó seleccionado en la convocatoria de la American Bird Conservancy. La fase de campo de este proyecto, que se constituye en la tesis de pregrado de dos estudiantes de la Universidad de Caldas, ya se ha comenzado en una zona cafetera del departamento del Quindío, con la colaboración del Programa de Biología de la Conservación del Instituto Alexander von Humboldt y del Comité Departamental de Cafeteros.

Se inició un estudio que busca desarrollar planes de investigación y monitoreo de la fauna en el Parque los Nevados. Éste fue el resultado de la convocatoria realizada por el Ministerio del Medio Ambiente, Oficina Parque los Nevados, en la cual la propuesta enviada por el Programa de Biología de la Conservación resultó seleccionada.

Se finalizó una tesis de pregrado y dos más se iniciaron con la participación de estudiantes de la Universidad de Caldas y la coordinación y apoyo del Programa de Biología de la Conservación. Se concluyó el «Estudio inicial sobre las aves de la Laguna del Otún». La continuación de ese proyecto, a cargo de otros dos estudiantes, logró ser ganadora en la convocatoria de la Fundación FES y la fase de campo ya ha sido concluida. Una propuesta para el estudio de un ave endémica de los páramos del Parque Los Nevados también resultó seleccionada en el Programa Becas para la Conservación de especies de Fauna y Flora en Peligro de Extinción del Instituto Alexander von Humboldt. Adicionalmente, se lograron fondos para realizar un estudio de la ecología

del *Dacnis Turquesa*, otra especie endémica amenazada de la zona cafetera de Támesis, Antioquia. Se espera comenzar este estudio en los próximos meses.

Durante este último año se publicaron los Avances Técnicos Nos 275 y 276 sobre aves en zonas cafeteras y se sometieron tres manuscritos a consideración para publicación en las revistas científicas *Cotinga*, órgano de divulgación del Neotropical Bird Club, en Inglaterra, *Caldasia*, del Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional y *Biota Colombiana*, la nueva revista científica del Instituto Alexander von Humboldt. Dos son los objetivos tenido en cuenta al producir estos manuscritos: primero, se ha considerado que es importante suministrar información educativa a los caficultores, educadores y extensionistas sobre la biodiversidad de las zonas cafeteras. Segundo, desde el punto de vista científico, la grave carencia de información sobre la avifauna de las zonas cafeteras, hace que la información por nosotros obtenida adquiera relevancia especial. Con el objeto de divulgar resultados de nuestros estudios, dar a conocer las labores del Programa de Biología de la Conservación y contribuir en las discusiones que en el ámbito nacional e internacional se realizan respecto al papel que desempeña la caficultura en relación con la conservación de la biodiversidad, y en especial, sobre las aves migratorias, se han realizado tres presentaciones en dos congresos internacionales: foros y reuniones de la Specialty Coffee Association of America y la North American Association of Environmental Educators. Además, se participó en el foro internacional de Café y Biodiversidad, realizado en Cenicafé. El equipo del Programa ha realizado también dos presentaciones a sociedades ornitológicas nacionales. Adicionalmente, se aceptaron cinco ponencias para presentar en la XIII Convención Científica de Pereira y el Congreso Nacional de Ornitología, que se realizarán a finales de octubre y principios de noviembre de este año. Para hacer conocer el Programa ante otras oficinas y programas de la Federación, se realizaron presentaciones en reuniones organizadas por el Programa de Reestructuración y por Cenicafé ante las directivas que tuvieron a su cargo evaluar los programas de Cenicafé. Como tareas de divulgación los miembros del Programa de Biología de la Conservación colaboraron en la producción de un programa de televisión en la serie del Profesor Yarumo y en el lanzamiento de una campaña educativa nacional sobre la migración de los gavilanes.

ENFERMEDADES DEL CAFÉ

La Roya del Cafeto. Se prosiguieron los trabajos de identificación de razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix*, los cuales fueron corroborados con los resultados presentados por el Dr. Vitor Varzea del CIFC.

No obstante los niveles bajos de enfermedad, la roya continuó su incremento en los linajes de los parcelones 1 y 2R de los campos de propagación de la var. Colombia, en los cuales pasó del 41 y 48% el año anterior al 70 y 92,5%, respectivamente. Estos resultados sugieren la continua adaptación de *H. vastatrix* a los genotipos de resistencia presentes en esas progenies. La inoculación de plántulas provenientes de semilla de var. Colombia con aislamientos provenientes de derivados del Híbrido de Timor, indica la presencia de aislamientos afines en mayor o menor proporción a las progenies que conforman actualmente la var. Colombia y corrobora la importancia del cambio de progenies que se realiza actualmente, las cuales mostraron resistencia a esos aislamientos.

De la reunión y discusión de resultados de los trabajos sobre identificación de razas de roya en Colombia realizados en el CIFC y en Cenicafé, se concluyó que las razas de roya presentes en Colombia presentan genotipos complejos, desconocidos, o con genes de virulencia no descritos en la relación roya - café. Las plantas hospedantes diferenciales existentes en el mundo cafetero no permiten la identificación de los aislamientos de roya presentes en los derivados del H. de T. planta 1343, utilizados en Colombia. Por tanto, es necesario realizar los trabajos para detectar diferencias entre esos aislamientos, determinar sus hospedantes e identificar los genes de resistencia/virulencia presentes en plantas y aislamientos. La metodología utilizada en Cenicafé es la adecuada para detectar diferencias entre aislamientos, para seleccionar sus hospedantes y para la evaluación de numerosos materiales, como se ha venido utilizando.

Resistencia a la roya. El seguimiento del desarrollo de la enfermedad sobre plantas con resistencia incompleta, demostró la efectividad de este tipo de resistencia para reducir el desarrollo de la enfermedad en plantas en las que ha sido sobrepuesta la resistencia completa. Las diferencias

en el comportamiento de plantas individuales frente a la enfermedad, indican la existencia de diferentes niveles de resistencia en ellas y sugieren que la interacción genotipo-ambiente se expresa diferencialmente en las plantas que poseen esa resistencia. Lo determinado en este trabajo y los niveles altos de la enfermedad determinados en lotes comerciales de la var. Colombia, sugieren un manejo integrado de la enfermedad con base en la evaluación de niveles de infección y el uso de control químico cuando sea requerido.

Paralelamente se realizaron estudios sobre la actividad fotosintética de plantas de café afectadas por *H. vastatrix*, siendo ésta mayor a la sombra que al sol, con reducciones frente al testigo del 36-52% y del 19-35%, respectivamente. Durante la fase de penetración y colonización del hongo los contenidos de clorofila y las actividades de Rubisco y Sacarosa sintasa disminuyen drásticamente, y la cantidad de proteínas tiende a incrementarse. Para el período de incubación se aumenta la actividad fotosintética, la cual decrece cuando se inicia el período de latencia. La actividad de PEPC en la sombra tiende a declinar durante el ciclo de infección. Se concluye que la disminución en la tasa fotosintética está relacionada con la presencia e intensidad del daño causado por el hongo, lo cual está asociado con el comportamiento en el contenido y la actividad de Rubisco.

La Llaga Macana. Se buscaron medidas de control del hongo *Ceratocystis fimbriata* en tres áreas diferentes: resistencia genética, control químico y control biológico. En la búsqueda y evaluación de resistencia genética, se corroboró la resistencia detectada en derivados de la var. Borbón. Se inocularon 30 aislamientos de *Ceratocystis fimbriata*, provenientes de varias regiones del país en las variedades Caturra, Típica y Borbón resistente a macana (BRM). La evaluación final se realizó 8 meses después de la inoculación del patógeno, encontrando un promedio de 52% de las plantas de var. Caturra completamente anilladas por la lesión del patógeno, 9,8% de Típica, considerada susceptible y 3,8% de BRM. El aislamiento 117 (codificado anteriormente como 24 y procedente de una planta de café de Quinchía, Risaralda) causó el 80% de la mortalidad en las plántulas de Caturra; el aislamiento 140 (obtenido de un árbol de café de la Subestación Experimental de Floridablanca en Santander) causó el

90% de las muertes de Típica, y los aislamientos 140 y 155 (originados de plantas de café de Santander y Norte de Santander, respectivamente) causaron 46,6% y 28,5% respectivamente de las muertes en árboles de BMR. Utilizando los aislamientos 117 y 140 (más patogénicos), se inocularon plantas pertenecientes a 13 progenies avanzadas de Borbón resistente x Caturra, observándose la persistencia de la resistencia en todas las progenies evaluadas con grados variables de dicha cualidad, sobresaliendo 4 progenies con plantas que mostraron ser moderada y altamente resistentes, al sobrevivir al patógeno en más del 80%, en comparación con la variedad Caturra, que presentó un 100% de mortalidad.

Con el mismo objetivo se inocularon plantas de 9 meses de edad (en bolsa) de progenies F2 del cruzamiento entre Híbrido de Timor X progenie 664 (del cruce Borbón resistente a macana x Caturra) con un aislamiento altamente patogénico de *C. fimbriata*, mostrando un 10% de plantas muertas, 26,8% con resistencia baja, 34,4% con resistencia intermedia y 39% con resistencia alta. Estas plantas tienen el beneficio de presentar resistencia completa a la roya. Igualmente, utilizando un aislamiento altamente patogénico del hongo, se inocularon plantas de 10 meses de edad de 12 progenies de la especie *C. canephora*, y no hubo muerte de plantas en ninguno de los casos, con un promedio de formación de tejidos de cicatrización alrededor de la lesión causada por el patógeno del 44%, mientras que en el resto de las plantas hubo establecimiento del hongo pero no avance.

En el área de control químico se buscó mejorar la eficiencia de aplicación de fungicidas en el control preventivo de la Llagu macana en zocas de café, evaluando la aplicación convencional (aspersión) y la aplicación de contacto, (diseño basado en el selector de arvenses). Mediante un analizador de imágenes (programa Matlab), se calculó el porcentaje de área de zoca cubierta por el colorante azul de metileno en tarjetas cromacote con una aspersora Triunfo 40-100-10 PPR, y por un trazador fluorescente en la superficie de las zocas con el aplicador.

El mayor cubrimiento se obtuvo con la aspersión, 99,9% de área cubierta de las zocas, utilizando la boquilla TX-3 (190ml/min), a la altura de 10cm y con 3 segundos de aplicación, mientras que con el aplicador se obtuvo un

84,5% de área cubierta realizando 3 pases sobre la zoca. Una prueba biológica en laboratorio, utilizando el fungicida Derosal (carbendazim) e inoculando *Ceratocystis fimbriata*, indicó que la aspersión del fungicida logró un 93,75% de control con una dosis de 4ml de producto comercial/litro de agua, mientras que con el aplicador el control fue del 100%, con una dosis de 12ml de pc/ litro agua.

Posteriormente, se compararon los dos métodos teniendo en cuenta el rendimiento de la aplicación en zocas de café. La aspersión presentó el menor tiempo de aplicación por zoca, con un promedio de 2,04 segundos y un jornal/ha de 10.000 árboles, pero el mayor volumen de mezcla (5,8ml/zoca) y por ende, mayor cantidad y costo del producto comercial (232ml/ha y \$12,374,88/ha), además de las pérdidas de volumen de 1,59ml al pasar de una zoca a otra, equivalente al 27,4% del volumen aplicado. Con el aplicador se logró disminuir en un 70% el volumen de mezcla utilizado (0,17ml de mezcla/zoca, a una concentración de 12ml pc/L) lo cual, equivale a 1,7 litros mezcla/ha, con una cantidad de 20,4ml pc/ha (reducción de un 91%) y un costo de \$1.088, /ha, sin pérdida alguna del producto y con un jornal/ha.

Con el fin de profundizar en el conocimiento de la biología del agente causante (*Ceratocystis fimbriata* Ellis & Halst.) en la zona cafetera colombiana, y buscar alternativas en el control biológico mediante el uso de la hipovirulencia, se realizó un estudio con 50 aislamientos del hongo obtenidos en 11 departamentos del país, que consistió en su caracterización morfológica, cultural, patogénica y molecular, empleando un amplio conjunto de técnicas. Los resultados de la investigación demuestran gran variabilidad de los aislamientos de *C. fimbriata* en todos los aspectos evaluados. Se diferenciaron cuatro clases patogénicas (aislamientos hipovirulentos, poco virulentos, moderadamente virulentos y virulentos), que correspondieron a los más virulentos (8 aislamientos) aquellos que causaron una tasa de muerte de plantas de café variedad Caturra mayor de 0,7 plantas/mes, un anillamiento completo del tallo en más del 80% de las plantas inoculadas y longitudes de lesión de llaga macana que sobrepasaban los 6,5cm. Los aislamientos hipovirulentos (10 aislamientos) tan sólo alcanzaron una tasa de muerte de 0,04 plantas/mes, un porcentaje de anillamiento completo menor del 10% de las plantas inoculadas y tamaños de lesión inferiores a 4cm de

longitud. Genéticamente se destaca la presencia de dos grandes grupos, de acuerdo con los análisis obtenidos mediante el empleo de las técnicas PCR-RFLP de regiones ITS y RAPD, lográndose la clonación de los fragmentos ITS del rDNA de dos aislamientos representativos de dichos grupos genéticos, lo cual abre la posibilidad de profundizar en el estudio de la estructura poblacional de *C. fimbriata* en la zona cafetera colombiana mediante el análisis directo de las secuencias de estas regiones del genoma.

En cuanto a la naturaleza de la hipovirulencia, fue posible detectar la presencia en algunos aislamientos del hongo de dos clases de moléculas de dsRNA (3 Kpb y 6,5 Kpb), aunque no se encontró ninguna relación entre las características patogénicas de los aislamientos y el hallazgo de estas especies moleculares. Igualmente, para corroborar la posible hipovirulencia de 3 aislamientos se inocularon plantas de 15 meses de edad de la variedad Caturra, encontrando un promedio de 48% de plantas anilladas, observándose poco avance de la lesión en el resto de las plantas.

La mancha de Hierro. La enfermedad conocida como mancha de hierro, causada por el hongo *Cercospora coffeicola*, ataca hojas y frutos del café con amplia incidencia y severidad en la zona cafetera del país, especialmente en cultivos establecidos a plena exposición solar y pobres en nutrimentos en los cuales puede ocasionar hasta el 30% de pérdidas económicas en la cosecha. Varios registros por parte de los caficultores han sugerido un aumento en la incidencia de esta enfermedad, debida en parte a las condiciones climáticas húmedas presentes en los dos últimos años.

Un primer aspecto bajo estudio consistió en determinar el efecto del suministro de nutrimentos como un factor esencial involucrado en el desarrollo de la enfermedad. Con el fin de garantizar altos porcentajes de hojas infectadas y de número de manchas por hoja, se seleccionó previamente el aislamiento Cc9902 (Maracay, Quindío) por su alta patogenicidad, determinándose el potencial de inóculo (UFC) y el método adecuado de inoculación. Se utilizaron cafetos de la var. Colombia de 85 días que crecían en acuicultura en concentraciones de 100, 75, 50, 25 y 0% del 50% de la solución de Hoagland original y las variables de respuesta se calificaron en los dos primeros

pares de hojas. Cafetos sometidos a estrés nutritivo antes y después de inoculación, se inocularon por aspersión total dirigida al envés con $3,9 \times 10^3$ ($n=7$) UFC/ml y se determinó que el porcentaje de hojas enfermas y el número de manchas fue inversamente proporcional a la concentración de la solución nutritiva. A los 28 días después de la inoculación se presentó el 66,12% y 27,08% de hojas enfermas para concentraciones de 0% y 100%, respectivamente. En el mismo orden, el número promedio de manchas por hoja fue de 96,64 y 7,72. El primer par de hojas fue más susceptible al ataque de la enfermedad con el 80% de hojas afectadas y el segundo par alcanzó el 63,3%. En cafetos con solución nutritiva superior al 75%, el período de incubación fue más largo y en muchos casos las lesiones no se desarrollaron.

Un segundo aspecto a estudiar fue el efecto de niveles de fertilización en la Mancha de Hierro en frutos de café, donde no observó efecto de los niveles de fertilización con nitrógeno y potasio solos o en combinación, en la incidencia y severidad de esta enfermedad. Los resultados sugieren alguna relación entre los mayores niveles de pasilla y los tratamientos con nitrógeno solo y al presentarse menores niveles con la fertilización en mezcla. El ataque de *C. coffeicola* a frutos de café de las variedades Colombia y Caturra se inicia 90 días después de la floración y alcanza sus niveles máximos dos meses después. Para las condiciones de este trabajo, la var. Colombia presentó en todas las evaluaciones los mayores valores de incidencia, grado de ataque, pasilla, porcentaje de pérdida y menor producción, debidos a la enfermedad, que la var. Caturra. Los mayores porcentajes de frutos afectados se obtienen en el primer pase de cosecha y decrecen a medida que transcurre la misma.

Finalmente, se utilizó el experimento MEG 0196 de pruebas regionales de progenies, establecido en octubre de 1997 en Paraguaicito (Buenavista, Quindío), con el fin de determinar diferencias en la susceptibilidad a la mancha de hierro en frutos, en 39 progenies componentes de la variedad Colombia, respecto a testigos de la var. Colombia comercial y la var. Caturra con y sin control químico de roya del café. Se realizaron cuatro evaluaciones mensuales de incidencia (proporción de frutos enfermos) y severidad (grado de ataque ponderado y porcentaje de pérdida teórico) a partir de los 3,5 a 4 meses de

edad, de diciembre de 1999 a marzo de 2000. Se utilizó un diseño en látice rectangular 6x7. Debido a las condiciones climáticas previas a la floración y por ende, una reducida cantidad de frutos, no se pudo contar con una epidemia representativa, obteniéndose pérdidas estimadas de la producción no mayores del 1%

A pesar de esto, las tendencias preliminares de los resultados obtenidos indicaron que todos los materiales fueron afectados por la enfermedad. Respecto a la incidencia, se apreció variabilidad en las progenies y la mayor parte de los genotipos presentó un comportamiento similar a los testigos de variedad Caturra. El grado ponderado de ataque, el análisis de varianza y la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS), registraron diferencias significativas entre los genotipos. El máximo grado de ataque ponderado fue de 1,3 en la escala de 0 a 5 de Fernández, Mestre y López (1966). En el experimento se presentó una alta incidencia de mal rosado (*Corticium salmonicolor*), el cual afectó el 30% de las ramas marcadas que debieron entonces cambiarse. La investigación se suspendió por razones presupuestales en marzo de 2000, pero se sugiere que se retomen las investigaciones en este sentido con el fin de ofrecer alternativas de manejo en zonas óptimas para el desarrollo de la enfermedad.

A corto plazo, y con la participación del Comité de Cafeteros de Cundinamarca, se inició en el municipio de Sasaima la validación de la recomendación para el control químico de la Mancha de Hierro en frutos.

Interacciones Micorrizas-café. Los trabajos estuvieron enfocados a evaluar el efecto de los sustratos en la micorrización con inóculos naturales y comerciales, así como en la caracterización microbiológica de los suelos, importante en el estudio de las interacciones en la raíz. En este aspecto se probó además la actividad de las micorrizas como controladores biológicos de patógenos radicales. La inoculación de semillas de café en diferentes estados de desarrollo y en diversos sustratos con la endomicorriza *Glomus manihotis* mostró que es una actividad que repercute para las plantas de café en una fase posterior a la de germinador. En esta etapa, a pesar de la influencia que para el desarrollo de la semilla tuvieron los diferentes sustratos (suelo, arena, vermiculita y las asociaciones entre éstos), sólo se inicia un proceso de colonización el cual está

íntimamente ligado al crecimiento de la chapola de café, que es progresivo pero muy lento. En estas condiciones, las exigencias de cada uno de los endófitos para fortalecer la simbiosis no son satisfechas, con lo cual sólo se estimulan procesos de beneficio para las plantas que pueden ser observados y valorados en etapas posteriores. Estos resultados mostraron que la semilla de café puede ser colonizada por una endomicorriza en la medida que avanza el proceso de germinación. La inoculación de chapolas de café en estados más desarrollados (45 días), favorece la colonización por la presencia de la raíz, pero tiene efectos desfavorables en el crecimiento de las plantas durante la fase de almácigo. Igualmente se determinó que el beneficio de la simbiosis sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de café, en la fase de almácigo, depende de una manera directa del sustrato que se utiliza.

En suelos contrastantes por sus condiciones físico-químicas y microbiológicas (suelo de Naranjal, suelo de Convención y suelo de Gigante) *Glomus manihotis* y el inóculo comercial Micorrizar mostraron ser efectivos en la colonización radical pero derivaron de la simbiosis respuestas diferentes en el crecimiento y desarrollo de las plantas, dependiendo del tipo de suelo. Los inóculos comerciales de endomicorrizas continúan mostrando beneficios en el desarrollo de las plantas de café en suelos esterilizados y en suelos con microflora nativa con diferencias estadísticas con las plantas testigo. Sin embargo, la recomendación para el caficultor de su uso, sólo se definirá cuando se conozca la biología de cada una de las especies que participa en esas formulaciones y las relaciones de sinergismo o antagonismo que puedan existir entre ellas.

Al evaluar la presencia y diversidad de microorganismos en diferentes sustratos para almácigos de café y su efecto en el crecimiento de las plantas, en dos suelos contrastantes mezclados con pulpa, gallinaza, cenichaza y lombricompost, se observó una marcada diferencia entre los dos suelos solos y mezclados con el mismo tipo de compuesto orgánico. Se encontró en todos los sustratos, antes y después de sembradas las plántulas, la presencia de esporas de endomicorrizas, con mayor cantidad en los sustratos preparados con lombricompost en proporción 1:3, y en menor cantidad en los sustratos preparados con cenichaza. En todos los tratamientos se obtuvieron altos niveles de colonización, con un rango entre 23% y 57%,

confirmando así la hipótesis en el sentido que estos microorganismos como habitantes naturales del suelo están en simbiosis con las plantas de café. Las plantas sembradas en los sustratos preparados con cenichaza presentaron los más altos niveles de colonización y un mayor desarrollo que las sembradas en los demás tratamientos. En estos sustratos se encontró una gran diversidad de microorganismos, como bacterias pertenecientes al género *Pseudomonas spp.*, *Xanthomonas spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Serratia spp.*, *Shigella spp.*, y *Enterobacter spp.* entre otras. Hongos como *Trichoderma spp.*, *Paecilomyces spp.*, *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Pestalotia spp.*, *Cylindrocarpon spp.*, entre otros, y endomicorizas del género *Sclerocystis spp.*, *Glomus spp.* y *Acaulospora spp.*

Finalmente, con el propósito de controlar *Rosellinia bunodes*, agente causante de la llaga negra del cafeto, se inocularon en plantas de café var. Colombia las micorizas *Entrophospora colombiana* y *Glomus manihotis*, y la bacteria *Burkholderia cepacia*. Transcurridos 5 meses se transplantaron las plantas y se inocularon con *R. bunodes* empleando dos sistemas de inoculación. El análisis estadístico detectó diferencias entre tratamientos, reflejándose un mayor crecimiento de las plantas de café y valores más altos en los niveles de colonización en aquellos tratamientos donde se inoculó *G. manihotis* sólo y en asociación con *E. colombiana*. Con respecto a *B. cepacia*, se observó una alta persistencia de ésta en las raíces de las plantas de café a los 5 y 8 meses después de su inoculación. En cuanto a la actividad metabólica del micelio de las endomicorizas no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos, mostrando un rango de actividad metabólica hifal entre el 60 y 77% en cada una de las especies evaluadas. Las plantas de café inoculadas con *R. bunodes*, 5 meses después de tratadas con los agentes biocontroladores, y evaluadas 3 meses después no mostraron síntomas ni signos de la enfermedad, con ninguno de los 2 sistemas de inoculación empleados. Esta investigación muestra resultados promisorios con la utilización de *Entrophospora colombiana*, *Glomus manihotis* y *Burkholderia cepacia* solos o asociados, como agentes biocontroladores de *R. bunodes*

Interacciones Micorizas-Plátano/banano. Además de continuar con los trabajos de purificación e incremento de

varias especies de micorizas aisladas de raíces de plátano y banano en 6 departamentos cafeteros de Colombia, se está evaluando el efecto de algunas de ellas en el crecimiento, desarrollo y nutrición de plantas de plátano y banano, así como en la protección que ejercen contra los nematodos

En el primer caso, plantas de plátano «Dominico - Hartón» y banano «Gran Enano» provenientes de cultivo de tejidos se inocularon con *Glomus fasciculatum*, *Glomus fistulosum* y *Glomus manihotis* y las mezclas de éstas. La colonización radical por parte de las endomicorizas estuvo entre el 40 y 70%, mostrando que las plantas de plátano y banano poseen un alto grado de dependencia a la micorrización. Los resultados de la primera etapa (90 días después de la inoculación con MA) muestran diferencias significativas, a favor de los tratamientos con la adición de las endomicorizas, en el crecimiento y desarrollo de las plantas, representados en la producción de biomasa y la absorción de fósforo y potasio en ambos cultivos, comparados con los testigos. La especie que mejor comportamiento tuvo en los parámetros mencionados en el cultivo de banano fue *Glomus fistulosum*, y en el cultivo de plátano los tratamientos más efectivos fueron las mezclas *Glomus fasciculatum - Glomus fistulosum* y *Glomus fasciculatum - Glomus manihotis*, en la producción de biomasa. En la absorción de fósforo los mejores tratamientos fueron *Glomus fistulosum* y *Glomus manihotis*, y en la absorción de potasio *Glomus manihotis* fue el mejor tratamiento.

En cuanto al efecto en el manejo de nematodos se inocularon plantas de plátano y banano con *Glomus manihotis* y *G. fistulosum* solos o en mezcla al momento de la siembra para ser evaluadas a los 100, 160 y 205 dds. Estos tratamientos se utilizaron como controladores biológicos de nematodos fitopatógenos en estos mismos cultivos. En la primera evaluación se observó que la colonización radical estuvo en ambos cultivos entre 34 y 74%, indicando que estas plantas se asocian y reciben beneficio por parte de dichas especies de endomicorizas. Ambos cultivos mostraron diferencias significativas a favor de los tratamientos que se inocularon. *G. fistulosum* mostró un mejor comportamiento en las variables de crecimiento y desarrollo en el cultivo de plátano y *G. manihotis* tuvo mejor comportamiento para estas mismas variables en el cultivo de banano; sin embargo, el tratamiento que mostró

los valores más altos en las variables de crecimiento de las plantas fue el de la mezcla de las endomicorizas. Actualmente se está realizando la segunda evaluación para estos tratamientos y la primera para los tratamientos que llevan los nematodos fitopatógenos y las endomicorizas.

El nematodo del nudo radical. Se avanzó este año en los estudios de caracterización molecular para el desarrollo de técnicas de diagnóstico rápidas, la formulación de agentes de control biológico y la identificación de actividades enzimáticas específicas responsables del antagonismo con estos agentes.

Con el fin de identificar especies de *Meloidogyne* provenientes de café, por medio de marcadores moleculares RAPDs, se establecieron poblaciones puras a partir de masas de huevos de hembras individuales provenientes de plantas de tabaco infectadas (*N. tabacum* NC-95) y se mantuvieron en plantas de tomate susceptibles (cv Rutgers). De las raíces infectadas se colectaron los huevos por un método que combina tratamiento con hipoclorito y centrifugación diferencial en sucrosa. Estos huevos se maceraron en nitrógeno líquido y se extrajo el DNA por métodos convencionales. Se lograron amplificaciones de PCR a partir de masas de huevos, juveniles y hembras individuales. Se utilizaron como marcadores fragmentos correspondientes a 309 marcadores RAPDs, obtenidos utilizando primers de 10 bases, e IGS presentes entre los genes de la subunidad II de la citocromo oxidasa y la subunidad 16S del rRNA mitocondrial, para distinguir *M. arenaria* de *M. incognita*, las únicas especies encontradas en el sitio de muestreo. Estas especies se ubicaron filogenéticamente de manera similar a la encontrada en otros aislamientos estudiados en el mundo. Comparados con los patrones perineales, los marcadores moleculares fueron mucho más efectivos para la identificación de las especies de *Meloidogyne*.

Estas técnicas, combinadas con el desarrollo de marcadores moleculares más avanzados (SCARs) pueden proveer un método rápido y seguro de identificación y diagnóstico.

En cuanto a las investigaciones en control biológico de nematodos se adelantaron trabajos de formulación de microorganismos para aplicar al suelo de almácigo. Inicial-

mente se evaluó la patogenicidad y viabilidad del hongo *V. chlamydosporium*, usando polvo de arroz y alginato de sodio. Se evaluó la patogenicidad y viabilidad del hongo *in vitro* (80,25% y 89,1%, respectivamente) y se observó una disminución de estas características al comparar con el hongo no formulado crecido en arroz. Se realizó una prueba *in vivo*, en suelo de almácigo con chapolas de café var. Caturra, para evaluar la patogenicidad y seleccionar la dosis adecuada de la formulación, en la cual se obtuvo control diferente en suelo solo (53,5%) y en suelo con pulpa de café (41,6%).

De igual manera se estandarizó la metodología de formulación granular con las esporas de *B. bassiana* y *M. anisopliae*, utilizando alginato de sodio al 1%. Para la obtención del inóculo de los hongos se siguió la metodología de siembra en dos fases y la obtención de esporas por tamizado, optimizada en la planta piloto de control biológico de Cenicafé. A estas formulaciones, y a las formulaciones comerciales Conidia® y Destruxin®, se les determinó las propiedades biológicas y fisicoquímicas.

Se evaluaron *in vitro* junto con los hongos cultivados en arroz, obteniéndose un porcentaje de huevos parasitados superior al 75%, con todos los tratamientos.

Para la evaluación *in vivo* se realizó un ensayo previo de establecimiento de las formulaciones en suelo con pulpa esterilizado con Dazomet®, con y sin hospedante y tiempos de evaluación 8 y 15 días, presentando todas las formulaciones colonización del suelo, con mejor establecimiento a los 15 días independiente de la utilización de hospedante.

Posteriormente se probó 1g/150g de suelo, de las formulaciones comerciales, hongos cultivados en arroz y diferentes concentraciones de las formulaciones en alginato y hongos molidos, obteniéndose un mayor porcentaje de mortalidad alrededor del 45% con los hongos cultivados en arroz.

Adicionalmente, se hizo una aproximación al entendimiento de los mecanismos biológicos de *V. chlamydosporium* como agente controlador, estudiándose las enzimas que participan en el proceso de lisis de la cubierta del huevo

proteasa, elastasa y quimotripsina, inducida por la presencia de huevos de *Meloidogyne* en medio líquido. Los resultados obtenidos indicaron que *V. chlamydosporium* es un parásito de huevos de *Meloidogyne spp*, con gran potencial para ser utilizados en programas de manejo de este nematodo en almácigos de café.

Fitoplasmas. En el estudio epidemiológico de esta enfermedad se inició la búsqueda de un insecto vector cumpliéndose actividades de colección, cuantificación y clasificación de insectos presentes en las fincas afectadas por "Crespera", ubicadas en los Departamentos de Risaralda, Huila y Caldas.

Los muestreos de insectos se realizaron con jama entomológica y sirvieron para conocer las especies que acompañan el cultivo del café en los sitios donde se encuentra la enfermedad, encontrándose que en general los Cicadélidos (sospechosos de la transmisión) componen un 48% de la población total. Este 48% estuvo conformado por dos grupos diferenciables fácilmente por su color: Cicadélidos color café (27%) y Cicadélidos verdes (21%). En el primer grupo se encontraron individuos con alas transparentes (75%) y otros con alas pigmentadas (25%); Así mismo, entre los Cicadélidos verdes se observaron individuos con cabeza redonda (79%) y otros con cabeza triangular (21%). Estas cuatro especies putativas se destacaron por representar las poblaciones más abundantes, lo que garantiza tener los insectos necesarios al momento de empezar la etapa experimental de este trabajo. Sin embargo, un quinto tipo de individuo, de color negro y pigmentación naranja, se observó también en bajo número sobre las plantas de café. Este es el primer muestreo de especies de Cicadélidos en zonas cafeteras.

Patología de otros cultivos. Como parte de las actividades finales del «Reconocimiento e identificación de enfermedades y plagas en *Cattleyas* colombianas», se realizaron una serie de pruebas ELISA complementarias para la detección de los virus del mosaico del *Cymbidium* (CyMV - Potexvirus) y de la mancha circular del *Odontoglossum* (ORSV - Tobamovirus), con el fin de confirmar los resultados y obtener otros análisis. Comparando pruebas ELISA mediante kits Agdia con peroxidasa y kits Agdia con fosfatasa alcalina se puede apreciar que la enzima peroxidasa presenta un mejor comportamiento en este tipo

de trabajos, al disminuir el porcentaje de resultados «dudosos» o por confirmar. Este último aspecto muestra el efecto que puede tener la interpretación de los análisis en los procesos de diagnóstico.

El consolidado de todo el reconocimiento de los virus CyMV y ORSV en los 32 cultivos visitados durante los años de investigación, arrojaron que de las 437 muestras procesadas en ELISA, el 49,6% registró CyMV, el 5,85% ORSV y el 8,76 la infección conjunta, con resultados dudosos variables entre 0,86 y 5,85%. De esta forma, el 64,2% de las muestras procesadas con sintomatología viral, efectivamente estaban afectadas, siendo considerado el principal problema fitosanitario de estas orquídeas en Colombia, con un 38% de incidencia en las 1119 muestras recolectadas en todo el reconocimiento. Adicionalmente, se verificó la presencia de los virus en muestras controles positivas, y su ausencia en los controles negativos, mediante microscopía electrónica de transmisión, observando las inclusiones virales, partículas rígidas y flexuosas descritas anteriormente. Los resultados obtenidos confirman los registrados en otros estudios para estos virus en *Cattleya spp.* y para otros géneros de orquídeas, en Colombia y en el mundo.

De otro lado, se inició el estudio de uredinales presentes en la zona cafetera con el objetivo de hacer un reconocimiento de las especies presentes, y evaluar su uso como controladores de arvenses. Entre los cien especímenes que se han recolectado se relacionan 7 nuevos registros de hospedantes de la flora uridineana colombiana, 2 nuevos hospedantes al nivel mundial y dos nuevas especies, lo que indica una gran riqueza en la biodiversidad de este tipo de organismos en la zona cafetera.

Otras enfermedades. Se atendieron solicitudes de diagnóstico de ataques de *Colletotrichum* y *Corticium salmonicolor* en flores y frutos de café, al igual que de «muerte descendente» (*Phoma spp.*). En visitas fitosanitarias a cultivos de café en la Meseta de Popayán (Cauca), Sasaima (Cundinamarca) y Aranzazu (Caldas), se constató la alta incidencia de *Phoma spp.* en siembras nuevas (entre 3 a 12 meses) y en brotes de zocas, en lotes ubicados en altitudes entre 1.600 a 1.900msnm. En sitios de gran severidad de la enfermedad se determinó un 90% de plantas afectadas por defoliación completa de las plantas.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

1. MEJORAMIENTO POR RESISTENCIA GENÉTICA A LA ROYA (*H. vastatrix*.)

1.1. Selección por resistencia completa. Selección dentro de las introducciones del Híbrido de Timor existentes en Colombia. Se evaluó un grupo de 23 progenies S_4 seleccionadas dentro de las 4 introducciones originales del Híbrido de Timor (S_0) existentes en Colombia, durante 6 cosechas en un experimento en Naranjal, que incluía las variedades testigo Borbón y Típica.

Respecto a la producción, 13 de estas progenies fueron estadísticamente iguales a la variedad Borbón, protegida contra la roya con control químico.

Algunas de las progenies poseen resistencia completa a la roya y otras están segregando.

Los materiales susceptibles presentan niveles bajos de ataque, indicativos de la presencia de resistencia incompleta. Las introducciones originales del Híbrido de Timor todavía mantienen su resistencia a la roya en Colombia.

Este resultado confirma que estas introducciones son portadoras de combinaciones genotípicas responsables de resistencia durable, y sugiere que la susceptibilidad encontrada en las generaciones avanzadas debe ser producto de procesos posteriores de segregación.

Las mejores progenies de este experimento reúnen atributos sobresalientes de producción, características del grano y resistencia a la roya. Los progenitores que las originaron se conservarán en la colección como un recurso valioso para nuevos cruzamientos.

Avances en la obtención de materiales mejorados de porte alto resistentes a la roya.

Progenies derivadas de cruces entre variedades comerciales con el Híbrido de Timor se han venido seleccionando

una variedad mejorada de porte alto, con resistencia a la roya. Los resultados más destacados correspondientes a generaciones avanzadas de estos cruzamientos, sembradas en 5 experimentos que culminaron en este periodo, son los siguientes:

En 3 experimentos instalados en Gigante, (Huila), Bucaramanga, (Santander) y Albán (Valle), se probaron 29 progenies derivadas de cruces de las variedades Borbón y Típica con el Híbrido de Timor. Contrastes ortogonales demostraron que en las localidades de Huila y Santander las progenies provenientes de cruces con Borbón tienen producciones significativamente mayores que las de las progenies originadas de cruces con Típica, mientras que en Albán las producciones de los dos grupos de progenies fueron estadísticamente iguales.

En las 3 localidades las progenies superaron estadísticamente a las variedades testigo. En 2 experimentos sembrados en Naranjal se evaluaron 49 progenies de generaciones avanzadas de cruces de Borbón y Caturra x Híbrido de Timor.

Las producciones de estas dos clases de progenies son estadísticamente iguales. Ambos grupos de progenies superaron significativamente en producción a las variedades testigo y las igualaron cuando estas variedades se protegieron con fungicidas.

Las características del grano de la mayoría de progenies son sobresalientes, especialmente el tamaño grande de los granos. Respecto a la resistencia a la roya, las progenies presentan niveles bajos de ataque, similares a los de los testigos con control químico.

Las progenies seleccionadas en los 5 experimentos tienen las características presentadas en la Tabla 4.6.

Estas progenies recibirán prioridad en el programa de producción de semilla.

Selección de nuevas progenies de Caturra x Híbrido de Timor. Con el objetivo de ampliar la diversidad genética de los materiales mejorados se adelanta la selección dentro de diferentes poblaciones de Caturra x Híbrido de Timor.

Tabla 46. Progenies de porte alto del cruce de Borbón x Caturra x (Híbrido de Timor) seleccionadas.

Localidad	Progenies Seleccionadas	@ cps/ha-año	GRANOS %			Calif. roya
			V	C	S	
Huila, Sant., Valle	15	264	3,7	9,4	83,5	0
Naranjal	23	284	6,1	9,5	80,3	1,6

y H3029. Los principales resultados referentes a progenies de selección avanzada en estas poblaciones, que se evaluaron en 2 experimentos de Naranjal, son los siguientes.

Los derivados de H3001 tienen producciones notablemente altas, lo cual demuestra que esta población es un recurso valioso de genes para alto rendimiento.

Los genes de resistencia específica a la roya existentes en esta población y en las progenies de selección avanzada derivadas de ella, son compatibles con las nuevas razas del patógeno existentes en Colombia. Sin embargo, numerosas progenies seleccionadas son portadoras de resistencia del tipo incompleto.

Las progenies seleccionadas dentro de las demás poblaciones, especialmente dentro de H3004 y H3005, son fuente importante de genes de resistencia completa que todavía están vigentes; algunas de las progenies susceptibles poseen altos niveles de resistencia incompleta.

Las progenies más destacadas, seleccionadas por producción, características del grano y resistencia a la roya dentro de las poblaciones mencionadas, se consideran como eventuales componentes de la variedad Colombia.

1.2 Selección por resistencia incompleta. Evaluación de progenies de (Caturra X Híbrido de Timor) derivadas de las introducciones CIFIC 1343 y 832/1. Se finalizó la evaluación agronómica de 22 progenies de (CxH.T.) de generaciones F5 y F6. Quince de ellas proceden de los híbridos H.3001, H.3004 y H.3029 en que participa como progenitor el híbrido de Timor de la introducción CIFIC 1343, y siete del HW26-5, que proviene del

CIFIC 832/1. Se evaluó la progenie de plantas que en condiciones de campo presentan lesiones de roya nítidamente esporuladas. La estructura experimental de bloques divididos con dos factores en franjas - con y sin control de roya - permitió identificar además de la variedad Caturra, seis genotipos susceptibles con pérdidas significativas entre 12,1 y 14,7% en el promedio de tres cosechas. Durante el mismo período la variedad Caturra, redujo su productividad en 30,3%. También se identificaron dieciséis progenies con resistencia incompleta, que son indiferentes al efecto depresivo de la enfermedad en la producción. La selección simultánea por atributos agronómicos, características del grano y su reacción a la roya, permitió escoger un grupo de genotipos sobresalientes (Tabla 47).

1.3 Evaluación de la supervivencia relativa de las razas II y XXII de *H. vastatrix*. Con el objetivo de conocer si dos de las razas de roya *Hemileia vastatrix* existentes en Colombia, la raza II (v_5) y la raza XXII (v_5, δ), se diferencian en su capacidad para sobrevivir en un susceptible común, se realizaron dos experimentos bajo condiciones controladas. En el primero se inocularon las razas por separado sobre plantas de variedad Caturra y se evaluaron sus características epidemiológicas: período de incubación (PI), inicio de la esporulación (IE), período de latencia (PL), área de la lesión (AL), área de la lesión esporulada (AE) y cantidad de esporulación por unidad de área de infección (Q).

En el segundo se determinó la capacidad para competir, de las razas después de ser mezcladas en iguales proporciones e inoculadas sobre plantas de Caturra de 4 a 6 meses de edad. La mezcla se mantuvo por dos ciclos de infección sobre el hospedante susceptible y muestras del inóculo de

cada ciclo, fueron inoculadas sobre los diferenciales E y R con el fin de conocer el cambio en la cantidad inicial de las razas.

Para confrontar los resultados obtenidos bajo condiciones controladas con la supervivencia relativa bajo condiciones naturales, se colectaron muestras de inóculo sobre plantas de variedad Caturra en tres lotes experimentales que contienen además progenies de diferentes genotipos del cruce de Caturra x Híbrido de Timor.

La muestra de roya de cada lote se inoculó sobre hospedantes diferenciales determinando la composición genética por virulencia de la población bajo condiciones naturales y sobre variedad Caturra.

Los intervalos de confianza para los promedios de las variables PI, IE, PL, AL, AE y Q, indicaron que no existen diferencias estadísticas significativas entre las dos razas para ninguna de las características epidemiológicas evaluadas.

Esto significa que las razas II y XXII inoculadas por separado sobre la variedad Caturra, no mostraron diferencias en su comportamiento patogénico. Sin embargo, cuando las razas II y XXII se inocularon en mezcla sobre Caturra, la raza XXII tendió a disminuir a medida que los ciclos de competencia aumentaron.

Este resultado indicó que la diferencia que existe entre las dos razas se hace evidente sólo cuando éstas compiten en mezcla, afectando negativamente a la raza más compleja.

El espectro de reacción de los diferenciales a la inoculación con las muestras de inóculo tomado bajo condiciones naturales, sobre la variedad Caturra, indicó que las muestras estaban conformadas por más

de una raza y que la raza XXII no es la predominante en la población, como tampoco lo son razas muy complejas.

Esta es la primera investigación que estudia la habilidad competitiva en mezclas de dos razas de *H. vastatrix*, una de ellas más compleja genotípicamente que la otra.

Los resultados obtenidos son de interés para el mejoramiento genético, especialmente si el efecto detrimental obser-

Tabla 47. Progenies seleccionadas entre 1999 y el 2000, de Caturra x H. de Timor con resistencia incompleta a la roya del café

Árboles Seleccionados	@/Ha-año (cps.)	Altura planta 25 meses(cm)	Características de grano		
			% vano	% caracol	% supremo
89/2 #1960	500,9	125,3	7,1	15,8	75,6
89/2 #1970	504,6	124,2	4,7	17,6	74,9
89/2 #1948	498,7	119,3	5,5	16,2	77,4
89/4 #77	531,8	138,8	4,9	11,8	77,1
89/2 #1965	557,8	125,0	5,9	15,3	78,7
89/4 #76	524,0	153,2	5,7	12,6	72,6
MEG0237 #71	595,2	125,0	4,0	10,2	87,9
MEG0237 #741	483,2	130,0	4,5	14,3	75,2
MEG0237 #202	739,2	145,0	3,7	14,3	79,3
MEG0237 #206	624,0	140,0	2,7	15,8	76,0
MEG0237#54 1	496,0	120,0	4,0	12,0	79,4
MEG0237 #545	572,8	130,0	4,0	14,8	80,6
MEG0237 #550	560,0	135,0	3,0	14,0	86,2
MEG0237 #313	563,2	140,0	7,0	9,4	82,0
MEG0237 #318	582,4	150,0	4,3	10,8	76,2
MEG0237 #901	556,8	130,0	6,3	9,4	69,8
MEG0237 #905	675,2	145,0	5,0	12,4	83,0
MEG0237 #41	620,8	130,0	4,3	12,8	78,4
MEG0237 #811	598,4	125,0	4,0	12,5	82,8
MEG0237 #820	700,8	130,0	5,0	13,1	78,0
MEG0237 #273	492,8	145,0	4,7	12,3	79,6
MEG0237 #670	684,8	155,0	5,3	8,4	86,2
Caturra	441,3	148,4	4,1	9,8	64,7

vado en la raza XXII ocurre con otras razas más complejas. Si esto ocurre, podría pensarse que la selección de diferentes genotipos de resistencia, válidos contra razas relativamente simples, haría innecesaria la piramidización de numerosos genes de resistencia en una misma planta, ya que las razas muy complejas no predominarían en la población del patógeno.

1.4 Comportamiento de la roya en variedades susceptibles y en lotes comerciales de variedad Colombia. Pérdidas en producción en períodos de alta epidemia de *Hemileia vastatrix*. En tres experimentos de campo sembrados en 1996, se evaluó la progenie de 68 plantas de generaciones F4, F4RC1, F5, F5RC1, F6 y F7, derivadas de dieciséis cruzamientos, en trece de los cuales participa el Híbrido de Timor como progenitor, en dos la especie *canephora*, y uno la introducción N.197 de *C. arabica* que porta el gen SH5. Los tratamientos se dispusieron de acuerdo a la estructura de bloques divididos con dos factores en franjas (con y sin control de roya). Se incluyeron como testigos las variedades Caturra (susceptible) y Colombia (resistente).

En condiciones favorables a la enfermedad se cuantificó el efecto de la roya sobre el potencial productivo de las plantas, para lo cual se seleccionó el período de cosecha recolectado entre julio/1998 y junio/2000, durante el cual, la magnitud de la interacción genotipo x control, fue estadísticamente significativa. De las progenies evaluadas, diecinueve presentaron una reacción diferencial frente a la roya, reduciendo significativamente su potencial productivo; en tanto que las

cuarenta y siete restantes y la variedad Colombia fueron indiferentes al efecto depresivo de la enfermedad (Tabla 48).

Información complementaria sobre el muestreo de la roya en lotes comerciales de variedad Colombia. Se recibió información procedente de los Departamentos de Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Risaralda y Santander, sobre la incidencia y severidad de la roya en lotes comerciales de variedad Colombia.

Con esta información, junto con la recibida el año anterior, se completan registros de 1264 fincas de 11 Departamentos.

Los resultados de las calificaciones de la enfermedad en la muestra total analizada se presentan en la Figura 17. Se

Distribución de frecuencia 1264 fincas en 11 Departamentos

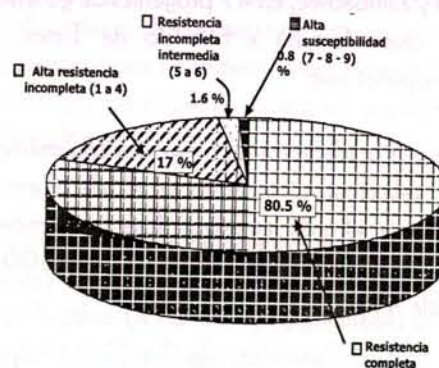


Figura 17. Incidencia y severidad de la roya en la variedad Colombia

Tabla 48. Efecto depresivo de la roya en la producción de genotipos susceptibles de diferente origen.

Derivados	Nº progenies Susceptibles	% Medio de Pérdida 1/	Rango de Pérdidas (%)	
C (C x H.T.)	10	22,7	12,1	39,8
Cy (C x N.197)	2	39,0	31,2	46,9
(C x H.T.)	6	29,5	11,3	47,8
C (C x CAN)	1	23,8	-	-
V. Caturra	-	46,8	40,8	52,5

$$1/ \quad \%Pérdida = \left\{ \frac{\text{Prod. con control} - \text{Prod. sin control}}{\text{Prod. con control}} \right\} * 100$$

concluye que la resistencia que posee la variedad Colombia, continúa protegiéndola contra la roya en la gran mayoría de la región cafetera nacional.

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

Las actividades más importantes en este proyecto durante el período correspondiente están relacionadas con la identificación de resistencia en germoplasma de Cenicafé mediante pruebas efectuadas en el CIFC, Portugal, en condiciones de laboratorio y con el desarrollo de germoplasma de origen colombiano en experimentos instalados en Zimbabwe, con la finalidad de evaluar la resistencia al CBD en condiciones de campo.

Pruebas efectuadas en el CIFC. Se evaluó la resistencia a 4 aislamientos de *Colletotrichum* procedentes de Camerún, Malawi, Kenia y Zimbabwe, en 47 progenies de generación avanzada del cruce Caturra x Híbrido de Timor. Los resultados principales son:

1. Por primera vez se identificaron progenies con resistencia a los cuatro aislamientos, incluyendo el de Camerún, considerado como el más agresivo. Esta resistencia se encontró en descendientes de los híbridos H3004 y H3005 (Tabla 49).
2. Algunas de las progenies con resistencia a los 4 aislamientos provienen de progenitores que ya habían sido

identificados como productores de descendientes con resistencia hasta a 3 aislamientos. La consistencia de estos resultados confirma que la resistencia detectada efectivamente está gobernada genéticamente y por tanto, las plantas que la poseen se constituyen en un recurso genético valioso.

3. La mayoría del material con resistencia a los 4 aislamientos es sobresaliente agronómicamente, lo cual aumenta la importancia del resultado.

4. En la descendencia del híbrido H3001, solo se han encontrado descendientes con resistencia a los aislamientos de Malawi, Kenia y Zimbabwe, solos o en combinaciones.

Experimentos instalados en Zimbabwe. Treinta y ocho genotipos sembrados en febrero de 1999 en 4 sitios en Zimbabwe, cumplieron 20 meses de edad en el campo. Hasta el momento su desarrollo vegetativo es normal, lo cual hace prever que la evaluación de la resistencia a la enfermedad, que se iniciará el próximo año, podrá ser realizada sin obstáculos importantes.

3. CONSERVACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA DE CAFÉ.

Conservación y evaluación. El proyecto tiene por objetivo conservar, evaluar, documentar, ampliar y utilizar los recursos genéticos del café en Colombia. En este año cafetero las actividades principales estuvieron relacionadas con la documentación y reorganización del Banco de Germoplasma.

Tabla 49. Cantidad de progenies resistentes a diferente número de aislamientos de *Colletotrichum kahawae* según su origen y la clase de aislamiento

Híbrido (Cat. X H.T.)	Cantidad de progenies con resistencia				
	Número de aislamientos				
	4	3	2	1	Total
H 3004	3	3			6
H3005	5	18	5	2	30
H3001		7	3	1	11
Total	8	28	8	3	47

En la primera labor, se mantuvo actualizada la información relacionada con los principales lotes de germoplasma, incluyendo las nuevas siembras. En cuanto a la reorganización, se documentó y estudió la información de los experimentos MEG05.04, y MEG05.19.

El experimento MEG05.04 se sembró como parcelas de observación con progenies de cruzamientos sencillos, dobles y retrocruzamientos de Caturra x H. de Timor, con el objetivo de acumular genes de resistencia del último progenitor. Como resultado de su estudio se determinó eliminar el experimento y conservar 41 plantas (27 de fruto rojo y 14 amarillas) de 12 progenies (1 a 5 plantas por progenie), resistentes a roya, 0 a 2 en la escala, con 7,0% en promedio de frutos vanos, 11% de granos caracol y 70% de café supremo.

El experimento MEG05.21, "Propagación de progenies de Caturra por introducciones portadoras de genes Sh", se sembró con el objetivo de recombinar los genes de resistencia a la roya Sh1 a Sh5, con las buenas características agronómicas de las variedades comerciales. Al final del estudio se decidió eliminar el lote y seleccionar y conservar plantas con más de 70% de café supremo, menos de 10% de granos caracol y de frutos vanos. Y con baja infestación por roya, 3 o menos en la escala de Eskes.

Se amplió el germoplasma con 111 selecciones realizadas en los diferentes experimentos de la disciplina que fueron clonadas en los lotes de conservación como parte de la colección de trabajo. En general, son plantas de diferentes orígenes, que provienen de cruzamientos con el híbrido de Timor o con *C. canephora* y combinan la resistencia parcial o total a la roya con buenas características agronómicas.

Dentro de las labores de mantenimiento se registró periódicamente el estado de las diferentes introducciones, y además de las labores agronómicas normales se hicieron podas, zoqueos y se reemplazaron plantas muertas.

Capacidad discriminante de algunos metabolitos secundarios del café verde de la variedad Colombia y otros genotipos de interés. Se concluyó un estudio sistemático de la composición de derivados hidroxicinámicos, diterpenos y alcaloides de los granos de café verde, de diez genotipos que incluyen a las variedades de *C. arabica*

Caturra y Típica, a tres introducciones de *C. canephora* (BP4, B46 y Centro 1), a las tres introducciones del Híbrido de Timor, 832, 2252 y 1343, a la primera generación del cruce de Caturra x Híbrido de Timor y a generación avanzada de la variedad Colombia,

En los derivados hidroxicinámicos se encontraron diferencias cuantitativas y compuestos que permitieron discriminar los cafés estudiados.

El ácido 5-p-cis-cumaril-(4'-O-b-D-(6"-O-trans-(4"-hidroxi) cumaril) glucopiranosil) quínico, se encontró en la variedad Típica pero no en Caturra, el ácido 3,4-cafeilferuloilquínico está presente en las introducciones 832 y 2252 del Híbrido de Timor pero no en la introducción 1343, el ácido 4,5-cafeilferuloilquínico está presente solamente en las variedades de *C. arabica*, el *ácido 4-feruloilquínico no se encontró en las introducciones de *C. canephora* pero sí en los demás materiales. También se encontraron diferencias en los derivados hidroxicinámicos glicosidados, principalmente entre las introducciones de *C. canephora*, las cuales presentaron tres compuestos que en el resto de genotipos no se detectaron. Uno de los compuestos se identificó parcialmente como un glucósido del ácido dicafeilquínico.

Los compuestos más importantes de la fracción glicosídica, presentes en todos los genotipos, se identificaron como *ácido 5-cafeil-(4'-O-a-D-glucopiranosil) quínico y *ácido 5-feruloil-(4'-O-a-D-glucopiranosil) quínico. Con base en el contenido de cada uno de los derivados hidroxicinámicos, se realizó la comparación de estos compuestos en todos los genotipos por análisis multivariado. Este los separó en cuatro grupos, uno conformado por las tres introducciones del Híbrido de Timor, la variedad Caturra de *C. arabica*, la primera generación del cruce de Caturra x Híbrido de Timor y la variedad Colombia, otro por las introducciones BP46 y Centro 1 de *C. canephora*, un tercero por la introducción BP4 de *C. canephora* y el cuarto grupo por la variedad Típica de *C. arabica*.

En los compuestos diterpénicos se encontraron diferencias en el contenido total que separaron las variedades de *C. arabica*, la introducción 2252 del Híbrido de Timor y la variedad Colombia del resto de genotipos. También se

identificaron diterpenos que pueden discriminar algunos de los genotipos: el *11,12-dehidrokawheol, que se encontró en la variedad Típica de *C. arabica* pero no en la variedad Caturra, los diterpenos, 16-O-metil cafestol y *16-O-metil kawheol que se encontraron solamente en los cafés de *C. canephora*, y el kawheol, el 15,16-dehidrokawheol y el 13,16-dehidrokawheol, que se encontraron en las dos variedades de *C. arabica*, en las tres introducciones del Híbrido de Timor, en la variedad Colombia y en la primera generación del cruce de Caturra x Híbrido de Timor, pero no se encontraron en las introducciones de *C. canephora*.

En la comparación de la composición de estos compuestos por análisis multivariado se distanciaron las variedades de *C. canephora* del resto de genotipos y la introducción 2252 del Híbrido de Timor, de la 832 y la 1343. El único alcaloide encontrado en todos los genotipos fue la cafeína. Las diferencias en sus contenidos fueron estadísticamente significativas y de magnitud importante, especialmente entre las introducciones de *C. canephora* y los demás genotipos. De los compuestos estudiados, los derivados de ácidos hidroxicinámicos y los diterpenos son los más eficientes como discriminantes, porque detectan diferencias tanto a nivel inter como intra específico.

La nitidez de las separaciones conseguidas con ellos permiten suponer que pueden ser importantes como marcadores para orientar la selección.

4. MEJORAMIENTO POR HIBRIDACIÓN INTERESPECÍFICA.

El proyecto MEG06.00, Mejoramiento por Hibridación Interespecífica en Café, ha continuado con el desarrollo de poblaciones híbridas con especies diploides,

buscando ampliar la base genética del café cultivado, e incorporar características deseables, especialmente de resistencia, de las especies diploides. En este año cafetero finalizaron los experimentos MEG06.42 y MEG06.43, en los cuales se estudiaron poblaciones provenientes de cruzamientos con diferentes progenitores de *C. canephora*. En el primer experimento se evaluaron las características agronómicas y la productividad de 27 progenies F3RC1, encontrándose que la mayoría de las plantas tenían resistencia completa a la roya derivada del progenitor de *C. canephora*, y características agronómicas y de calidad en grano similares a las de las variedades comerciales (Tabla 50).

Por ser las de mejores características se seleccionaron para la siguiente generación 36 plantas altamente resistentes, de buenas características agronómicas y alta producción. Algunas de estas plantas serán evaluadas dentro del

Tabla 50. Características de las plantas seleccionadas provenientes de cruces de *C. arabica* con *C. canephora*. MEG 06 42.

Progenie	Planta	Vanos	Caracol	Supremo	Roya
DO 660	232	4,2	10,3	88,0	0
DO 660	237	4,8	11,6	78,9	0
DO 660	238	4,5	11,3	85,5	0
DO 660	354	3,9	11,2	86,8	0
DO 660	359	7,4	11,2	89,5	0
DO 822	219	4,2	12,4	86,4	2
DO 822	522	7,5	7,9	86,9	2
DO 822	525	2,2	6,5	82,1	0
DO 830	288	4,8	12,4	89,5	0
DO 830	416	4,4	13,5	73,3	0
DO 830	417	5,4	14,1	79,8	0
DO 830	420	5,9	15,1	82,4	0
DO 833	173	8,8	13,6	76,8	0
DO 833	174	5,4	11,9	80,8	0
DO 833	179	6,8	11,6	85,9	0
DO 833	486	9,5	12,6	77,7	0
DO 833	489	4,0	12,2	76,1	0
DO 836	511	5,2	10,9	72,5	0
DO 839	252	8,0	14,2	79,4	0
DO 839	253	2,9	8,4	73,8	0
DO 839	583	5,4	11,8	83,0	0
DO 839	585	6,4	8,8	82,6	0
DO 839	588	4,9	9,4	82,3	0

proyecto MEG02, "Mejoramiento para resistencia incompleta a la roya".

En el segundo experimento se evaluaron 26 progenies F2RC2. Nuevamente las progenies mostraron resistencia a la roya, que, aunque no fue tan alta como en el experimento anterior debido al segundo retrocruzamiento, si fue mayor que la de los testigos y de interés comercial.

Las características agronómicas, de calidad y la producción volvieron a estar cerca de las comerciales.

Se seleccionaron para avanzar a la siguiente generación, 32 plantas, que además de su resistencia a la roya tienen muy buena producción y características agronómicas.

Por otra parte en este año se llevaron al campo dos nuevos experimentos, MEG06.56 y MEG06.57, con poblaciones F1RC1 y F2RC1 provenientes de cruzamientos con nuevos progenitores de *C. canephora*, con lo que se continúa diversificando las poblaciones disponibles para utilizar bien sea en otros proyectos de la disciplina, como ya está ocurriendo, o en futuras evaluaciones regionales.

5. BÚSQUEDA DE FUENTES DE RESISTENCIA GENÉTICA A LA BROCA (*Hypothenemus hampei*), EN GERMOPLASMA DE CAFÉ.

El proyecto tiene por objetivo evaluar el germoplasma colombiano de café, buscando fuentes de resistencia al insecto. Se presentan los resultados del experimento MEG0816, "Evaluación por resistencia a la broca en introducciones de *C. arabica* de la provincia de Kaffa", sembrado en el municipio de Supía (Caldas). Se evaluaron 28 introducciones silvestres y semisilvestres recolectadas por la misión de la FAO de 1964 a Etiopía y como testigo la variedad Caturra. Se utilizó un diseño completamente al azar con 29 tratamientos y diez repeticiones con la planta como unidad experimental. La evaluación se hizo al momento de la cosecha recolectando los frutos maduros de cada planta, contando hasta quinientos y de ellos los

brocados. Luego se tomaron hasta 25 cerezas brocadas y se contaron las almendras brocadas. Las 23 evaluaciones se iniciaron en abril de 1997 y finalizaron en septiembre del año pasado, cuando la infestación disminuyó drásticamente por el clima.

Se calculó el porcentaje de infestación acumulado por planta para cada semestre evaluado y el acumulado para el período del 97B al 99A, que fueron los que registraron mayor infestación por broca, y la frecuencia de almendras brocadas en los frutos brocados para los mismos períodos. Se hizo análisis de varianza para el porcentaje de infestación en cerezas y en almendras provenientes de frutos brocados por semestre y acumulado, y la prueba de separación de medias de Dunnett. Estos análisis revelaron que la mayoría de las introducciones tenían menor frecuencia de frutos brocados que el Caturra, tanto en las evaluaciones hechas en los semestres con mayores poblaciones de broca como en el acumulado de los períodos de mayor infestación. Por el contrario, no se observan muchas diferencias entre las introducciones evaluadas y el testigo en cuanto al daño en almendra, una vez la broca penetra la cereza del café. Esto significa que en estos genotipos no hay, en la pulpa o en el pergamino, ningún mecanismo de no preferencia a este insecto. Las diferencias observadas en un semestre en esta variable se atribuyeron a que la penetración se había iniciado más temprano en los genotipos con alto grado de infestación, como el testigo.

Se encontraron algunas introducciones que, aunque en presencia de altas poblaciones de broca presentan infestaciones mayores del 12% (superiores a las permitidas comercialmente), tienen consistentemente 15% menos infestación que Caturra, y menos almendras dañadas en cerezas brocadas. No se tiene una explicación del porqué de estas diferencias. Por otra parte, estos materiales silvestres tienen varias características agronómicas indeseables, que impiden su uso comercial, por lo que por el momento sólo tienen interés dentro del programa de Fitomejoramiento.

6. CULTIVO DE TEJIDOS

Embriogénesis somática. Cerca del 80% de un grupo de genotipos evaluados por su capacidad embriogénica directa e indirecta (ESD y ESI) tienen una respuesta embriogénica

baja o nula (recalcitrantes). Para aprovechar estos genotipos se evaluó nuevamente su capacidad embriogénica modificando los requerimientos de los medios usados anteriormente. Los resultados indican que la disminución de la concentración de los reguladores hormonales por ambas vías embriogénicas no promueve el aumento de la capacidad de regeneración de estos genotipos, como tampoco el empleo de nuevos reguladores de crecimiento y combinaciones entre estos.

Se continuó la regeneración en genotipos relacionados con la variedad Colombia considerados como de alta capacidad embriogénica, para obtener TE utilizable en otros proyectos de investigación. Solo uno de estos genotipos (Bl.625) reprodujo su capacidad embriogénica alta; los demás (BK.620, Bl.698 y BK.50) mostraron una respuesta embriogénica menor a 18%, resultado que podría atribuirse a condiciones del clima desfavorables en 1999.

7. TECNICAS DE TRANSFORMACIÓN GENÉTICA

Se evaluaron dos sistemas de transformación genética de *Coffea arabica* var. Colombia: el disparo de micropartículas o biolística y el cocultivo con *Agrobacterium*. Con el sistema de *Agrobacterium tumefaciens* se logró la regeneración de plántulas de café transformadas con el gen marcador *gusA*, mientras que con el sistema de biolística tan solo se ha logrado la expresión transitoria del gen *gus*. Las plántulas transformadas con *Agrobacterium* iniciarán pronto la fase de invernadero.

Biolística. Se iniciaron trabajos para transformar eficientemente suspensiones celulares del genotipo BK620 mediante la tecnología de bombardeo de partículas. Para ello se procedió a optimizar algunas de las variables que afectan la eficiencia de la transformación, utilizando el vector pC2301, que contiene el gen *gusA* y que genera una coloración azul al tratar con el sustrato X-glu al tejido transformado. Se evaluaron diferentes concentraciones de osmótico (manitol-sorbitol 0,25M y 0,5M) aplicados 20 y 4 horas antes del bombardeo, presión de bombardeo de 900psi, 9cm de distancia al tejido blanco, 1cm de distancia de onda de choque, 1 disparo y 5ml del DNA de concentración 1mg/ml. Los resultados mostraron que la mayor expresión transitoria del gen *gusA* se encontró cuando las células se

trataron 4 horas antes con 0,5M de manitol-sorbitol (78996 puntos azules/g de tejido en promedio), comparado con el testigo sin osmótico (5060 puntos azules/g).

Para evaluar la velocidad de las partículas y la distancia del tejido blanco, se ensayaron 2 presiones de helio (450 y 1550psi) y 3 distancias a las cuales se colocó el tejido para el disparo (6, 9 y 12cm). La expresión transitoria del gen *gusA* fue mayor cuando se utilizó una presión de helio de 1550psi y una distancia blanco de 9cm. Cuando se utilizó una menor presión y una distancia mayor (12cm) el número de puntos azules/g disminuyó, lo mismo que cuando se bombardeo con 1550psi y una distancia del tejido blanco de 6cm. La eficiencia de la transformación mediante biolística, mejoró sustancialmente comparándola con los resultados obtenidos el año anterior, en donde el máximo número de puntos azules obtenidos fue 409, utilizando la mismas condiciones. Estas pruebas servirán para evaluar la actividad estable y temporal de promotores propios de café, que son una alternativa al uso de promotores comerciales.

Agrobacterium tumefaciens. Las cepas de *Agrobacterium tumefaciens* (*At*) EHA105 y LBA4404 se probaron en la transformación estable de suspensiones celulares de café con los plásmidos pC1301 y pC2301, que contienen el gen reportero *gusA*. Se evaluaron algunos de los factores que intervienen en el proceso como son el tipo de plásmidos, tipo de tejido, edad del explante, genotipo, tiempos de sonicación, tiempos de cocultivo y tiempos de precultivo. El tejido embriogénico (TE) se expuso a sonicación por 0, 60, 120 y 300 segundos, encontrando que con 300 segundos la expresión transitoria fue mejor, posiblemente debido al alto número de lesiones que favorecen infección del *Agrobacterium* en el tejido foliar.

El cocultivo en medio sólido aumentó la eficiencia de transformación con respecto del medio líquido, efecto de una mejor colonización de la bacteria. Entre los tiempos de precultivo evaluados, 0, 1, 2 y 3 días, el último produjo la mayor expresión del gen, y de los tiempos de cocultivo evaluados (2,3,4,5,6,7 y 8 días) el de 5 días incrementó la expresión transitoria del gen y la integración del DNA en el genoma de la planta. El TE temprano presentó una mayor expresión transitoria del gen *gusA* que el diferenciado,

lo cual podría deberse a que su pared celular es más permeable beneficiando la penetración de la bacteria o al estado fisiológico de las células. Las suspensiones embriogénicas se postcultivaron por 6 días en medio líquido con cefotaxime. La eficiencia de transformación de las suspensiones embriogénicas de los genotipos BI.625 y BK.620 fue alta. Dado que estos genotipos tienen también una capacidad embriogénica alta (superior a 50 %), se deduce que genotipos similares son recomendables para transformación. La selección del TE con higromicina y geneticina mostró la inhibición de las células sin transformar, lo que permitió la separación manual de los embriones somáticos transformados. Estos resultados indican entonces las mejores condiciones para transformación por esta vía.

De otro lado, se encontró que la eficiencia de la transformación transitoria (número de puntos azules/gramo de peso seco de TE) está directamente relacionada con la expresión estable, ya que en todos los ensayos en los que se obtuvo una expresión transitoria mayor a 50,000 puntos, se produjeron embriones somáticos que originaron plantas transgénicas. La presencia del gen reportero *gusA* en el genoma de las plantas se evaluó por medio de amplificación por reacción en cadena de la polimerasa (PCR), encontrándose en un 90 y 80% de las plantas regeneradas para los plásmidos pC2301 y pC1301, respectivamente.

8. MARCADORES MOLECULARES

En el campo de los marcadores moleculares se trabajaron en Cenicafé los marcadores RAPDs, ITSs e IGSs, optimizando técnicas de extracción de DNA de diferentes tejidos y organismos, y de amplificación de fragmentos para incrementar la reproducibilidad. En el análisis de resultados se utilizó el Análisis de Coordenadas Principales como alternativa al uso de dendrogramas, que fueron también complementados con la aplicación de "bootstrapping". Para la selección de primers representativos para estudios genéticos de poblaciones grandes se aplicó la correlación de Matrices y el Análisis de Multivariado. Igualmente, se asociaron marcadores moleculares a características fenotípicas usando pruebas de asociación de Chi cuadrado. Finalmente, se inició el desarrollo de marcadores SCARs, que son un

avance sobre los RAPDs al ser más reproducibles y permitir otros usos como el screening de librería genómicas.

Evaluación de la diversidad con marcadores RAPDs.

Cenicafé cuenta con una colección de germoplasma constituida principalmente por introducciones de *Coffea arabica* L., recolectadas por las misiones de la FAO y de ORSTOM a Etiopía, el sitio de origen de la especie. Estas introducciones han sido evaluadas para varias características, entre ellas como una fuente de genes de resistencia a la broca del café, *Hypothenemus hampei* F. Como complemento a la evaluación de la colección, se estudiaron 50 introducciones silvestres y Caturra, con el fin de buscar marcadores RAPDs polimórficos entre los individuos, evaluar la diversidad de la colección al nivel molecular y determinar si algunos de esos marcadores podían asociarse a niveles de infestación de la broca. Se evaluaron 51 introducciones con un juego de 5 primers polimórficos, permitiendo reunir los genotipos en 11 grupos usando el coeficiente de similitud de Jaccard y el algoritmo UPGMA, resultado que se confirmó con el análisis de coordenadas principales (Figura 18). Con mayor frecuencia los índices de similitud estuvieron entre 0,6 y 0,8, que es un nivel significativo de diversidad intraespecífica. Un 92% de estas introducciones etíopes de *C. arabica* son diferentes a Caturra y podrían usarse en una propuesta de mejoramiento genético. Con la prueba de Chi cuadrado se encontró asociación entre los marcadores OPK15₅₀₇, OPK18₁₀₇₀ y OPK16₉₂₀ y el marcador fenotípico "Resistencia a Broca" con una confiabilidad del 97,5%.

Marcadores a resistencia incompleta. En el campo de la resistencia incompleta a roya, se inició la búsqueda de marcadores RAPD asociados con esta característica por medio del Análisis de Segregantes Agrupados (BSA), usando una población consistente en progenies F4, F5 y F6 obtenidas del cruce de Híbrido de Timor x Caturra. El número de individuos por bulk fue determinado por la distribución de individuos extremadamente contrastantes de acuerdo a los registros de roya, 6 individuos para el *bulk* de alta resistencia incompleta y 4 para el *bulk* baja. De 208 primers, 198 amplificaron un total de 1541 fragmentos de DNA entre el *bulk*-resistentes y *bulk* susceptibles, de los cuales 76 fragmentos son polimórficos, correspondiendo al 5% de polimorfismo total, con un promedio de 8

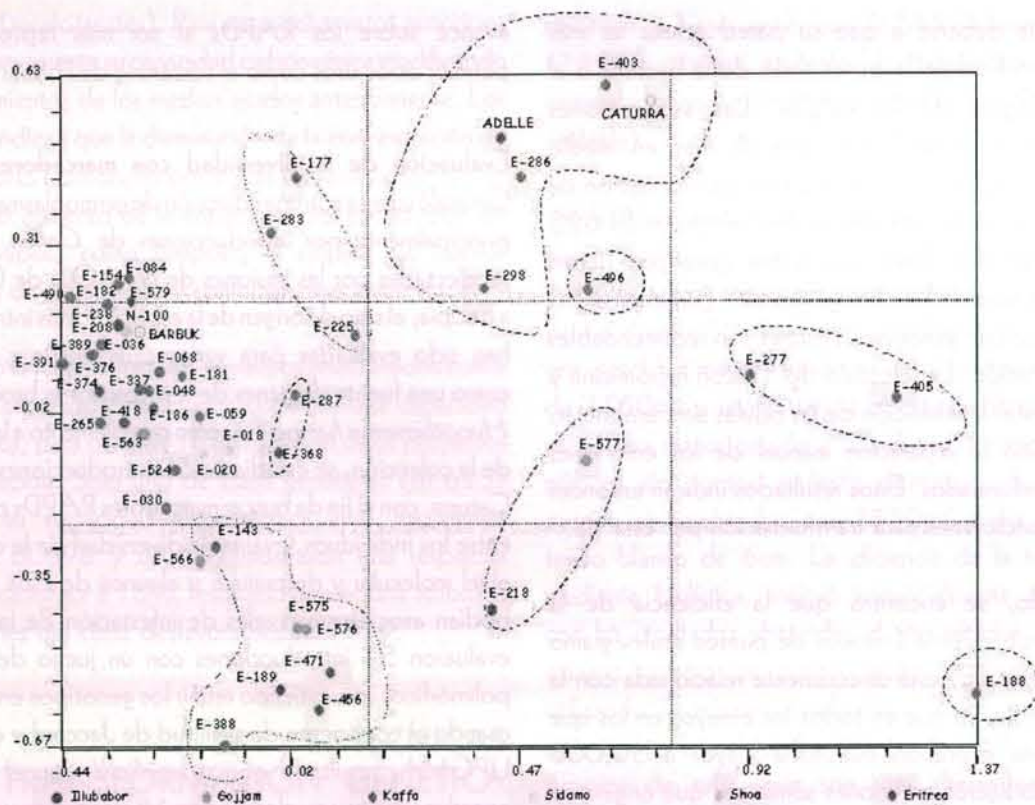


Figura 18. Distribución de los 51 genotipos de la colección de FAO provenientes de Etiopía evaluados con marcadores RAPDs

fragmentos amplificados por *primer* y con un tamaño entre 200 a 2200 pb. 39 fragmentos amplificaron únicamente en el *bulk-resistentes* y 37 fragmentos solo en el *bulk susceptible*.

Los marcadores encontrados facilitarán la selección de materiales con resistencia incompleta del programa de mejoramiento genético de café y extender el BSA para buscar marcadores ligados a otras características de interés agronómico.

9. AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE GENES

Regiones reguladoras en el promotor de arabicina. Para determinar las secuencias responsables de la actividad del promotor de la arabicina, principal proteína de reserva del endospermo de café, se construyeron vectores de prueba

con diferentes fracciones del promotor controlando el gen reportero *gusA*.

Estos promotores se introdujeron posteriormente en tabaco (planta modelo) para observar la acumulación de GUS en las semillas, siendo esta una vía más rápida de evaluación antes de usar café.

Las construcciones se hicieron en los vectores p-GEM y pC1391z, con fragmentos de 249, 450, 930, 1200 y 1500pb contados a partir del codón de iniciación de la proteína. Los insertos se obtuvieron mediante amplificación por reacción en cadena de la polimerasa (PCR) con primers específicos para cada inserto que contenían sitios de restricción compatibles con los vectores. Se obtuvieron colonias con plásmido recombinantes cuando se usó una relación vector/inserto de 3:1. Se comprobó la incorporación de los insertos en los vectores mediante la digestión de las colonias con las enzimas de restricción

Hind III y Nco I. La evaluación de los fragmentos de 450 y 930 pares de bases (pb), permitió observar la expresión del gen *gus* en plantas transgénicas de tabaco. Los resultados de los análisis histoquímicos sugieren que la expresión del gen es más activa en las semillas que en otros tejidos de la planta, resultado esperado por la naturaleza del promotor, presentando el fragmento de 930pb tener mayor actividad que el fragmento de 450pb. Estos resultados también sugieren que existe una homología entre el control de expresión de proteínas en tabaco y en café, lo cual confirma el uso del primero como planta modelo para estudios posteriores.

Genes involucrados en resistencia a hongos. Se adelantaron estudios en la caracterización molecular de genes involucrados en resistencia y reacciones de defensa en *Coffea arabica*, basados en la homología detectada en estos genes entre plantas, con el fin de aplicar esta información a la selección de variedades resistentes o a la generación de nuevas variedades mediante procesos de recombinación y de transformación genética. Para esta caracterización molecular se determinó la presencia en el genoma de café de homólogos de los genes de resistencia genes RGC2J de lechuga (contra *Bremia lactucae*), Cf5 y Cf9 de tomate (*Cladosporium fulvum*), y Rpp1 de Arabidopsis (*Peronospora parasitica*), mediante técnicas de hibridación. Estos genes fueron amplificados con primers específicos, se utilizaron como sondas y se hibridaron con el DNA amplificado de seis genotipos de café: *C. eugenoides*, *C. congensis*, *C. canephora*, *C. arabica* var. Caturra, *C. arabica* var. Colombia e Híbrido de Timor, observándose la presencia de genes homólogos a Cf5 y Rpp1 en los diferentes genotipos de café, y monomorfismo en la longitud de los fragmentos amplificados.

Así mismo, se utilizaron las características comunes de los genes de Resistencia, como la presencia de regiones conservadas que codifican para un sitio de unión a nucleótidos (NBS, Nucleotide Binding Site) o para repeticiones ricas en leucina (LLR, Leucin Rich Repeats), involucradas en la interacción directa con el producto del gen *avr* del patógeno, con el fin de amplificar regiones homólogas en los diferentes genotipos de café usando primers o iniciadores degenerados. De acuerdo con los resultados, se obtuvieron polimorfismos en fragmentos de 500pb correspondientes a codones para regiones ricas en

leucina (LRR), y un fragmento relacionado de 700pb resultó monomórfico. Lo anterior sugiere que el uso de homología entre genes de resistencia es una herramienta válida para buscar e identificar estos mismos genes, o nuevos genes de resistencia, en café.

Genes de resistencia a insectos. Se inició el análisis de Southern Blot del DNA de café con las sondas heterólogas a los genes inhibidores de proteinasas de tomate tipo I y tipo II, del inhibidor de repollo, así como del gen *snowdrop*, una lectina de *Galantus nivalis*. Los ensayos iniciales sugieren que no hay homología entre las sondas empleadas y las secuencias de café; sin embargo, se realizarán nuevos ensayos utilizando ³²P debido a su mayor sensibilidad con relación al marcaje con digoxigenina.

Proteínas de reserva de café. Se continuó con la identificación de clones de cDNA de proteínas de reserva. Se realizaron los análisis de Southern Blot con las sondas de faseolina *Phas O11* y glutelina *gt1* con el fin de establecer el patrón de hibridación en el DNA genómico digerido con algunas enzimas de restricción.

Los resultados mostraron señales claras de hibridación del fragmento de 700pb correspondiente a la región codificadora de faseolina con las cinco enzimas utilizadas, mientras que con la sonda *gt1* no se presentó ninguna señal bajo las diferentes condiciones de astringencia empleadas. Para la identificación de clones homólogos a faseolina pero diferentes a arabicina. La biblioteca de cDNA fue plateada en 25 cajas de petri (40.000 placas de lisis), e hibridada con las sondas de arabicina y faseolina, respectivamente. Se obtuvieron nueve señales positivas para faseolina, diferentes a arabicina. Los clones correspondientes serán evaluados en un "screening" secundario, para su posterior purificación y análisis.

Paralelamente se está trabajando en la construcción de la biblioteca genómica de *Coffea arabica* var. Colombia, realizando ensayos a pequeña escala de la ligación del DNA de café (insertos entre 15-20kb) con los brazos del vector Lambda Gem 11.

Dada la baja eficiencia en el número de recombinantes observada, se están haciendo nuevos ensayos con DNA de mejor calidad y con aumentos en las relaciones inserto:

vector. Esta biblioteca es un elemento clave en la búsqueda y clonación de genes y promotores genéticos.

10. ESTUDIO BIOQUÍMICO DE PROTEÍNAS DE SEMILLA.

La arabicina y la calidad del grano. En el estudio del efecto de la arabicina en las cualidades organolépticas de los granos de café, se observó que durante el denominado

proceso de "fermentación" del grano de café no se produjo la hidrólisis de las proteínas de almacenamiento tal como ocurre en el grano de cacao, donde durante la "fermentación" ó "curado" del grano se induce la proteólisis de las proteínas que produce los péptidos requeridos para generar el aroma de chocolate durante la tostación. Sin embargo la inducción artificial de la hidrólisis de la proteínas del grano de café produjo cambios en la composición de los compuestos volátiles del café tostado y molido que se reflejaron en características aromáticas de la bebida.

FISIOLOGIA VEGETAL

FLORACION DELCAFETO

Efecto del déficit hídrico del suelo sobre las diferentes etapas de la fisiología floral en *Coffea arabica* L. cv. Colombia. Se iniciaron los estudios tendientes a determinar el efecto del déficit (DH) o exceso hídrico (EH), sobre el desarrollo floral del Cafeto. Las determinaciones se llevaron a cabo en plantas de 7 y 10 meses de sembradas en el campo, en las dos ramas de la primera cruz, de la base hacia el ápice y en todos los nudos presentes, calificando el desarrollo del nudo y de los botones florales de acuerdo con la escala adaptada en Cenicafé por Camayo y Arcila. Las plantas de 2 a 7 meses de edad se sometieron durante todo el período a DH y EH, y se compararon con plantas testigo. En general, la totalidad de los nudos de las plantas sometidas al tratamiento DH, permanecieron en estado E1 (indiferenciado). A las tres semanas de haber ingresado agua por precipitación al sistema, todos los nudos pasaron a estado E2 (diferenciación – engrosamiento del nudo), indicando con ello una sincronización por efecto del estrés seguido por ingreso de agua.

En el tratamiento EH, el 50% de los nudos medidos se encontraban al final del período en E2 y el 50% en E1. Una vez se dejó de adicionar agua y el suelo retornó a su estado de humedad natural, solo dependiente de la precipitación, el 75% de los nudos en E1 pasaron a E2, lo que indica que la magnitud y duración de un período de estrés para ocasionar la diferenciación del nudo es pequeña, lo cual concuerda con lo descrito por Camayo y

Arcila. En las plantas testigo, la totalidad de los nudos medidos se encontraban en E2, debido a que estas estuvieron bajo el efecto de las oscilaciones naturales de la precipitación en la zona.

Para las plantas sometidas a los tratamientos entre los 5 y 10 meses de edad, aquellas sometidas a DH, presentaban al momento de la medición (fin del tratamiento), el 90% de los nudos en estado E2 y flores en sus diferentes etapas del desarrollo. Al cabo de tres semanas, luego del ingreso de agua al sistema, la totalidad de estos nudos presentaban frutos y flores en estado de preantesis. En el tratamiento EH la totalidad de los nudos se encontraban al final del período de exceso en estado FL1 (Flor 1) y permanecieron en el mismo estado aún después de tres semanas de haber suprimido la entrada excedentaria de agua, indicando que es esta etapa la que requiere de un déficit hídrico superior en magnitud y probablemente en duración, para continuar con las etapas del desarrollo de la flor de manera sincronizada. Se continuarán las mediciones por cinco ciclos más, con el fin de profundizar en este aspecto de importancia relacionado con la productividad del cafeto.

FOTOSÍNTESIS DEL CAFETO

Relación del potencial hídrico del aire y del suelo con la fotosíntesis y la transpiración del café, *Coffea arabica* L. cv. Colombia. Se estudió el efecto de la disminución en la humedad del suelo y en la humedad relativa del aire HR [$50 \pm 10\%$ ($1,8 \pm 0,4\text{kPa} - \text{DPV}$); $70 \pm 10\%$ ($1,2 \pm 0,4\text{kPa} - \text{DPV}$) y $> 83\%$ ($< 0,6\text{kPa} - \text{DPV}$)], en plantas de *Coffea arabica* L. cv. Colombia

de 11 meses de edad, sembradas en dos suelos representativos de la zona central cafetera colombiana (unidades Chinchiná y Montenegro) y bajo condiciones controladas (fitotrón), sobre el potencial hídrico de la hoja (y_{hoja}), la asimilación neta de CO_2 (A) y la transpiración (E). La humedad del suelo disminuyó desde su punto de capacidad de campo, hasta valores cercanos al 10% de humedad volumétrica. Se presentaron diferencias en la velocidad de secamiento del suelo, siendo mayor para el suelo de Montenegro y no hubo efecto de la humedad ambiental. A , E y y_{hoja} decrecieron en la medida que el suelo se fue secando y se presentaron disminuciones significativas en A y E en el punto de capacidad de campo al aumentar la humedad del aire para los dos suelos. El y_{hoja} se afectó muy poco entre la humedad a capacidad de campo y el 20% y no hubo diferencias por efecto de la humedad relativa. El intercambio gaseoso de la hoja del cafeto es más dependiente de la humedad ambiental bajo condiciones adecuadas de humedad del suelo.

Estimación de la fotosíntesis en la planta completa de café *Coffea arabica* L. cv. Caturra. Se diseñó y construyó un sistema de cámaras que permitió medir la asimilación de CO_2 en plantas completas de café de 14 meses de edad. Se generaron modelos relacionales de la fotosíntesis con la radiación, que permitieron obtener los parámetros necesarios para aplicar el método de cálculo propuesto por Goudriaan (1986) para computar la fotosíntesis en la planta completa y se midieron hojas individuales en tres profundidades de la fronda durante 12 horas del día, para obtener la fotosíntesis de la planta completa a partir de métodos de integración numérica.

Los resultados muestran que la asimilación del CO_2 en el cafeto es altamente dependiente de la condición ambiental durante el día, de tal forma que valores altos de radiación, temperatura y déficit de presión de vapor en el aire, no favorecen el proceso de intercambio gaseoso. Los diferentes métodos utilizados para estimar la asimilación de CO_2 por la planta completa, incluido el modelo de simulación matemática desarrollado por Cenicafé y a excepción de uno a partir de la medición de hojas individuales, arrojaron buenos resultados, sin presentar diferencias estadísticas con la medición directa de las plantas bajo condiciones semicontroladas en confinamiento. Esto permitió validar que el modelo de simulación de la fotosíntesis desarrollado por

Cenicafé, estima este proceso de manera satisfactoria. El sistema de intercambio gaseoso diseñado permitió obtener información inicial que apunta a calcular la captura de CO_2 por plantas de café.

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

Con los antecedentes del trabajo de Cano, se procedió a continuar con esta investigación bajo condiciones de campo en la Estación Central Naranjal de Cenicafé, que presenta suelo característico de la serie Chinchiná, utilizado en el experimento mencionado. La forma como se aislaron los surcos lateralmente en los tratamientos de déficit hídrico (DH), exceso hídrico (EH) y testigo relativo (TR), sumada a la utilización de una estructura en guadua y plástico en DH, permitió generar de forma adecuada los tratamientos, garantizando que las plantas mostraran su efecto en los dos de interés, DH y EH.

La humedad volumétrica del suelo al inicio de cada experimento dependió de la oferta de precipitación previa, de tal forma que para el primero, dicha humedad inició entre el 55 a 58% de acuerdo con la profundidad de medición y 40 a 43% para el segundo. Es importante señalar que debido a que los experimentos coincidieron con un período de precipitación superior al histórico, en mayor proporción el primero que el segundo, asociados con el fenómeno de enfriamiento del pacífico (niña), los tratamientos TA y TR presentaron valores de humedad del suelo superiores al 35% y en muchos momentos similares al de EH.

La respuesta de A con respecto a la disminución en la humedad del suelo, muestra que la mayor tasa de asimilación de CO_2 (A) (12 a $14 \text{ mmol}(\text{CO}_2)\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$), se obtuvo independientemente del experimento, del valor inicial de humedad del suelo, de la humedad relativa al momento de la medición ($> 80\%$ en todos los casos a las 09:00 horas) y de la oferta energética, entre el 30 y 35% de humedad volumétrica del suelo. Este punto puede ser denominado "capacidad de campo" para el cultivo y difiere considerablemente del calculado a partir de los análisis físicos del suelo. Para obtener ese rango de humedad en el suelo, en los primeros 0,2m transcurrieron entre 3 y 7 semanas, y para 0,4 y 0,6m entre 5 y 9 semanas dependiendo de la humedad inicial. Para una humedad

del suelo cercana al 10%, A presentó valores positivos lo que indica que no se ha llegado al punto de marchitez permanente y se confirma con la respuesta obtenida durante las dos semanas subsiguientes a la que entró agua al sistema. Lo anterior permite sugerir que el punto de marchitez permanente de la planta es diferente de aquel calculado para el suelo, en concordancia con lo obtenido para la capacidad de campo. La relación encontrada entre $g_s - A$ y $g_s - E$, indica que el grado de apertura y cierre de los estomas, medido en término de la conductancia estomática es un factor determinante en la economía hídrica de la especie, de tal forma que bajo condiciones extremas de humedad del suelo, el proceso transpiratorio se utiliza como un sistema de bombeo que busca mantener los niveles de agua en la rizósfera, cercanos a los de su capacidad de campo, mientras que bajo condiciones de déficit hídrico y bajas humedades relativas, la sensibilidad del aparato estomático garantiza una regulación adecuada de la pérdida de agua, evitando el desecamiento de la hoja y contribuyendo con su economía hídrica. Lo anterior permite concluir que el cafeto está mejor equipado para adaptarse a condiciones secas que a condiciones muy húmedas y esto podría estar muy relacionado con la productividad del cultivo en diferentes ambientes.

Actividades desarrolladas por Jerson R. Domínguez en el marco de su formación doctoral, en la universidad de purdue. Se estudia la expresión de genes en el fruto del Tomate, utilizando tres genes de la Pectin - Metil - Esterasa (PME), ya que se ha registrado la presencia diferencial de los mRNA de estos genes en el pericarpio del fruto del Tomate. Se bombardearon trozos del pericarpio de tomate y del fruto de café con genes quiméricos Le - PME fusionados con el gen GUS. En el primer caso se encontró expresión GUS indicando que es específica y diferencial y en el segundo no se obtuvieron resultados a causa de la fenolización del tejido luego del bombardeo.

Análisis en técnicas instrumentales. Durante el período del informe se llevaron a cabo actividades relacionadas con el análisis instrumental, en el cual se prestó asesoría a los experimentos:

PAN0321 "Cría en cautiverio de la guagua, *Agoutiphaca*, en la zona cafetera", ajustando la metodología para la extracción, identificación y cuantificación de la hormona

Progesterona a partir de la materia fecal de las hembras de esta especie.

ETI2006 "Bromatología de naranja Valencia, producida en dos rangos altitudinales de Colombia", ajustando la metodología para la determinación y cuantificación de vitaminas del complejo B en estos frutos.

ETI0912 "Estudios biológicos de *Rosellinia pepo* causante de la llaga estrellada en el cultivo de la Macadamia", ajustando la metodología para la cuantificación de glucosa a partir de una mezcla que permite determinar la actividad de la enzima b - Glucosidasa producida en un medio específico por el hongo.

IND0722 "Sistema de congelación rápida individual "IQF" de mora", ajustando la metodología para cuantificar los principales azúcares presentes en la fruta procesada.

Se elaboró una base de datos, donde se puede consultar el inventario de los reactivos, equipos y materiales del laboratorio de Fisiología vegetal, así como las correspondientes hojas de vida de los equipos y las hojas de seguridad de los reactivos químicos.

Modelación matemática del Cafeto (Grupo de modelación matemática del Cafeto). Como parte de un grupo interdisciplinario, la disciplina de Fisiología Vegetal participa en este proyecto en el cual actualmente se trabaja en el modelaje de la situación de producción potencial alcanzable por la planta de café como resultado del proceso fotosintético, cuando no hay limitaciones de agua y nutrientes durante el período de crecimiento y desarrollo del cultivo y que se denomina nivel de producción I.

El aporte de más importancia durante el período, es la validación del submodelo de fotosíntesis por la planta completa a partir de mediciones directas. Adicionalmente se trabajó en los modelos matemáticos que describen la acumulación de la materia seca y su distribución. Como avance en el desarrollo de la fase II del modelo o Nivel de producción II, se desarrollaron actividades enfocadas a entender la relación de la disponibilidad del agua en el suelo y la atmósfera, tanto en condiciones controladas y de campo, sobre la actividad fotosintética de la hoja del cafeto.

ETIA



Cenicafé

El ETIA, Equipo Técnico de Investigación Adaptativa, tiene como objetivo fundamental desarrollar investigación básica y aplicada para dar apoyo a las actividades agropecuarias diferentes al cultivo del café, en busca de alternativas tecno-económicas viables para mejorar y sostener el nivel de vida del caficultor y su familia.

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 rentable, a una más intensiva y tecnificada tanto al nivel nacional como regional y local, ubicando los cultivos en 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. Este cambio en la estructura cafetera permitirá liberar áreas para el desarrollo de otras actividades agropecuarias que sean fuente de generación de ingresos complementarios que 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.

Durante el período 1999 - 2000, con base en los resultados de la investigación, se lograron significativos avances que han permitido determinar las mejores variedades y la tecnología de producción de renglones como plátano, maíz, cítricos, caucho, maracuyá, macadamia y especies forestales. En lo que respecta a producción animal se ha logrado consolidar la tecnología para el desarrollo eficiente de la ganadería de leche y carne, mediante el uso de pasturas mixtas (gramíneas y leguminosas), manejo en rotación de las praderas y sanidad preventiva. Un aspecto a destacar es el excelente comportamiento del ganado Brangus, con ganancias de peso cercanos a los 800 gramos/animal/día, rendimientos que superan en un 100% los parámetros nacionales obtenidos.

Los trabajos sobre evaluación de empaques de frutas, los resultados de la bromatología de la naranja y los programas de capacitación a los diferentes niveles de la población relacionados con el sector hortifrutícola han permitido crear conciencia y establecer como prioritaria la necesidad de una Cultura de Calidad como herramienta fundamental para el desarrollo de este importante subsector, en beneficio de la zona cafetera y del país en general.

ETIA

CAUCHO

- La estabilidad en el comportamiento productivo de los diferentes clones (Asiáticos y brasileños), en condiciones de clima muy diferentes de las zonas en donde se han desarrollado originalmente.
- La respuesta del cultivo al manejo fitosanitario (panel de sangría) mediante aspersiones con productos protectores para prevenir los procesos infecciosos durante los períodos de mayor precipitación.
- En árboles de 14 años de edad, en los cuales se han practicado sangrías durante 8 años, se aprecia una excelente regeneración de la corteza en las zonas del árbol sangradas en años anteriores; esto indica un buen potencial de vida útil de los arboles.
- Los insectos que se encontraron asociados al cultivo (4 durante este período), no revisten importancia económica.
- No se han detectado nuevos problemas fitosanitarios (patógenos o insectos), que interfieran en el desarrollo agronómico de los clones evaluados.
- La baja incidencia de raya negra ocasionada por *Phytophthora* sp, ha permitido mantener producciones estables de látex, en los diferentes clones en estudio.

CITRICOS

- Los datos del presente período corroboran la adaptación de las mandarinas, especialmente el grupo de las clementinas, a las condiciones agroecológicas del Ecotopo 206A (altitud entre 1200-1500m) en donde han sobresalido por un desarrollo armónico (altura y diámetro de la copa), sanidad, producción y aceptación comercial.
- Los resultados negativos con otras variedades introducidas, reiteran la importancia de llevar a cabo trabajos de esta índole para evitar los riesgos que se corren cuando se desarrollan cultivos comerciales con materiales introducidos de otros países y regiones sin el previo conocimiento

respecto a su comportamiento agronómico, sanitario, productivo y de calidad.

- Con el manejo dado al huerto se confirma la importancia del uso prudente de los pesticidas, lo cual ha favorecido el incremento de las poblaciones de controladores biológicos y su efectividad para el manejo del minador, los áfidos y larvas de lepidópteros consumidoras de follaje.

De igual forma la prevención de enfermedades como la gomosis (*Phytophthora citrophthora*), el mal rosado (*Corticium salmonicolor*) y el secamiento de los cítricos (*Ceratocystis* sp), mediante medidas culturales (detección de ramas y árboles sintomáticos, podas, desinfección de heridas).

- La investigación bromatológica de la naranja permitió conocer la composición de la naranja Valencia, a través de los diferentes análisis físicos y químicos: sólidos solubles totales, pH, humedad, acidez, azúcares, fibra, proteínas, ácidos orgánicos, minerales, vitamina C, vitamina A, tiamina, riboflavina, niacina; con estos datos se logró establecer la proporción de cada uno de los componentes de la fruta.

- Con el análisis de las variables físicas y químicas tales como: índice de madurez, sólidos solubles totales, acidez titulable y densidad se determinó que mediante estas se puede evaluar la calidad de la naranja Valencia, dado que presentan diferencias significativas con el estado de madurez (Tabla de color) y el rango altitudinal, lo que a su vez permitió corroborar que la tabla de color es un elemento útil para estimar la calidad de esta fruta. También se estableció que la fruta color 5 del rango altitudinal por encima de 900m presenta los menores contenidos de ácidos, los mayores valores de sólidos solubles totales y la mejor relación SST/% de Ácido Cítrico.

- Con el estudio de las propiedades químicas de la naranja se determinó que si existen diferencias por estados de madurez y rango altitudinal, pero estas diferencias no son apreciables para fines de recomendaciones nutritivas de esta fruta en la dieta alimentaria.

Respecto al contenido de vitaminas, 100g de parte comestible contienen 40,4mg de vitamina C, que es más

del 50% del requerimiento diario, y 155 IU de vitamina A.

■ La naranja Valencia es una fruta con alto contenido de fibra dietaria (14,12%) que aporta el 50% del requerimiento diario de fibra en la dieta. Respecto a los minerales tales como el magnesio, zinc, calcio, potasio, manganeso, hierro, fósforo, nitrógeno y cobre, el contenido de magnesio (439,2 mg/100g) suple las necesidades diarias de este mineral y las concentraciones de hierro (3,8mg/100g) y potasio (109mg/100g) proporcionan parte de los requerimientos nutritivos diarios en los seres humanos.

■ Es una fruta rica en carbohidratos, los cuales se encuentran en mayor proporción en los estados más avanzados de madurez (colores 3 y 5), con valores de 2,5 a 3,0g en 100g de parte comestible. El contenido de ácidos orgánicos también es alto (2,1g/100g de parte comestible); los principales ácidos presentes son el cítrico y el tartárico y sus mayores concentraciones se encuentran en los primeros estados de madurez.

MACADAMIA

■ Los insectos que se encontraron asociados al cultivo no ocasionan daños económicos. Cabe resaltar que el 70% son benéficos (control biológico y polinizadores)

■ En las evaluaciones fitosanitarias realizadas durante 6 años en las cinco variedades importadas de Costa Rica (HAES 246, HAES 344, HAES 508, HAES 660 y HAES 800), se han detectado los mismos problemas sanitarios, siendo los más importantes la transmisión de la levadura *Nematospora coryli*, por *Antiteuchus tripterus* y el perforador de los frutos (*Ecdytoplopha pos. aurantiumum*).

■ Se ha logrado mantener niveles de daño por debajo del 10%, de una de las principales plagas del cultivo (*Ecdytoplopha pos. aurantiumum*), debido al manejo cultural y control biológico natural existente en los lotes de macadamia.

■ Los niveles de daño por *Nematospora coryli*, son mayores en la variedad HAES 508 (alrededor del 30%)

debido al menor grosor de la concha.

■ Las evaluaciones agronómicas realizadas en las cinco variedades de macadamia importadas de Costa Rica, permiten concluir que la variedad HAES 508 es la más productiva.

■ Se cuenta con la renovación del huerto del 69 (el más antiguo del país), conservando los progenitores y 5 hijos de cada uno propagados por injerto.

■ Se ha generado conocimiento acerca del manejo agronómico y fitosanitario del cultivo.

PASSIFLORAS

■ Los datos obtenidos hasta la fecha permiten determinar especies y variedades con comportamientos sobresalientes en producción, sanidad y calidad. Tanto los rendimientos como los contenidos de SST (°Brix) presentados por varios materiales ofrecen una alternativa a las Empresas agroindustriales para mejorar la materia prima, con el fin de optimizar sus procesos para obtener productos de mejor calidad y ser más competitivos.

■ Otro aspecto importante es el uso potencial de varias especies como plantas ornamentales por la conformación de las flores y sus vistosos colores.

■ No obstante las condiciones de clima durante el período (lluvias en exceso) se detectan materiales de maracuyá con un buen comportamiento fitosanitario, lo que podría constituirse para los productores en una alternativa para tener cultivos más sanos, productivos y longevos.

■ Los datos obtenidos confirman la importancia de instalar, ampliar y evaluar bancos de germoplasma, no sólo para conocer el potencial real de nuestra biodiversidad sino también para determinar la utilidad de los materiales foráneos. Adicionalmente, para iniciar programas de mejoramiento genético en busca de mejorar características

de producción, sanidad y/ o calidad.

■ El trabajo con los subproductos del maracuyá y otras frutas permitió determinar la composición de las mejores dietas, como suplemento alimenticio de cerdos en programas de ceba, sin afectar la ganancia en peso, la calidad de la carne producida ni la rentabilidad de la actividad; incluso, se lograron rendimientos y calidades de la canal superiores a los obtenidos en cebas tradicionales alimentados únicamente con concentrados.

■ Los desechos de frutas procesadas se constituyen en una atractiva alternativa económica para la alimentación porcina y a la vez, en una solución parcial al grave problema de la contaminación generada por este tipo de desechos.

PLATANO

■ Se destaca la adaptación y el buen comportamiento de las variedades FHIA 21 y Africa 1 (Mbourucu) por su adaptación y rendimiento productivo en varias localidades, no obstante haberse manejado bajo los mismos parámetros de la variedad local tradicional, el Dominico hartón.

■ Teniendo en cuenta que el principal problema sanitario lo constituye la sigatoka amarilla y negra (especialmente la negra) en algunas regiones cafeteras, el FHIA 21, puede ser una alternativa para enfrentar el problema, no sólo para programas de seguridad alimentaria, sino también para proyectos comerciales dada la aceptación que ha tenido por parte de comercializadores y consumidores.

■ Estos resultados positivos con materiales introducidos indican que es necesario continuar con la introducción y evaluación de germoplasma para no depender de una sola variedad, con miras a buscar productos con otras alternativas de uso diferentes al mercado en fresco, tanto para el comercio local como de exportación.

■ Con el comportamiento en el campo de las plantas producidas en almácigo, se dispone de una gran opción para ofrecer a los productores plántulas de excelentes condiciones de homogeneidad, vigor y sanidad, con lo que se evita el riesgo de diseminar problemas sanitarios (Bacteriosis y el picudo), como ha venido sucediendo con

el sistema tradicional mediante la comercialización y utilización de semillas tradicionales (puyones) sin ninguna garantía sanitaria.

NORMALIZACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS

■ Dada la gran aceptación que tuvo el convenio suscrito entre Cenicafe - Sena - Asohofrucol, para el desarrollo del proyecto denominado "Capacitación en Tecnología Poscosecha", se realizaron cuatro eventos adicionales en las principales centrales mayoristas del país (Bogotá, Medellín, Bucaramanga y Barranquilla), en las cuales se capacitaron 150 personas.

■ El impacto de este tipo de proyectos se debe en gran parte a que además de la generación de tecnología se está realizando paralelamente un proceso de transferencia directa a los usuarios primarios de la información, como son productores, comercializadores, agroindustriales, servicios de asistencia técnica, centros de capacitación entre otros, buscando dar cobertura a todos los componentes de la cadena agroalimentaria.

■ La experiencia que el Equipo de Trabajo ha adquirido en temas relacionados con el sector hortifrutícola, le permitió ganar la convocatoria abierta por el SENA, para la ejecución del proyecto denominado "Diseño del Empaque y Embalaje para Mora, Mango Común y Lulo".

■ El diagnóstico realizado en la primera etapa de este proyecto permitió conocer las actuales condiciones de las zonas de producción en relación con: los empaques utilizados en la recolección y la comercialización de estos productos, técnicas de recolección e infraestructura vial, entre otras. Esta información es de vital importancia para la siguiente fase de la investigación la cual tiene como objetivo el diseño de las diferentes propuestas de empaque, que deben ajustarse a las condiciones reales de la producción, reflejadas en los resultados obtenidos hasta la fecha.

FORESTALES

Se han establecido 26,4ha (*C. alliodora*, *T. rosea*) para investigación, en diez diferentes condiciones bioclimáticas de la

geografía colombiana. Estas plantaciones actualmente tienen entre 2 y 3 años de edad y son objeto de mantenimiento, evaluación y medición anual.

■ El crecimiento promedio en altura para los dos primeros años es de 2,49m para *T. rosea* y 2,42m para *C. alliodora*. En los sitios de plantación para *T. rosea*, se destaca Chinchiná con 3,65m y Fredonia con 2,96m de altura promedio; Belén de Umbría con 3,10m y Chinchiná con 2,54m de altura para *C. alliodora*. Con respecto al diámetro se han obtenido crecimientos de 3,86cm para *C. alliodora* y 3,63cm para *T. rosea*; las réplicas de mejor desarrollo siguen siendo Chinchiná y Belén de Umbría.

■ Los resultados dendrométricos obtenidos permiten inferir la tendencia de que el 40% de las progenies de ambas especies presenta un desarrollo superior al promedio de la población. Este comportamiento consolida las expectativas de obtener material vegetal adaptado a las diferentes condiciones bioclimáticas.

■ Con el fin de determinar la variabilidad genética del material vegetal de *C. alliodora*, se realizó la caracterización molecular de 76 de las progenies. Para garantizar la permanencia de los árboles superiores seleccionados, se iniciaron los trabajos de propagación vegetativa en *C. alliodora* mediante injertos y enraizamiento de estacas.

■ Del proyecto de silvicultura de especies tropicales a la fecha, se han establecido 87,24ha de varias especies nativas para la investigación, en nueve diferentes condiciones bioclimáticas de la geografía colombiana, en los municipios de Fredonia (Antioquia), Puerto Boyacá (Boyacá), Salamina (Caldas), El Tambo (Cauca), Planeta Rica (Córdoba), Gigante (Huila), El Dificil de Ariguaní (Magdalena) y Líbano (Tolima); estas plantaciones actualmente tienen entre 0,1 y 1,31 años de edad y son objeto de mantenimiento, evaluación y medición anual.

■ Las especies objeto de investigación son: *Cordia gerascanthus* (Solera), *Schizolobium parahyba* (Tambor), *Tabebuia* aff. *billbergii* (Lumbre), *Cordia alliodora* (Nogal cafetero), *Tabebuia rosea* (Roble, guayacán rosado), *Retrophyllum rospigliosii* (Chaquiroy) y *Alnus acuminata* (Aliso). Para el establecimiento del total de los sitios se seleccionaron en el país 22 árboles superiores de dichas especies y se obtuvieron 224,000g de semilla, con los cuales se produjeron 151,769 plántulas.

■ Se hicieron las primeras mediciones en altura para la

réplica de *Cordia gerascanthus* en Planeta Rica. La altura promedio es de 1,1m. Este valor es ligeramente inferior al obtenido para *C. alliodora* y *T. rosea* el cual fue de 1,23m para ambas especies. Igualmente este valor de 1,1m, esta por debajo del crecimiento registrado para la única plantación de referencia, establecida en Apartadó (Antioquia) cuyo valor fue de 1,91m para el primer año.

PRODUCCIÓN ANIMAL.

Sanidad. A pesar del riesgo epidemiológico por el ingreso de animales a la hacienda y por el incremento en el inventario ganadero, en un 13,2%, en la granja disminuyó el número de animales con problemas patológicos en un 21% y la mortalidad en un 45% con respecto al año inmediatamente anterior. Esto conlleva a una disminución en los costos por medicina curativa.

Ganado de leche. A pesar del alto incremento en el valor de los insumos, especialmente los concentrados en un 42%, y de los inconvenientes en la comercialización de la leche, para el presente año no solo se conservó la producción sino que mejoró la ganancia neta pasando de \$ 97 a \$107/litro. Los parámetros productivos y reproductivos se conservaron.

Ganado de carne. Se logró desarrollar el proyecto completo de cría de ganado F1 Brangus. Con este núcleo, el desempeño productivo, supera no solo los promedios alcanzados en la granja con otro tipo de animales, como también los valores obtenidos en la zona:

Peso al destete: 248,6kg (promedio en la zona, 200kg)

Edad al destete: 8 meses (normal 9 meses)

Ganancia animal día, hasta el destete: 833g/animal/día (normal 620g)

Producción: 1836kg/ha/año.

■ El desempeño reproductivo igualmente fue superior incluso a registros de la ganadería de carne del país:

■ Peso promedio al primer servicio de las hembras: 371kg.

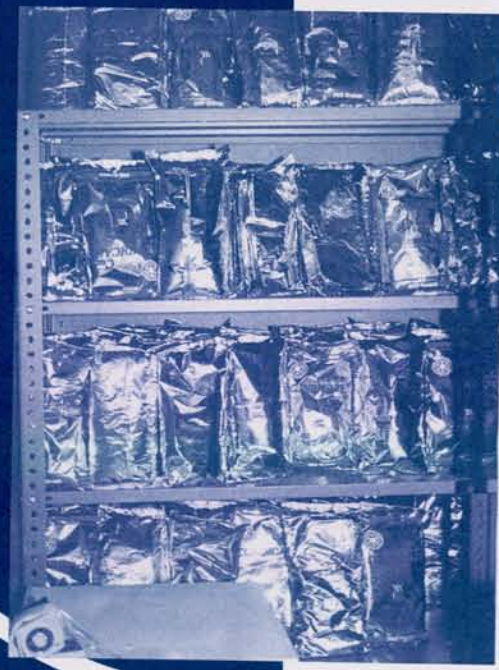
Peso al primer parto: 418kg.

Intervalo entre primero y segundo parto: 397 días (incluso mejor que en ganado lechero)

Período abierto: 63 días.

Carga animal: 6 U.G.G/ha.

INDUSTRIALIZACIÓN



Cenicafé

Con el interés de estudiar la interacción broca y fruto de café, se identificaron 34 compuestos volátiles dentro de las familias de aldehídos, cetonas, alcoholes, hidrocarburos, ésteres y en particular, el compuesto 2-metil-furano. Se determinó la evolución de estos compuestos según el estado de maduración de los frutos. Respecto a la influencia de la altitud en la calidad de la bebida de café en muestras provenientes del ECOTOPO 206 B se corroboró que existen zonas con excelentes condiciones para el cultivo del café, como aquella ubicada en el tercio medio de la ladera (1450–1550–1650msnm) en el ecotopo analizado.

Se precisaron cambios y mejoras en el procedimiento actual de la caracterización granulométrica vigente en la industria torrefactora nacional, que lo hacen más confiable y preciso. El tamaño de las partículas producidas en la molienda es mayor entre mayor es el tamaño del grano del café tostado y menor su grado de tuestión. Se encontró que una nueva estructura propuesta por la firma productora de material de empaque BIOFILM S.A., protege mejor la calidad del café tostado en almacenamiento, comparada con las dos mejores estructuras comerciales que actualmente se emplean.

En cuanto a la industrialización del café brocado se nota disminución de la Impresión Global del Producto tostado hasta una Infestación del 50% para Brocado Grado1, 30% Grado2, y 15% Grado3. En la torrefacción de mezclas de café brocado es fundamental emplear proporciones adecuadas de agua de apagado, no siendo tan importante este aspecto en la tuestión de café sano. En la calidad organoléptica de los extractos crioconcentrados no se encuentran diferencias entre los productos Normal, Grado1, y Grado21 (mezcla entre brocados Grado2 y Grado1), y resultan con una calificación similar en valor absoluto. Las diferencias tenidas en un principio entre estas tres calidades de materia prima tienden a desaparecer con la crioconcentración.

En relación con la industrialización de otros productos los resultados indican que para el manejo de la mora de Castilla en procesos de congelación, se puede considerar que las condiciones de operación pueden elevarse temperaturas mayores que las recomendadas (-50°C), a más bajo costo y suficientes para obtener un producto "IQF" de calidad comercial. En otros estudios se determinó la metodología para la obtención de etanol y una bebida ligeramente alcohólica por fermentación de plátano maduro.

Se realizó la caracterización de cafés excelsos, cafés orgánicos, cafés brocados y mezclas pretratadas, con base en la composición química semicuantitativa de los componentes volátiles, la composición de los ácidos grasos, la acidez, el pH, los rendimientos de extracción, el contenido de sólidos solubles, el color y se establecieron las correlaciones y diferencias entre ellos. En cuanto a la torrefacción de cafés se establecieron índices de color para el café torrefactado y su relación con el color del café verde con el fin de estandarizar la torrefacción y preparación de la bebida. Se determinó el sistema de tuestión-enfriamiento que resalta las características fisicoquímicas y organolépticas del café orgánico proveniente de la Estación Central Naranjal con base en la composición fisicoquímica.

Se estableció la metodología de análisis para determinar la actividad enzimática de la polifenoloxidas (pfo) de café verde almacenado y su correlación objetiva con la calidad del café. Con el fin de cuantificar la calidad comercial de los cafés manufacturados en Colombia se estandarizaron métodos de tuestión y formas de evaluación de cafeteras. Por último, para encontrar otros usos de los residuos de la industria del café se estableció una metodología para la producción de enzimas ligninolíticas en cultivos de *Phanerochaete chrysosporium* para deslignificar la celulosa de la borra de café que facilita la producción de azúcares y alcoholes.

INDUSTRIALIZACION

El Programa de Industrialización tiene como objetivo la generación, adaptación y transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos en el área industrial del procesamiento de café, de otros productos y recursos naturales de zonas cafeteras, con el fin de incrementar su consumo y competitividad en el mercado de productos de calidad, nacional e internacionalmente. Con este propósito se desarrollaron las siguientes actividades.

Se culminaron las siguientes investigaciones, relacionadas con la industrialización de otros productos y la tecnología del café tostado y molido, aprobados por el Comité Coordinador de Investigaciones en la vigencia de 1998-1999, y que a continuación se resumen los resultados más importantes:

1. Investigaciones terminadas

Correlación entre las propiedades físicas, químicas y organolépticas del café en diferentes procesos y grados de torrefacción. IND 01 02. Leonardo A. Medina Almeida, Becario Colciencias - Federacafé. Ingeniería de Alimentos. Universidad de la Salle. Santafé de Bogotá

Con el fin de tener elementos de juicio para cuantificar objetivamente la calidad comercial del café colombiano, se caracterizó el producto de algunos sistemas de torrefacción y enfriamiento, tomando como base la evaluación de la torrefacción en los sistemas de lecho fluido y cilindro rotatorio horizontal, incluyendo métodos de enfriamiento rápido con agua y nieve carbónica.

El café se tostó en tres grados medidos según pérdidas de peso del 14, 17 y 21%, respectivamente. Para la medición se utilizó café excelso de la variedad Colombia, sin defectos.

Al café tostado se le hicieron mediciones de color, sólidos solubles, proteína, acidez titulable, lípidos y densidad aparente.

El efecto de los tratamientos se evaluó bajo un modelo de análisis para el diseño completamente aleatorizado en

arreglo factorial $2 \times 3 \times 2$ (dos sistemas de torrefacción, tres grados de tostación y dos sistemas de enfriamiento) y los promedios se compararon mediante prueba de contrastes al 5%. Se encontraron diferencias entre tratamientos, demostrando que los métodos de torrefacción y enfriamiento influyen en las características finales del café tostado y que los mejores rendimientos de extracción los ofrece la torrefacción de lecho fluido enfriado con agua. El tratamiento que ofreció el mayor porcentaje de sólidos solubles y el mayor rendimiento, así como el de menor porcentaje de sólidos solubles y menor rendimiento se sometió a extracción en tres sistemas de preparación diferentes para conocer su comportamiento en la taza.

Café orgánico: Caracterización, torrefacción, enfriamiento y almacenamiento. IND 04 13. Andrea Macías. Becaria Colciencias - Federacafé. Ingeniería Química. Universidad de América. Santafé de Bogotá

Con el propósito de diferenciar el café orgánico del no orgánico, se realizó una caracterización fisicoquímica en café verde y tostado.

El café verde procedente de la subestación Naranjal de Cenicafe se clasificó por mallas Nos 15, 16 y 17 y caracterizó evaluando las variables de color, densidad, lípidos, proteínas, acidez total y actividad acuosa (a_w).

La torrefacción se realizó en dos sistemas de torrefacción diferentes: tambor rotatorio y lecho fluido, según pérdidas de peso: 14, 17 y 21%, y para el enfriamiento se utilizó aire, agua y nieve carbónica. El café orgánico verde presentó menor porcentaje de lípidos y proteínas para la malla 17 y menor acidez que el no orgánico. Al realizar el proceso de torrefacción-enfriamiento, el café orgánico presentó menor contenido de lípidos, mayor cantidad de sólidos solubles y compuestos aromáticos como los piranos, pirroles y pirazinas determinados por cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC-MS) del espacio de cabeza.

El tratamiento: tostador de lecho fluido, una pérdida de peso del 17% y enfriamiento con nieve carbónica presentó las mejores características fisicoquímicas y organolépticas,

necesarias para resaltar la calidad del café orgánico.

Influencia de los Sistemas de Tostación y Enfriamiento no convencionales sobre la calidad del café torrefactado.

Materias primas no convencionales y Enfriamiento rápido.

IND 04 16 Campo Elías Riaño Luna, Investigador Científico II. Programa Industrialización de Cenicafé

Se aplicó el análisis multivariado para identificar y diferenciar 16 muestras de café de diversos grados de daño (brocados 1,2,3) denominaciones y pretratamientos, teniendo como base resultados analíticos convencionales (color, porosidad, lípidos, proteína, sólidos solubles, rendimientos y acidez titulable) y métodos no usuales, como la composición de los ácidos grasos y los azúcares: manitol, glucosa, sacarosa y fructosa.

Se destacó de los anteriores la porosidad como una determinación primaria para la clasificación del café, con 53, 48, 47 y 41% para los cafés brocados 3-2-1 y excelsos, respectivamente. La investigación se realizó tostando los materiales hasta tres índices de color (RSQR Y COCTE)*DE 11, 15, 20 o Grados de Tostación en un tostador de lecho fluido TLF- 1000 y en uno de cilindro rotativo PRIMO PRI- TT.

El color se determinó en unidades Hunter Lab (L^* , a^* , b^*) y se encontraron los valores a/b , a^2/b^2 y hue. Se correlacionaron estos con el estado, la apariencia física y composición química de los materiales crudos y procesados y se obtuvieron valores entre el 86% y el 99%, que a su vez están correlacionados con el contenido de lípidos. Éstos pueden ser considerados como una medida más apropiada para determinar el grado de tostación. El contenido de proteína cruda se incrementa con el grado de tostación, lo mismo que el contenido de lípidos, el cual está en mayor proporción en los provenientes del tostador de cilindro rotatorio.

La concentración de sólidos solubles no presenta grandes modificaciones con el grado de tostación, los provenientes del tostador de lecho fluido aportan un 6% más, igual sucede con los rendimientos en sólidos solubles. El pH tiende a ser neutro (1→7) a medida que se incrementa el grado de tostación para los cafés de los dos tostadores pero el de lecho fluido genera cafés con los valores de pH más

ácidos (1←7) y por consiguiente, de mayor acidez objetiva.

En el tostador de lecho fluido se realiza el proceso de tostión en menor tiempo. Con la utilización del análisis multivariado de componentes principales fue posible realizar la discriminación de los diferentes cafés utilizados, encontrándose que las coordenadas de color L^* , a^* , b^* explican la varianza en la componente principal 1 en un 43%. En la componente principal 2 el contenido de proteína y el pH explican la varianza en 21%. Y en un 19% la acidez en la componente principal 3. Se encontraron correlaciones superiores al 74% entre estas propiedades y la acidez titulable a pH 7, 8 y 9. En estos materiales el contenido de lípidos, el color L^* , a^* , b^* y el índice de refracción del aceite extraído explican la varianza en 37, 25 y 18% en las componentes p1, p2 y p3, respectivamente.

También se identificaron 15 ácidos grasos, cuatro de ellos (palmítico, linoleico, oleico y el esteárico constituyen el 88% de la fracción total. El ácido araquídico está en menor proporción, si se compara con los registrados para otros cafés. Con la composición de los ácidos grasos encontrada también fue posible discriminar los cafés de acuerdo a su clasificación y pretratamiento. Siendo los ácidos estearico, linoleico y el araquídico los que explican la varianza en un 46,5% en la componente principal 1 y el oleico en un 30% en la componente 2.

Caracterización Granulométrica del Café Colombiano.

IND 04 18. Ricardo Alonso Guevara. Becario Colciencias Federacafé. Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales

En la preparación de una bebida de café el grado de molienda (tamaño de las partículas) es un factor importante puesto que debe estar acorde con el tipo de extracción que va a utilizarse a fin de que los compuestos solubles sean extraídos en la proporción adecuada (18 a 22%). La Norma Técnica Colombiana NTC 2441, que estipula la metodología actualmente empleada en la determinación del tamaño de partícula del café tostado y molido, presenta fallas y no está caracterizando correctamente las partículas. Mediante el desarrollo de esta investigación se determina-

ron las causas de las fallas de la NTC 2441 y se proporcionaron elementos de juicio que permiten mejorar la metodología empleada por dicha Norma. Utilizando la técnica de medición por difracción de rayos láser se encontró que el tamizado, recomendado en la Norma, no mide el real tamaño de las partículas cuando éstas pertenecen a molienda fina, puesto que se presenta, entre otros fenómenos, una obstrucción de los tamices causada por problemas de limpieza de los mismos, no contemplados en la metodología. Se concluyó, entre otros aspectos, que hace falta especificar un método de toma de la muestra por analizar y adicionar al menos dos tamices al conjunto utilizado. Se demostró que el modelo matemático de Rosin-Rammler con el cual se ajusta la distribución de partículas, no es el responsable de los problemas de la Norma y por el contrario, su ajuste es muy aceptable.

Adicionalmente, se estudió la influencia de factores como el tipo de café y su grado de tostión en los resultados de la molienda, hallándose que el tamaño de las partículas producidas es mayor entre mayor es el tamaño de los granos alimentados en la operación y menor su grado de tostión.

Influencia de la Altitud en la Calidad de la Bebida de Café. IND 04 20. Carlos Evelio Buenaventura. Becario Colciencias-Federacafé. Ingeniería Química. Universidad de América, Santafé de Bogotá

Con el fin determinar la tendencia de las características fisicoquímicas y las cualidades organolépticas del café tostado y las de la bebida de café según el incremento de la altitud para establecer si existía influencia de esta última sobre la calidad de la bebida, se evaluaron muestras de café procedentes de 10 altitudes, entre 1050 y 1950msnm, correspondientes al Ecotopo 206 B, específicamente al municipio del Fresno en el departamento del Tolima.

Los resultados mostraron que la altitud tiene un efecto determinante sobre las características del café tostado y de la bebida, mostrando una zona donde se presentaron los mejores valores de calidad (1450–1650msnm) y estableciéndose ésta como la franja altitudinal con las mejores condiciones para el cultivo del café en el ecotopo 206 B.

Industrialización de café brocado: Torrefacción, Extracción y Concentración. IND 05 12. José Jaime Castaño

Castrillón, Investigador Científico II. Programa Industrialización, Cenicafé

Anteriormente se ha estudiado el efecto que tienen diferentes grados de brocado y distintos niveles de infestación en las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del café tostado. Posteriormente y partiendo de los resultados de ese trabajo se intentó encontrar condiciones óptimas de torrefacción para algunas mezclas de café perforado por la broca y compararlas con las condiciones de torrefacción para café en buen estado. En esta tercera parte del trabajo se estudió el efecto que tienen diferentes grados de brocado sobre el proceso de crioconcentración del extracto, y cómo estos grados de brocado influyen en la calidad de los extractos obtenidos finalmente.

La crioconcentración es un proceso de concentración de líquidos que incluye una cristalización parcial del agua y una subsecuente separación de los cristales y del concentrado. La crioconcentración es particularmente adecuada para alimentos líquidos que se afectan con el calor y que contienen aromas volátiles, tal como el café. Debido a que el agua es esencialmente removida de la solución por el cambio de fase de líquido a cristal, las pérdidas de aroma por evaporación pueden evitarse completamente. Las bajas temperaturas del proceso, entre -3 y -7°C , eliminan completamente las reacciones de descomposición térmica. El principal inconveniente que se presenta es la pérdida de sólidos solubles con el hielo, al no poder separarlos completamente.

Dentro del proceso de producción de café soluble, el proceso de concentración del extracto se ubica justo antes del proceso de secado, ya sea por atomización o liofilización y se efectúa para hacer más rentable y eficiente el proceso, puesto que así se llega a este con menos agua en el extracto. Es importante para la producción de café soluble un proceso de concentración que garantice la permanencia de los aromas propios del café dentro del extracto. Como ya se mencionó el proceso más común de concentración empleado dentro de la industria del café soluble es el de crioconcentración. Cabe entonces la pregunta de si las características negativas de los cafés perforados por broca pasan a los extractos obtenidos después del proceso de concentración. Este trabajo es un primer intento de responder a esta pregunta.

En lo que se refiere al café tostado, se confirma la dependencia que presenta la densidad del café almendra, el café tostado en grano, y el café tostado y molido del grado de brocado. Se encuentra una dependencia de la humedad del café tostado y molido con el grado de brocado, la cual no había sido observada en trabajos anteriores en los cuales se había detectado esta dependencia pero con relación al nivel de infestación. En lo que se refiere a la calidad organoléptica de los extractos, se tiene que en trabajos anteriores, se habían detectado diferencias entre los productos 100% brocados Grado 1 y Grado 2, con relación al producto Normal, pero sin llegar al rechazo en el Grado 1, y si llegando al rechazo en el Grado 2. En este trabajo no se encuentran diferencias entre los extractos crioconcentrados Normal, Grado 1, y Grado 2, y reciben calificación similar en valor absoluto, con alguna tendencia a un menor valor para el producto Normal. Es como si las diferencias tenidas en un principio entre estas tres calidades de materia prima tendieran a perderse por el proceso de Crioconcentración.

El extracto 100% brocado, Grado 3, sin embargo, continua siendo el peor calificado, en forma notablemente inferior a los demás, aunque sin llegar a valores de rechazo. Algo similar ocurrió con la Acidez Titulable y el pH de los extractos, donde nuevamente los extractos Normal, Grado 1, y Grado 2 muestran valores parecidos. En un trabajo anterior no se habían encontrado diferencias significativas entre la Acidez Titulable y el pH de los productos Normales y 100% Grado 1, situación que se repite en el presente trabajo, después de haber pasado los extractos por el proceso de crioconcentración. Los 100% brocados Grado 2, tampoco mostraron diferencias significativas con relación a estas variables y al producto Normal, análogamente a lo que sucede en el presente trabajo. También los productos 100% brocados Grado 3, sí mostraron diferencias significativas con relación al Normal y al 100% brocado Grado 1.

Los parámetros de proceso: cantidad de extracto producido, concentración final, tampoco se ven influenciadas por el grado de brocado de la materia prima. Las variables del extracto: contenido de sólidos insolubles, tensión superficial, densidad y viscosidad, tampoco mostraron dependencia del grado de brocado, aunque es de anotar que la medida de viscosidad resultó ser muy insegura pues

presentó un coeficiente de variación muy alto. El color medido instrumentalmente por medio de las coordenadas Hunter Lab y CIE $L^*a^*b^*$, no mostró dependencia significativa del grado de brocado, aunque es de anotar que el color organoléptico sí mostró diferencia significativa mostrando dos grupos (Normal, Grado 1, Grado 2) y (Grado 3), lo cual es un resultado aparentemente contradictorio. El análisis de componentes principales mostró a los grupos Grado 1 y Grado 2 completamente indiferenciados, al Normal con algo de diferencia, y al Grado 3 definitivamente diferente de los otros.

Las medidas de almacenamiento mostraron que los extractos Normal y Grado 1, prácticamente no mostraron deterioro de sus cualidades sensoriales a lo largo de 5 meses de almacenamiento. El extracto Mezcla comenzó en niveles de aceptación comparables a los dos primeros, pero decayó rápidamente a los niveles del extracto Grado 3. El producto Grado 3, tuvo calificaciones de rechazo desde un principio las cuales se acentuaron durante el almacenamiento.

En lo que a la Acidez titulable y al pH se refiere permanecieron constantes durante el tiempo de almacenamiento en los productos Normal, Grado 1 y Mezcla. El producto Grado 3 que inicialmente mostró valores de acidez menores y de pH mayores que los otros productos, mostró un aumento y descenso, respectivamente de estos valores a lo largo del tiempo de almacenamiento. Las otras propiedades físico-químicas medidas, incluido el color del extracto no mostró variación durante los cinco meses de almacenamiento.

Actividad enzimática de la polifenoloxidasas en la caracterización y almacenamiento de café verde. IND 06 07. Juan Carlos Muñoz. Becario Colciencias - Federacafé. Ingeniería Química. Universidad de América. Santafé de Bogotá

Con el fin de estudiar la actividad de la enzima polifenoloxidasas (PFO) de café verde almacenado y su relación otras propiedades fisicoquímicas y con la calidad de taza de la bebida final, se realizó una investigación almacenando café proveniente de las Subestaciones Experimentales Naranjal, Supía y La Catalina durante seis meses a 24.5°C y 70%. El diseño experimental utilizado fue el

de bloques al azar, donde el factor de bloqueo es la procedencia del café, con seis tratamientos por bloque (calidades). Cada mes se evaluaron la humedad, el pH, la acidez, y los contenidos de lípidos, proteínas, la densidad, el color, la actividad enzimática específica de la PFO del grano y la calidad de taza de la bebida. Se encontraron diferencias significativas para todas las variables estudiadas como efecto de la procedencia y la humedad, acidez, lípidos y densidad como efecto de la calidad del café almacenado; la actividad enzimática de la PFO no decreció severamente durante los seis meses de almacenamiento y presentó etapas de activación/inhibición, indicando modificaciones fisicoquímicas asociadas al color, densidad, proteínas y una distribución lipídica en el grano.

No se correlacionó la actividad de la PFO con las pruebas de Catación de la bebida; al cabo de los seis meses de almacenamiento el café excelso conservó mejor sus propiedades organolépticas que las mezclas consumo-pasilla, y los defectos de calidad organoléptica más notorios fueron el reposo y el fermento.

Productos de la Fermentación del Plátano: Etanol, Acido acético y bebida alcohólica. IND 07 21. Beatriz Elena Valdés. Becaria Colciencias - Federacafé. Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

Ante el comité de investigación se presentó la propuesta para realizar el trabajo "Productos de la fermentación de plátano: etanol, ácido acético y bebida alcohólica", el cual se llevaría a cabo en un fermentador que proporcionaría un ambiente controlado y estéril para el crecimiento del microorganismo y facilitaría el control de pH, temperatura, aireación y agitación. Sin embargo, dicho equipo aún no se encuentra en funcionamiento debido a problemas en la tarjeta principal, que conllevaron a importarla nuevamente.

Debido al inconveniente mencionado anteriormente, se hizo necesario realizar modificaciones en la metodología y eliminar la etapa de obtención de ácido acético, ya que corresponde a un proceso de fermentación aeróbica, para el que se necesita un flujo constante de aire estéril, adicionalmente, se trata de un proceso más largo y más estricto teniendo en cuenta las necesidades del microor-

ganismo. Las labores realizadas durante este año estuvieron encaminadas a conocer el proceso de producción de etanol y a buscar alternativas de obtención, con los materiales y equipos que se tenían disponibles. Se realizaron diferentes ensayos los cuales no mostraban resultados definitivos, pero hacían posible conocer el proceso, y finalmente permitieron plantear una nueva metodología de trabajo para la producción de etanol y una bebida alcohólica.

Congelación rápida (IQF) de mora. IND 07 22. Luz Mary Montes. Becaria Colciencias - Federacafé. Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Se estudió el proceso de congelación en mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), para evitar las pérdidas poscosecha, dada su condición de producto altamente perecedero, aplicándosele la tecnología de la congelación "IQF" al nivel experimental y a escala industrial.

El proceso experimental se inició con la recolección, selección y adecuación de la fruta y se clasificó únicamente la correspondiente al grado de madurez 5, según la Norma Técnica Colombiana 4106, para emplearse en la unidad experimental del proceso, permitiendo homogeneidad y calidad. Posteriormente se determinó la temperatura final de congelación de la fruta sometiéndola a cinco velocidades de congelación (0,1°C/min, 0,2°C/min, 0,3°C/min, 0,4°C/min y 0,6°C/min) mediante la inmersión en metanol como fluido refrigerante, encontrándose que a velocidades rápidas, el punto final de congelación de la fruta se obtiene a valores de temperatura más bajas y viceversa, es decir, la temperatura final del producto depende de la velocidad de congelación.

A escala industrial se utilizó un congelador de baches "Batch Freezer" mediante aspersion con nitrógeno líquido, para evaluar interacciones de temperatura de trabajo del equipo (-35°C y -55°C) y temperaturas finales de congelación del producto (-10°C, -15°C y -20°C); con el propósito de elegir la velocidad de congelación que no altere las características físicas, químicas y sensoriales de producto fresco y que en términos económicos sea el menos costoso. Finalmente, por razones de calidad y costo se eligió el tratamiento de -10°C como temperatura final de congelación de la mora y -35°C como temperatura de

operación del equipo, que corresponde a una velocidad de congelación de 4,37°C/min.

2. Avances de Investigación

A continuación se resumen los avances y resultados más importantes obtenidos hasta el momento en las siguientes investigaciones que se encuentran en curso:

Interacción aleloquímica de frutos de cafeto (*Coffea spp*) y la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari) 1867. IND 03 03. 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. Con base en este conocimiento se podrá inferir sobre los mecanismos de resistencia de las plantas, obtener compuestos inhibidores o repelentes, manejar aditivos en las dietas artificiales y diseñar trampas con atrayentes de importancia vital para el monitoreo de la broca en cuanto a su detección, estimación de poblaciones y captura masiva.

Se ha presenta en esta investigación la estandarización de la técnica de muestreo, análisis e identificación de compuestos volátiles emitidos por frutos de cafeto en diferentes estados de maduración y que pueden ser de interés en la interacción fruto de cafeto y la broca. La técnica de extracción por espacio de cabeza dinámico y concentración de volátiles en trampas de polímeros porosos, acoplada a la cromatografía de gases y espectrometría de masas, ha hecho posible la identificación de 34 compuestos volátiles dentro de las familias de aldehídos, cetonas, alcoholes, hidrocarburos, ésteres y en particular, el compuesto 2-metil-furano, con la indicación de la evolución de estos compuestos según el estado de maduración de los frutos. Sobre este trabajo existe la referencia del grupo de Mathieu *et al* (1), de la Unidad de Fitofarmacia y Mediadores Químicos de Versalles, Francia, que ha trabajado sobre el tema de compuestos volátiles en frutos de cafeto en las variedades robusta y arábica. En estos trabajos se registra un menor número de compuestos identificados en la variedad estudiada de la especie arábica, 14 contra 34, de los que se han identificado en la presente investigación.

Se puede anotar además del número de compuestos, la diferencias entre las familias obtenidas. Mientras en esta investigación se coincide con las familias de aldehídos, cetonas, alcoholes y ésteres, sin embargo, los hidrocarburos y el compuesto furano no se registran en el trabajo de Mathieu, pero sí informan sobre una buena proporción de terpenos, lo que en este trabajo se obtienen en niveles de trazas en los estados de frutos maduros y sobre maduros.

Caracterización de la prueba de taza de la bebida de café, en función del rendimiento de extracción, y el contenido de sólidos solubles, para el caso del café colombiano. IND 04 26. La presente investigación tiene por objeto revisar las ya conocidas cartas de preparación de la bebida de café, para el caso del café colombiano. Durante el presente año, se pusieron a punto las técnicas de elaboración de las cartas, y se efectuó un experimento de reproducibilidad con el departamento de mercado interno de Federacafé.

En el momento se están realizando las cartas para café excelso, calidad extra en tosti3n clara con el método de goteo y empleando dos tostadores, uno de lecho fluido y otro de aspas. Está terminada la recolección de datos para el primer tostador y está en curso la pre-recolección de datos para el segundo tostador.

Estudio del comportamiento en el tiempo de tres estructuras de empaque para café tostado. En el presente experimento se estudiaron durante un período de almacenamiento de 9 meses, tres estructuras para el empaque de café tostado. Las tres estructuras fueron: BOPP/BOPPmet/PPcoex, PET/BOPPmetaltabarrera/Peblanco y PET/FOILALUM/PEblanco, siendo la primera y la tercera dos estructuras, empleadas con alguna frecuencia por la industria torrefactora nacional. La segunda es una estructura desarrollada por la empresa Biofilm S.A..

De las tres estructuras, teóricamente la de mejores características es la tercera. Para el estudio se empacó en estas tres estructuras café tipo consumo, en bolsas de 1 libra, a tosti3n media, molienda en granulometría media y se almacenó durante 9 meses, a lo largo de los cuales se evaluó periódicamente. Las medidas efectuadas al producto

fueron sensoriales y físico-químicas e igualmente se evaluaron propiedades de permeabilidad de las estructuras. El resultado en general fue favorable a la segunda estructura.

Obtención bioquímica de celulosa y etanol a partir del café agotado. IND 07 24. En la búsqueda de alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos que se generan en el procesamiento de café soluble se han obtenido productos industrialmente útiles como celulosa y colorantes. Sin embargo, los procedimientos empleados para lograrlo ocasionan mayor contaminación ambiental a la que presenta en la actualidad la disposición final del residuo. Recientemente se ha investigado la degradación de materiales lignocelulósicos (materiales constituidos principalmente por lignina y celulosa) y dentro de los cuales puede incluirse la borra del café, mediante el empleo de microorganismos en procesos biológicos que han mostrado ser más "limpios" ambientalmente. Con el propósito de darle un uso industrial a la celulosa, principal componente de la borra del café, se estudia la obtención de las isoenzimas que se han encontrado en cultivos, principalmente del hongo *Phanerochaete chrysosporium* y la bacteria *Streptomyces viridosporus* cuando se les induce a su producción. Estas isoenzimas son secretadas por varios microorganismos denominados ligninolíticos cuando se agotan sus fuentes de energía en el metabolismo primario; es así como su obtención por inducción se realiza limitando las fuentes de energía e incluyendo un metabolito secundario (compuesto especializado que activa una nueva ruta metabólica) en el medio *in vitro*. Las isoenzimas aisladas pueden ser ahora empleadas específicamente para degradar ciertos componentes de un material y dejar los otros expuestos para su posterior aprovechamiento (Kirk).

Con el fin de contribuir a la eliminación de los subproductos sólidos generados en la industria del café soluble se propone su aprovechamiento mediante una metodología constituida por tres etapas. La primera de ellas y en ejecución involucra la producción y evaluación de las isoenzimas ligninolíticas LiP a partir del hongo *Phanerochaete chrysosporium* y ALiP de la bacteria *Streptomyces viridosporus*. La segunda consistirá en la deslignificación de la borra empleando las enzimas obtenidas e, independientemente, sometiéndola a fraccionamiento termomecánico, y en la tercera etapa se empleará el producto deslignificado como sustrato para la obtención de etanol por sacarificación

y fermentación simultánea. En la etapa inicial de la investigación se estudia la producción de isoenzimas ligninolíticas de *P. chrysosporium* por inducción con un metabolito secundario presente en los cultivos.

El análisis cualitativo empleando la técnica de electroforesis en gel discontinuo indicó la presencia de proteínas de alto peso molecular en mayor proporción a las de bajo peso, en dos fluidos extracelulares. Las lecturas de absorbancia registradas posteriormente en la cuantificación de actividad enzimática, mediante determinación espectrofotométrica a 310nm (UV), mostraron alta dispersión e interferencia óptica, resultando inapropiada ésta técnica en el espectro de absorción ultravioleta. Otra determinación de actividad ligninolítica en el rango visible proporcionó resultados reproducibles durante el tiempo de validez de la prueba y de la cual se pudo concluir que la eficiencia en la actividad encontrada en los fluidos extracelulares, sin previa filtración y posterior purificación, fue alrededor del 8% con respecto a la reportada en la literatura.

3. Investigaciones para aprobación del Comité Coordinador de Investigaciones de Cenicafé

Perfiles cromatográficos y sensoriales de cafés según su altura de cultivo. IND 01 05

Efecto de las condiciones edafológicas en la composición y contenido de azúcares del grano de café. IND 01 12

Influencia de los sistemas de torrefacción sobre los cafés especiales. IND 04 19

Diseño de una metodología de producción de café tostado y molido en finca. IND 04 29

Influencia de la Altitud en la Calidad de la Bebida de Café. Parte II Betty J. IND 04 31

Obtención de extractos de café por nuevos sistemas y condiciones de proceso. IND 05 19

Almacenamiento acelerado de café tostado. IND 06 12

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...

3. Investigaciones para aplicación del Comité Coordinador de

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

... de la ...
... de la ...
... de la ...

APOYOS BÁSICOS



Cenicafé

El Programa de Apoyos Básicos comprende las dependencias que tienen funciones de asesoría a la investigación y experimentación en aspectos estadísticos, de sistemas, económicos y climáticos, así como los relativos a la documentación, a la divulgación y a la transferencia de los resultados de investigación.

Es importante destacar para el período correspondiente a este informe la entrega del Anuario Meteorológico Cafetero 1999, con el cual se cumplieron 50 años de publicación continua y oportuna de la publicación que reúne los datos meteorológicos registrados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia desde 1941. La Red Meteorológica ha tenido un desarrollo sostenido y en la actualidad se operan unas 200 estaciones que cubren toda la geografía cafetera colombiana en un rango altitudinal entre 1.000 y 2.000m, en las laderas de las cordilleras. La recepción de la información está centralizada en Cenicafé.

Los procedimientos de instalación y exposición del instrumental y el procesamiento de la información climática se han regido por los lineamientos de la Organización Meteorológica Mundial, lo cual permite la comparación a los niveles nacional e internacional.

La información procesada se ha guardado en formato convencional de papel y en el año de 1994 se creó el Banco Climatológico de Datos para sistematizar los registros a través de un programa de computador elaborado con este fin. Es un proceso que aún continúa y en la actualidad se encuentran disponibles gran parte de las medidas de las variables climáticas, información registrada desde el nivel diario.

La Red Climática, desde su inicio, recibe la colaboración del personal técnico del Servicio de Extensión de FEDERACAFÉ, así como de los agricultores en sus fincas, situadas en los distintos departamentos donde se produce el café en Colombia.

BIOMETRÍA

Las actividades del experimento B100802 estuvieron orientadas a preparar el subproceso 1, que compone el método de recolección ASTUTO (método diseñado para pequeños caficultores). Para ello se realizó una caracterización antropométrica de los recolectores de las subestaciones La Catalina, Maracay y Paraguaicito, que incluyó 17 características. Los análisis biomecánicos de carga estática para las tres posturas típicas de recolección mostraron que por efecto del recipiente tradicional a capacidad máxima, los valores de esfuerzo de compresión y de corte en el disco lumbosacral (L5/S1), no exceden los límites permisibles según legislación norteamericana. A partir del análisis de carga estática para el recipiente, la caracterización de los recipientes tradicionales y los criterios técnicos, se rediseñó la extensión plástica para el recipiente y la correa de sujeción. Lo anterior, junto con el accesorio propuesto por Vélez *et al.* en 1999 y el dispositivo de Ramírez en 1999, se evaluaron bajo criterios operativos y de actitud, en la subestación La Catalina. El análisis estadístico no mostró diferencias entre las tres opciones evaluadas (tratamientos) en las variables operativas: rendimiento global, kg/h, frutos dejados en el suelo (%), frutos verdes dejados en el suelo (%) y tiempo por árbol. Igualmente, los recolectores generaron una actitud positiva frente al accesorio rediseñado y frente al dispositivo de Ramírez (1999) y generaron una actitud adversa frente al accesorio de Vélez *et al.* (1999).

En el experimento B100803, que busca optimizar operativamente las labores del cultivo, hasta el momento se han planteado los diagramas de flujo de las labores: germinadores, almácigos, siembras, zoqueo, selección de chupones y manejo integrado de arvenses.

Evaluación en campo de un plan de muestreo para el diagnóstico de la infestación por broca. B100305. Se terminó la evaluación participativa del plan de muestreo para el diagnóstico de la infestación por broca y los resultados mostraron que de 151 evaluaciones realizadas, en promedio, invirtieron dos horas en la aplicación del plan de muestreo, con un límite inferior y superior para esta estimación de 1,82 y 2,29 horas, respectivamente. De las 151 evaluaciones se llevaron registros de infestación en café almendra en 123 y de éstas, el 71% de los casos

estuvo por debajo del límite superior para la infestación en café almendra dada por el plan de muestreo evaluado. Este resultado se considera como bueno, dado que el diagnóstico de la infestación de dicho plan es para el café almendra de la semana pico de la cosecha principal, siempre y cuando se mantenga la infestación del lote al momento de hacer el diagnóstico. Ante los resultados de la evaluación participativa, se dispone de un plan de muestreo para el diagnóstico de la infestación por broca en el lote con una probabilidad de éxito mayor del 75%, la cual permitirá obtener estimaciones con un error menor o igual al 20% de la infestación del lote.

Simulación matemática para la dinámica de la broca del café en Colombia. B100603. Se plantea una estructura para modelar el comportamiento de la dinámica de la infestación por broca, de tal manera que el ambiente está representado por la temperatura del aire y la humedad relativa, como elementos que influyen en la dinámica poblacional del insecto y el proceso de emergencia; el hospedante está representado en la edad del fruto y en el número de frutos de café disponibles para ser infestados; y la intervención del hombre en este proceso y en esta primera versión del modelo está representada en la cosecha oportuna de los frutos maduros y en una recolección eficaz, bajo la consideración de que no se deja ningún fruto en el árbol y en el suelo después de la recolección. Una primera evaluación, muestra el comportamiento esperado de la infestación de broca ante cambios en la población inicial de huevos, efecto climático de los «años niño y niña» y efecto de la recolección oportuna.

Modelación matemática del cultivo del café en Colombia. Nivel ii de producción. B100606. En éste período se estudió la propuesta de Feddes, para la relación planta-agua-clima y como resultado, se entrega la estructura del cómo desarrollar el modelo y obtener la estimación de los parámetros que requiere dicha estructura.

Determinación de los factores limitativos del manejo integrado de plagas. Se hizo una revisión de métodos de evaluación de adopción de recomendaciones para tecnologías agrícolas divisibles y de proceso. Se ajustaron y compararon diferentes curvas de tipo sigmoidal para describir la adopción de las recomendaciones del MIB estudiadas (muestreo, Re-Re, aplicación de *Beauveria*

bassiana e insecticidas químicos) en Colombia. La curva logística resultó ser la ecuación más apropiada para describir la adopción de las cuatro recomendaciones del MIB. Se usó el análisis de regresión logística para determinar el impacto de diferentes factores sobre la adopción de las recomendaciones solas y en combinación. La Tabla 51 muestra la forma en que fueron adoptadas las recomendaciones del MIB; el valor de uno indica adopción de la recomendación y cero representa no-adopción. La combinación de recomendaciones que tuvo mayor adopción fue el uso de las cuatro recomendaciones y sólo un 1,79% de los caficultores no usaron ninguna recomendación para controlar la broca.

Los resultados de los análisis de las recomendaciones individuales y su combinación, se compararon con el objeto de determinar los factores limitativos en cada caso y la confiabilidad de los modelos. Son diversos y diferentes los factores que afectan el proceso de toma de decisiones en diferentes períodos para las recomendaciones analizadas y sus combinaciones.

Los modelos de regresión logística para recomendaciones individuales ignorando el uso de otras a la vez, mostraron que son diferentes los factores que afectan la probabilidad

de adopción, tal como se había supuesto. El nivel de educación y la disponibilidad de fondos induce a tener mayor acceso a la mano de obra, mayor capacidad de compra de insecticidas, realizar aspersiones del hongo y tomar parte en eventos de capacitación. Un mayor tamaño de la finca implica bienestar para el caficultor, pero puede ser desventajas debido a la alta demanda de la mano de obra para realizar las labores.

Los modelos logísticos para recomendaciones individuales o en combinación con otras tienen mayor importancia, ya que es el reflejo de lo que ocurre en la realidad: muchos caficultores adoptan combinaciones de recomendaciones, pero no hay información suficiente para saber en que tiempo dejan de usar una o varias recomendaciones. El número de variables o factores de influencia en estos conjuntos de datos, fue inferior a los encontrados cuando se analizó cada recomendación independiente del uso o no de otras: por ejemplo, cuando se analizó la recomendación de sólo Re-Re comparado con Re-Re ignorando otras recomendaciones, hubo poca coincidencia en los factores influyentes durante el período estudiado.

El efecto del nivel de educación sobre la recomendación sólo Re-Re, mostró que este conglomerado de caficultores

Tabla 51. Porcentaje de adopción de las recomendaciones del MIB.

Combinación	Mide infestación	Usa Re-Re	Usa B. <i>bassiana</i>	Usa insecticida	Usa Fincas	%
1	0	0	0	0	7	1,79
2	0	0	0	1	5	1,28
3	0	1	0	0	50	12,76
4	0	1	0	1	52	13,27
5	0	1	1	0	20	5,10
6	0	1	1	1	30	7,65
7	1	0	0	1	2	0,51
8	1	0	1	0	1	0,26
9	1	1	0	0	28	7,14
10	1	0	1	1	2	0,51
11	1	1	1	0	27	6,89
12	1	1	0	1	46	11,73
13	1	1	1	1	122	31,12
Fincas	228	375	202	259	392	

tuvo bajo nivel de educación y menor asistencia a eventos de capacitación durante el tiempo del estudio. Sin embargo, considerando el Re-Re ignorando otras recomendaciones, el nivel de educación no afectó la probabilidad de adopción.

La combinación de las recomendaciones Re-Re y muestreo, resultó afectada durante todo el tiempo de monitoreo por las variables: tiempo de existencia de la broca en la finca, el tamaño de la parcela en café, la edad del caficultor y la dedicación exclusiva al café como monocultivo; diferentes a los encontrados cuando se analizó solo el Re-Re. El nivel de educación, el tiempo con el insecto y el acceso a préstamo bancario fueron factores importantes para la adopción de la aspersión de insecticida y el Re-Re.

La adopción de tres de las recomendaciones fue influenciada por pocos factores y diferentes según la combinación de recomendaciones adoptada. La densidad de población afectó la adopción de la combinación: muestreo, Re-Re e insecticidas. La adopción del hongo, insecticidas y Re-Re fue afectada por la edad de los caficultores y la siembra de otros cultivos en la finca. La combinación: muestreo, ReRe y hongo fue afectada por el acceso a préstamo bancario y por la participación en eventos de capacitación, independiente del tamaño de la parcela con café. La adopción de las cuatro recomendaciones se asoció con niveles de educación altos y grandes parcelas en café, durante todo el período estadia-

ECONOMÍA

La Disciplina de Economía comenzó a ejecutar su Plan de Investigaciones y a desarrollar las actividades propias de la disciplina. También participó en eventos internacionales en los que hubo ponencias relacionadas con aspectos económicos de la broca del café.

Se pueden mencionar las siguientes actividades y productos:

Se participó en el Tercer Taller Internacional del Proyecto UNIQUAIMS, en Holanda, el cual estuvo centrado en Ecosistemas Degradados.

En cuanto a participación en eventos de capacitación, se tomó parte en cinco eventos dirigidos a extensionistas y

do. Las altas densidades, participación en eventos de capacitación y la asistencia técnica, afectaron esta combinación durante gran parte del período analizado. Estos modelos fueron ajustados mucho tiempo después de la entrega de las recomendaciones; sin embargo, la metodología utilizada permite planear el seguimiento y la evaluación del proceso, con la participación de actividades de investigación y extensión, con el objeto lograr el nivel de adopción deseado. El éxito de las recomendaciones no solo depende de los caficultores sino de su calidad, su posible y probable aceptación, características que deben ser evaluadas antes de liberar las recomendaciones.

Estos análisis muestran la necesidad de monitorear el proceso de entendimiento y adopción de las tecnologías para evaluar los factores limitativos y con base en su identificación, establecer estrategias tanto de investigación como de transferencia para direccionar el proceso. Específicamente, la acción del monitoreo debe incluir el efecto de factores que pueden cambiar a través del tiempo tales como el precio interno y externo del café, el salario rural y otros índices económicos. La evaluación del daño causado por la broca al café pergamino seco y la calidad del café beneficiado deberían ser las medidas reales de la eficacia y del impacto del MIB en este caso.

caficultores sobre temas diversos: adopción de tecnologías, mano de obra en cosecha, óptimos económicos en el uso de fertilizantes en café y una charla acerca del software Planifico.

El número total de Caficultores y Extensionistas participantes en estas capacitaciones fue de 213.

Se dictaron siete conferencias, de las cuales tres fueron de carácter internacional. También como productos del trabajo en la Disciplina, ingresaron al Centro de Documentación siete publicaciones, de las cuales dos fueron libros y el Avance Técnico de Cenicalé No 270.

En cuanto a colaboraciones, relacionadas con lectura, análisis de programas, proyectos, artículos científicos y avances técnicos, se tomó parte en básicamente ocho

actividades. Se efectuaron cuatro consultorías para el Fondo Común de Productos Básicos, en el proyecto ICO/02, en Ecuador, Honduras, Guatemala y México.

Se participó directamente en la asesoría en ocho proyectos de investigación de Cenicafé. En este mismo aspecto, investigaciones, se presentaron a la Dirección de Cenicafé

AGROCLIMATOLOGÍA

Red climática de Federacafé. Operaron en esta vigencia un total de 206 puestos de observación que hacen parte del Servicio Meteorológico de FEDERACAFÉ distribuidos así: 56 estaciones climatológicas principales, 8 estaciones heliopluiográficas, 6 estaciones pluviográficas y 136 estaciones pluviométricas. El mantenimiento y calibración del instrumental meteorológico se hizo a través 117 visitas que cubrieron toda la geografía cafetera y permitieron la recolección de información completa y confiable en la mayor parte de la red.

La información proveniente de la red meteorológica correspondiente a los elementos de temperaturas (media mínima y máxima), lluvia, brillo solar y humedad relativa se depuraron y procesaron hasta el mes de julio/00. Estos registros se publicaron en el Anuario Meteorológico Cafetero de 1999.

El programa de aumento de la cobertura de la actual red meteorológica en el departamento de Caldas se continuó con el apoyo de la División Técnica del Comité Departamental de Cafeteros y se instalaron las siguientes 8 nuevas estaciones pluviométricas: El Silencio (Aranzazu, 1680m), El Socorro (La Merced, 1852m), La Esperanza (Marquetalia, 1415m), La Florida (Pácora, 1620m), San Lucas (Risaralda, 1150 m), El Tiburio (Samaná, 1350m), La Gruta (Samaná, 1445m) y La Divisa (San José, 1620m).

Ciclo hidrológico y de nutrimentos en un bosque y en cafetales a libre exposición y bajo sombrío. A partir de los estudios de balance hídrico y de transporte de nutrimentos en cafetales se observa que para las plantaciones bajo sombrío, la mayor proporción de la lluvia externa se retiene en la parte aérea del cultivo con un valor medio

cuatro perfiles de investigación. Actualmente se encuentran en ejecución 3 investigaciones y una validación (software Planifico). Adicionalmente se finalizó la investigación ECO 0701, sobre mano de obra y cosecha de café en Palestina, Caldas. Esta última fue la base para desarrollar el software «Planifico».

de 55%. El mayor porcentaje de lluvia interceptada ocurre en las plantaciones de café con sombrío de nogal con un 60%, siguen en orden descendente los cafetales con guamo, eucalipto y pino.

Del total de la lluvia externa solamente un 45% llega a la superficie del suelo (Lluvia efectiva, precipitación neta) de la cual 6% es agua de escorrentía y 39% ingresa al perfil del suelo.

En relación con las medidas realizadas en los pluviómetros debajo de los árboles (lluvia efectiva), se observa gran variabilidad, entre un 12 y un 23 % de las observaciones presentan cantidades de lluvia superiores a la observada en la estación climática próxima.

La percolación presenta un valor medio de 39% de la lluvia externa; en regiones húmedas este porcentaje representa un volumen importante de agua si lo asociamos al lavado de nutrimentos a través del perfil del suelo.

La más baja proporción de la lluvia es la escorrentía con un valor medio de 6%, comportamiento explicable por las tasas altas de la infiltración de agua en el perfil del suelo de textura franco-arenoso y por presentar pendientes inferiores al 10% tanto en Cenicafé, como en Paraguaicito. Con relación al escurrimiento de agua por los tallos, en Cenicafé se realizaron mediciones en árboles de guamo (*Inga* sp), encontrándose un valor muy bajo del total de la lluvia externa; como valor máximo se registró solamente un 1,3%.

Para las condiciones del ensayo los valores de almacenamiento de agua por la parte aérea de la planta presentan diferencias entre un cafetal al sol ($C=0,33$) y los cafetales bajo sombrío y varían entre 0,53 (sombrío de pino) y 0,91 (sombrío de guamo). Los valores de almacenamiento del follaje normalmente varían entre 0,4 y 2,0mm, sin

presentar una diferenciación clara entre arboles y plantas herbáceas.

En observaciones de humedad volumétrica del suelo en cafetales a libre exposición solar y con sombrío de guamo (*Inga* sp), se observa una clara influencia de la cobertura; es así como el cafetal con sombrío de guamo tiene un efecto notorio en la conservación del agua, especialmente en los períodos de una gran deficiencia de lluvia como el ocurrido durante el Evento Cálido del Pacífico (El Niño 1997-1998); en el cafetal a libre exposición solar se presentaron deficiencias severas, con valores en la humedad volumétrica inferiores al 15% a 40cm de profundidad. Durante el Evento frío y húmedo (La Niña-1999) no se presentaron diferencias notorias entre las dos modalidades de cultivo.

Las cantidades de nutrimentos que ingresan al suelo en el agua de lavado foliar en los diferentes ecosistemas analizados presentan los siguientes valores en promedio: potasio $2,11 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, calcio $0,67$, magnesio $0,25$ y nitratos $0,42$. Estas cantidades son comparables con las encontradas en bosques tropicales. Los contenidos de potasio y nitratos en el agua de lavado foliar son superiores en el cafetal bajo sombrío de nogal, cuando se compara con la coberturas de cafetales bajo sombrío de eucalipto, pino y cafetal a libre exposición solar, los valores hallados son de $3,79 \text{ kg/ha} \cdot \text{año}$ para potasio y $1,14$ para los nitratos.

En relación con el pH en el agua de lavado foliar presentó un valor medio de $6,4$ para los ecosistemas en estudio, con una desviación de $0,3$; los valores más bajos en el pH se presentan para la asociación del café con el eucalipto y el pino, con un pH de $6,1$. Las cantidades de nutrimentos que se movilizan en el agua de escorrentía presentan como valores promedio $0,43 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ para potasio, $0,33$ para calcio, $0,033$ magnesio, $0,053$ para nitratos. Las cantidades de elementos que se mueven en el agua de escorrentía son bajas, comparados con los elementos que se mueven en el agua de lavado foliar.

El Evento cálido del Pacífico - El Niño, intensifica más fuertemente las épocas de sequía (normales dentro del ciclo anual) y que la Niña las disminuye. Durante La Niña 1998-1999, los datos de humedad de suelo no reflejaron el carácter bimodal que exhibe normalmente el ciclo anual de esta variable. La estimación de la función de

densidad de probabilidades de los registros decadales de la humedad de suelo revela fuertes asimetrías. El café al sol presenta mayor intermitencia, mayor coeficiente de asimetría y una Función de Distribución de Probabilidad (FDP) unimodal, y los otros dos tipos de cobertura exhiben multimodalidad en las FDP.

Se presentan correlaciones positivas entre el Índice de Oscilación del Sur (SOI) y el Índice Normalizado de diferencias de Vegetación (NDVI) e indican una disminución en la actividad vegetal durante El Niño, consistentemente con las anomalías negativas halladas en la precipitación.

Ecotopos cafeteros de la cuenca del río Cauca. En el análisis de los ecotopos 201A a 205A (departamentos de Antioquia y Caldas) y 101B a 110B (departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda y Valle del Cauca) se adelantó lo siguiente:

- Inventario y recopilación de la información mensual de las variables de temperatura (media, mínima y máxima), precipitación, brillo solar y humedad relativa disponible en Cenicafé y otras entidades del nivel nacional.
- Selección de 40 estaciones tanto dentro como fuera de las áreas de los ecotopos considerados.
- Depuración y complementación de las series a través de correlaciones entre estaciones situadas bajo la influencia de condiciones climáticas similares con el fin de remover datos errados e identificar no homogeneidades.

Publicaciones.

- La zona cafetera colombiana y el Evento Frío del Pacífico. Revista Cenicafé. Vol. 50(3):222-237. 1999.
- Redistribución de la lluvia y transporte de nutrimentos en cafetales. Simposio de Suelos de la zona cafetera colombiana - hacia el siglo XXI. Cenicafé - Chinchiná, Caldas. Julio 24 a 28. 2000. 15p.
- Distribución de la lluvia dentro de los cafetales. Avances Técnicos Cenicafé. No 262:1-4. 1999.
- Aspectos agroclimáticos del cultivo del café. In: Resúmenes del Curso sobre *Cómo mejorar la rentabi-*

lidad de las fincas cafeteras. Cenicafé -Chinchiná-Caldas. Julio 4 al 7 del 2000. p 3-9

- Ecurrimiento de agua y nutrimentos por el tallo en árboles de guamo (*Inga* sp). Cenicafé. 1999. 20p.
- Distribución de la floración y cosecha de café en tres altitudes de la zona cafetera. Cenicafé, Avances Técnicos No 272:1-4. 2000.
- Acumulación de materia seca y extracción de nutrimentos por *Coffea arábica* L. cv Colombia en tres localidades de la zona cafetera colombiana. In: Simposio de Suelos de la zona cafetera colombiana - hacia el siglo XXI. Cenicafé - Chinchiná - Caldas. Julio 24 a 28. 2000.
- ENSO-related variability of soil moisture in Colombia. In: Taller *El papel de la biosfera en el sistema climático: El caso del trópico suramericano*. Universidad Simón Bolívar- BAHG/GEWEX. Caracas-Venezuela. Abril 11-2000.

- Phase-locking between annual and interannual (ENSO) timescales in Precipitation, River Discharges, Soil Moisture and NDVI in Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. International Forum on Climate Prediction, Agriculture and Development. Columbia University. USA. April 26-28. 2000. 25p.
- Amplificación de las anomalías de humedad de suelo y el Índice Normalizado de diferencias en la Vegetación -NDVI- por El Niño en Colombia. In: XIX Congreso Latinoamericano de hidráulica. Córdoba-Argentina. 2000. 16p.
- Estimación de la fotosíntesis a nivel de la planta completa de café (*Coffea arábica* L) cv. Caturra. In: Congreso de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal, 30. Ibagué, Mayo 10-12, 2000. Memorias. Ibagué, COMALFI, 2000. p. 49. Esp.

DOCUMENTACIÓN

El Centro de Documentación desarrolló las siguientes actividades:

La información cafetera y su tratamiento es un objetivo primordial; con base en este fin, se registraron en la base de datos CENIC, 3.201 referencias de documentos sobre el tema Café o asuntos relacionados. Así, esta base de datos, que incluye estos registros con sus respectivos resúmenes, llegó a las 26.000 referencias de documentos.

En la base de datos AGROS, que incluye los libros, folletos, series, monografías, artículos seleccionados de revistas, entre otros materiales, que posee la Biblioteca (excepto Café), se adicionaron 3.148 referencias, totalizando 49.000 registros. En el período del presente informe se adquirieron y procesaron 2.171 documentos, de los cuales 428 correspondieron a libros y 1.743 a artículos de revistas y folletos, los cuales fueron debidamente catalogados y clasificados. Las referencias bibliográficas de éstos se publicaron quincenalmente en el boletín electrónico «Últimas Adquisiciones»

La base de datos FLORA fue objeto de complementación con la inclusión de 173 nuevos registros sobre la flora arvense, arbustiva y arbórea de la zona cafetera y la actualización y edición de 137 registros ya existentes en la base de datos

Las revistas son la principal fuente de consulta en un Centro de Investigación, constituyéndose en valioso material dentro de la Biblioteca, por esto se le ha prestado un cuidado especial. En esta época se recibieron y registraron 2.774 revistas, las que incluyeron aproximadamente unos 110.960 artículos.

Se continuó con la política de canje de publicaciones entre Instituciones, como un medio para enriquecer bibliográficamente la Biblioteca. Cenicafé tiene compromisos de intercambio con 276 instituciones de Colombia y el mundo. Así, entre 1999 y 2000 se recibieron por canje, 576 revistas y 275 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 produjo una disminución de las solicitudes debido a los problemas presupuestales y sólo se hizo el trámite de 75 solicitudes de libros especializados y la renovación de suscripción de 237 títulos de revistas.

La divulgación de la información es el factor principal para que las publicaciones sean conocidas entre los investigadores, con base en esto, el Centro de Documentación programó exposiciones quincenales durante el año, en las que se exhibieron 120 documentos sobre café, 428 libros técnicos, 1.743 artículos y folletos y 2.711 revistas.

La afluencia de lectores a la Biblioteca es un indicador del uso y consulta de sus materiales. En esta temporada hubo

3.634 usuarios, se consultaron 27.612 documentos y se realizaron 7.923 préstamos. Así mismo, hubo un alto índice de consulta de las bases de datos en computador y en CD-ROM en el Centro de Documentación al igual que de las bases de datos disponibles en Internet, contabilizando 7000 consultas en el periodo del informe.

Los resúmenes de los documentos sobre café, en la mayoría de los casos, vienen en idiomas distintos al Español (Inglés, Francés y Portugués) por lo cual deben ser traducidos para ser ingresados posteriormente a la base de datos CENIC.

En este período se tradujeron 310 resúmenes, que se sometieron posteriormente a revisión y edición.

SISTEMAS

El ambiente de las comunicaciones cambia rápidamente, es tecnológicamente muy complejo y es sometido a una serie innumerable de riesgos que ponen en peligro uno de los activos estratégicamente más vitales de toda organización: la información.

Este recurso, usado diariamente en las funciones de investigación de Cenicafé, debe ser examinado cuidadosamente ya que una falla en él ocasionaría un serio impacto sobre el desarrollo normal de las actividades del Centro.

Por esta razón, cada vez es más imperiosa la necesidad de desarrollar planes de continuidad y seguridad que minimicen la pérdida potencial de activos y recursos y es hacia allí que la Disciplina de Sistemas enfila sus esfuerzos para una adecuada creación de estrategias y políticas que permitan:

- La definición y puesta en marcha de planes de continuidad y planes de seguridad
- El fortalecimiento del servicio de comunicaciones Intra e Internet.

- La modernización del software de servidores y clientes, la modernización del hardware.
- La estandarización de los procesos de instalación de software y hardware.
- La asesoría técnica, el servicio técnico y la asistencia a usuarios.
- Los procedimientos de respaldo.
- El permanente apoyo a las tareas de sistematización y automatización.

Cenicafé cuenta hoy en día con una tecnología de información adecuada, basada en una robusta infraestructura computacional, que no sólo está preparada para afrontar los retos del nuevo milenio: servidores de video y documentales, internet2, reconocimiento y comprensión de voz, video-conferencias, soluciones de negocios, teletrabajo, comercio electrónico, etc., sino que nos permite aplicar y generar modelos para el desarrollo integral de los Sistemas de Información, la automatización y sistematización de necesidades, la comunicación Intranet, convirtiéndose así en un recurso vital para el manejo de la información.

DIVULGACION Y TRANSFERENCIA

Revista CENICAFÉ

Volumen 50, número 4	6 artículos
Volumen 51, número 1	6 artículos
Volumen 51, número 2	6 artículos
Volumen 51, número 3	6 artículos

TOTAL: 24 artículos científicos

Avances Técnicos

- 262 Abr. 1 999 Distribución de la lluvia dentro de los cafetales
- 263 May. 1999 Aumente la densidad de población de los cafetales y la productividad, sin costos adicionales.
- 264 Jun. 1999 Control de derrumbes y negativos en carreteras, mediante tratamientos de tipo biológico.
- 265 Jul. 1999 Las aves de la zona cafetera de Colombia.
- 266 Agto. 1999 Aves migratorias en la zona cafetera colombiana.
- 267 Sept. 1999 Deficiencias minerales en tangelo minneola, inducidas en condiciones hidropónicas.
- 268 Oct. 1999 Las llagas del cafeto.
- 269 Nov. 1999 Nuevo método para mejorar la recolección manual del café.
- 270 Dic. 1999 Óptimos económicos en la respuesta del café a la fertilización.
- 271 Ene. 2000 El selector de arvenses modificado.

- 272 Feb. 2000 Distribución de la floración y la cosecha de café en tres altitudes.
- 273 Mar. 2000 Mariposas diurnas de la zona cafetera colombiana.
- 274 Abr. 2000 Evite errores en el manejo de almácigos de café.
- 275 May. 2000 El colorao, un maíz para intercalar en zocas o nuevas siembras.
- 276 Jun. 2000 Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida.
- 277 Jul. 2000 Producción de semilla de plátano en almácigo.
- 278 Agto. 2000 La muerte descendente del cafeto (*Phoma* spp.).

Total Avances Técnicos Cenicafé publicados: 17

Anuario Meteorológico Cafetero.

Se publicó el anuario correspondiente al año 1999

Boletines Técnicos. Se publicaron dos números.

No. 21 Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café.

No. 22 La variedad Colombia: veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto.

Manuales y Libros

1. Roa M., G.; Oliveros T., C. E.; Alvarez G., J.; Ramírez G., C. A.; Sanz U., J. R.; Alvarez H., J. R.; Dávila A., M. T.; Zambrano F., D. A.; Puerta Q., G. I.; Rodríguez V., N. Beneficio ecológico del café. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 273 p.

2. Duque O., H.; Chaves C., B. Estudio sobre adopción del manejo integrado de la broca del café. Chinchiná, Cenicafé. 2000. 89 P.

3. Duque O., H.; Restrepo A., M.; Velásquez G., R. Estudio sobre cosecha de café y mano de obra en Palestina, Caldas. Chinchiná, Cenicafé, 2000. 37 p.

Otros Impresos (Plegables, Afiches y Volantes)

1. Se diseñó el plegable y el libro de las memorias del curso «Cómo mejorar la rentabilidad de las fincas cafeteras».

2. Diseño del plegable sobre el Simposio «Suelos de la zona cafetera colombiana».

Otras Publicaciones (Asesorías a otras dependencias de la Federación)

1. Informes. Diseño, edición y supervisión

1. Informe de la Gerencia General de la Federación al LVIII Congreso Cafetero.

2. Informe Anual de la Gerencia Técnica de la Federación de Cafeteros

3. Informe anual de actividades de Cenicafé 1998 - 1999.

2. Libros.

1. Valencia A., G. Fisiología, nutrición y fertilización del café. Agroinsumos del Café S.A. -Cenicafé. 1999. 94 p.

3. Otros.

Se diseñó la carátula para el manual y los stickers para las cajas de Agrowin

2. Presentación del informe oral de actividades de Divulgación 1998-1999.

Además, se elaboraron las presentaciones de Cenicafé para los siguientes eventos:

3. Seminario de actualización sobre propiedad intelectual, acceso a los recursos genéticos y conocimientos tradicionales en el marco de la biodiversidad biológica. Bogotá, septiembre 28 de 2000.

4. Foro permanente: Centros de desarrollo tecnológico, sector agropecuario. Octubre 13 de 1999.

5. Primer curso internacional de riesgos fitosanitarios para la agricultura colombiana. Bogotá, noviembre 3 al 5 de 1999.

6. Precongreso Nacional Cafetero. Armenia, noviembre 4 al 6 de 1999.

7. La imagen que el desarrollo agrícola requiere. Noviembre 19 al 27 de 1999.

8. Seminario: Instrumentos para el desarrollo tecnológico regional. Bucaramanga, abril 6 y 7 de 2000.

9. 12th Annual SCAA Conference & Exhibition. The Moscone Center. San Francisco, California. Abril 14 al 18 de 2000.

CENINOTAS (BOLETIN INTERNO)

Para este año se diseñó virtual, el cual se encuentra en la página de Intranet de Cenicafé.

ATENCION A VISITANTES.

Durante este período se atendieron 118 visitas con un total de 2.836 personas, destacándose:

- * 489 caficultores
- * 1.570 estudiantes universitarios,
- * 65 extranjeros.

Ayudas Visuales

1. Informe Cenicafé ante el precongreso y congreso cafetero. 1999.

ORGANIZACION Y PARTICIPACION EN EVENTOS (EXPOSICIONES, CONGRESOS, ETC.)

1. Fiesta del Folclor
Chinchiná
Octubre 15 y 15/1999
2. Expoandi
Manizales
Octubre 30 - Noviembre 7/1999 «Caficultura sostenible»
3. Café de Colombia/99
Barranquilla
Noviembre 19 al 22/1999

FOTOGRAFIA

Se atendieron 414 solicitudes de las diferentes disciplinas, de las cuales se desprendieron los siguientes trabajos:

- Fotografías en papel
- Contactos 371
- Copias 12.741
- Ampliaciones 22
- Diapositivas 248
- Fotografía digital 900

En este período se trabajó reutilizando material que remitieron los investigadores por solicitud de esta disciplina. Además, se colaboró con material fotográfico solicitado

por varias dependencias de la Federación de Cafeteros, Comités de Cafeteros y otras entidades.

DISTRIBUCION DE PUBLICACIONES

En la Tabla 52 se describe como fue la distribución de publicaciones año cafetero 1999-2000.

CURSOS Y SEMINARIOS

1. Curso «Cómo mejorar la rentabilidad de las fincas cafeteras», dirigido a los caficultores de Colombia. Asistieron 28 personas.
2. Del 14 al 18 de febrero los extensionistas del Comité de Cafeteros del Valle asistieron a un curso de capacitación sobre el cultivo y beneficio del café. Asistieron 50 personas.
3. La Disciplina de Química Agrícola de Cenicafé organizó y coordinó el Simposio «Suelos de la zona cafetera colombiana», en el cual Divulgación colaboró con la instalación en el hall principal de Cenicafé de los stand para los expositores. Además se colaboró con la logística del evento. Asistieron 150 personas.
4. Además, la oficina de Reestructuración Cafetera de la Federación y el Instituto Alejandro von Humboldt coordinaron el Foro «Café y biodiversidad», llevado a cabo en las instalaciones de Cenicafé los días 10 y 11 de agosto del presente año y en el cual también esta Disciplina se encargó de la logística del evento. Asistieron aproximadamente 200 personas.

Tabla 52. Distribución de publicaciones

Números	Tipo de publicación	Ejemplares distribuidos por suscripción
12	Avance Técnico	141,750
4	Revista Cenicafé	12,941
2	Boletín Técnico	6,181
1	Anuario Meteorológico Cafetero 1999	631
Total		161,503

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA
GERENCIA TÉCNICA

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

DIRECCIÓN

Gabriel Cadena G., Ph.D.

PROGRAMA DE APOYOS BÁSICOS

Agroclimatología

Orlando Guzmán M., Ing. Agrónomo M.Sc.
José Vicente Baldión R., Ing. Agrónomo
Álvaro Jaramillo R., Ing. Agrónomo M.Sc.

Biometría

Bernardo Chaves C., Estadístico M.Sc.*
Esther Cecilia Montoya R., Estadístico M.Sc.

Control Interno

Luis Alfredo Amaya F., Administrador Público

Divulgación

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

Documentación

Luis Alejandro Maya M., Documentalista Ph.D.
Nancy Cecilia Delgado R., Bibliotecóloga

Economía

Hernando Duque O., Ing. Agrónomo M. Sc.

Sistemas

Luis Ignacio Estrada H., Ing. Químico
Carlos Hernán Gallego Z., Ing. de Sistemas
John Jairo Ramírez G., Ing. de Sistemas
Óscar Ariel Giraldo B., Ing. de Sistemas

PROGRAMA AGRONOMÍA

Jaime Arcila P., Coordinador

Conservación de Suelos

Horacio Rivera P., Ing. Agrónomo Ph. D.
Luis Fernando Salazar G. Ing. Agrónomo

Fitotecnia

Jaime Arcila P., Ing. Agrónomo Ph.D.
Argemiro Miguel Moreno B., Ing. Agrónomo M.Sc.
Jhon Jaime Arias H. Ing. Agrónomo

Química Agrícola

Siavosh Sadeghian Kh. Ing. Agrónomo M.Sc.
Martha Cecilia Henao T., Geólogo M.Sc.*
Eduardo Hernández G. Ing. Agrónomo
Oscar John Álvarez J. Ing. Agrónomo
Jesús Antonio Caballero R. Ing. Agrónomo

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

Álex Enrique Bustillo P., Coordinador

Entomología

Álex Enrique Bustillo P., Ing. Agrónomo Ph.D.
Pablo Benavides M., Ing. Agrónomo*
Juan Carlos López N., Microbiólogo
Jaime Orozco H., Ing. Agrónomo M.Sc.
Maribel del S. Portilla R., Ing. Agrónomo Ph.D.**
Francisco Javier Posada F., Ing. Agrónomo Ph.D.
Elena Trinidad Velázquez S., Bioquímica M.Sc

Fisiología Vegetal

Néstor Miguel Riaño H., Ing. Agrónomo Ph. D.
Beatriz Eugenia Vélez A., Bióloga
Jerson Ramón Domínguez T., Biólogo. M.Sc.*

Fitopatología

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo 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 Ph.D.**
Hernando Alfonso Cortina G., Ing. Agrónomo M.Sc.
Carmenza Esther Góngora B., Microbióloga Ph.D.**
María del Pilar Moncada B., Ing. Agrónomo Ph. D.**
Juan Carlos Herrera P. Biólogo M.Sc.*
José Ricardo Acuña Z., Biólogo Ph.D.

PROGRAMA DE POSTCOSECHA

Carlos Eugenio Oliveros T. Coordinador

Ingeniería Agrícola

Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph.D.
Gonzalo Roa M., Electromecánico Ph.D.
César Augusto Ramírez G., Arquitecto
Juan Rodrigo Sanz U., Ing. Mecánico M.Sc.*

Química Industrial

Gloria Inés Puerta Q., Ing. Química, Ing. Alimentos M.Sc.
Diego Antonio Zambrano F., Ing. Químico
Nelson Rodríguez V., Ing. Químico

PROGRAMA ETIA

José Arthemo López R., Coordinador

Gloria Esperanza Aristizábal V., Bióloga M.Sc.
María Cristina Chaparro C., Tec. Alimentos, Químico
Claudia Rocío Gómez P., Tec. Química Ind.

Carlos Mario Ospina P., Ing. Forestal
Aída Esther Peñuela M., Ing. Alimentos
Huver Elías Posada S., Ing. Agrónomo Ph.D.**
Juan Mauricio Rojas A., Ing. Alimentos
Clemencia Villegas G., Ing. Agrónomo M.Sc.
Raúl Jaime Hernández R., Ing. Forestal

Medicina Veterinaria y Zootecnia
María Cristina Cardona B., Médica Veterinaria

PROGRAMA DE INDUSTRIALIZACIÓN

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

Jaime Castaño C., Físico M.Sc.
Campo Elías Riaño L., Ing. Químico M.Sc.

PROGRAMA DE EXPERIMENTACIÓN

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

Estación Central Naranjal
Celso Arboleda V., Ing. Agrónomo M.Sc.

Subestación Experimental Consacá
Carlos Alberto Zambrano R., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Convención
José Martín Barajas F., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Tambo
Carlos Rodrigo Solarte P., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Rosario
Helí Marín N., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Gigante
Miguel Bonilla G., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental La Sirena
Juan Carlos García L., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental La Catalina
José Darío Arias C., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Líbano
Jorge Camilo Torres N., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Maracay
Luis Fernando Machado M., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Paraguaicito
Juan Carlos García L., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Pueblo Bello
José Martín Barajas F., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Santa Bárbara
Piedad Dulfary Henao P. Admon. de E. Agropecuarias

Subestación Experimental Santander
Pedro María Sánchez A., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Supía
Celso Arboleda V., Ing. Agrónomo M.Sc.
Subestación Experimental Valle
José Darío Arias C., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Marquetalia
Jorge Camilo Torres N. Ing. Agrónomo

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

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

Sección Archivo y Comunicaciones
María Esperanza Montes de Peña (E)

Sección Contabilidad
Jorge Eliécer Latorre G., Contador Público
Gloria Liliana Gómez R. Contador Público
Jesús Danilo González O. Contador Público

Sección Mantenimiento y Servicios
Jairo Zapata Z., Ing. Electricista

Personal
Luz Adriana Márquez V., Ing. Industrial
Lina María Taborda I., Admon. de Empresas
Luz Dary Gómez C., Admon. de Empresas

Tesorería
Martha Elena Vélez H., Contador Público (E)

Sección Presupuesto
César Alberto Serna G. Contador
Andrés Mejía L. Ing. Industrial
Carlos Arturo González V. Ing. Industrial
Carlos Odilio Peralta O. Administrador de Empresas

Sección Suministros y Bienes
Luis Fernando Botero A., Economista M.Sc.
Mauricio Loaiza Muñoz., Ing. Industrial

INVESTIGADORES EN PROYECTOS ESPECIALES

Jorge Eduardo Botero E. Ph.D. Biología de la Conservación
Alfonso Parra Coronado. Ing. Agrícola. Universidad Nacional, Bogotá.

JOVENES INVESTIGADORES: CONVENIO FEDERACAFÉ - COLCIENCIAS

María Isabel Ramírez A. Ing. Agrícola
Óscar Darío Quintero G. Ing. Agrónomo
Carlos Ariel Ángel C. Ing. Agrónomo
Adriana González A. Microbióloga

* Comisión de Estudios
** Post-doctorado

(E): Jefe encargado