



Cenicafé

2002 - 2003

Resumen del

Informe Anual de Actividades





CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

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, Industria y Turismo
Director del Departamento Nacional de Planeación

Miembros elegidos para el período 2003-2006

PRINCIPALES

Juan Camilo Restrepo Salazar
Mario Gómez Estrada
Cesar Eladio Campos Arana
Rodrigo Múnera Zuloaga
Julio E. Marulanda Buitrago
Carlos Alberto Gómez Buendía
Floresmiro Azuero Ramírez
Carlos A. Martínez Martínez

SUPLENTE

Pedro Echavarría Echavarría
Jorge Cala Robayo
Ramón Campo González
Rodolfo Campo Soto
Gerardo Luna Salazar
Alfredo Yáñez Carvajal
Jaime García Parra
Javier Bohórquez Bohórquez

Gerente General
GABRIEL SILVALUJÁN

Gerente Administrativo
LUIS GENARO MUÑOZ ORTEGA

Gerente Financiero
CATALINA CRANE DE DURÁN

Gerente Comercial
ROBERTO VÉLEZ VALLEJO

Gerente Técnico
EDGARECHEVERRIGÓMEZ

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

Los proyectos y labores resumidos en el presente documento fueron desarrollados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, con el apoyo de algunas entidades externas en ciertos casos. Este documento se distribuye internamente en la Federación y a los interesados bajo el entendido de que los derechos sobre las investigaciones son reservados. Ninguna parte de este documento puede ser reproducida, o transmitida en ninguna forma o a través de ningún medio electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias y grabaciones o por medio de cualquier sistema de almacenamiento, sin el permiso escrito de la Dirección General de Propiedad Intelectual de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

Copyright FNC 2003 (c).

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ

Editor:	Héctor Fabio Ospina Ospina - Ing. Agr. M. Sc
Diagramación y Diseño:	Olga Lucía Henao Lema
Fotografías:	Gonzalo Hoyos Salazar - Archivo Cenicafé y Disciplinas de Investigación
Impresión:	Editorial Blanecolor Ltda.

INFORME ANUAL 2002 - 2003

Presentación Oral

OBJETIVOS

PARTICULARES

- ❑ Conocer qué actividades de investigación se realizaron por parte de cada uno de los participantes durante el tiempo comprendido entre octubre de 2002 y septiembre de 2003.
- ❑ Informar en cuáles 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 4 DE NOVIEMBRE AM**MODERADOR: Pablo Benavides M.****I. AGROCLIMATOLOGÍA**

Red climatológica Federacafé y ecotopos cafeteros.

Ecotopos cafeteros del departamento del Cauca.

Aspectos hidrológicos y de nutrimentos en cafetales con sombrío de guamo.

Balance hídrico regional y en cafetales.

Aplicación del programa de balance hídrico y períodos de persistencia.

INSTALACIÓN

8:00 AM

Orlando Guzmán M.

8:15 AM

Agroclimatología

José Vicente Baldión R.

8:30 AM

Agroclimatología

José Fernando Giraldo J.

8:45 AM

Agroclimatología. U. de Caldas

Álvaro Jaramillo R.

9:00 AM

Agroclimatología

Óscar Fernando Gómez M.

9:15 AM

Agroclimatología. Serv.

Profesionales

II. INVESTIGACIONES EN SUELOS, SU FERTILIDAD Y CONSERVACIÓN

Indicadores de la disponibilidad de nutrientes para el cultivo de café.

Efecto de la fertilización con nitrógeno, potasio, calcio y magnesio sobre la producción de café.

Siavosh Sadeghian K.

9:30 AM

Suelos

Eduardo Hernández G.

9:45 AM

Suelos

RECESO**10:00 AM**

Ciclado de nutrientes en café con sombrío de guamo y a plena exposición solar.

Densidad aparente del suelo y su efecto sobre el crecimiento del café.

Estudios sobre bioingeniería y manejo integrado de arvenses, prácticas eficientes de conservación de suelos.

Avances en investigaciones sobre erosión y conservación de suelos en la zona cafetera.

Diego Alejandro Cardona C.

10:30 AM

Suelos. U. de Caldas

Alveiro Salamanca J.

10:45 AM

Suelos- Joven Investigador

Luis F. Salazar G.

11:00 AM

Suelos

Edgar Hincapié G.

11:15 AM

Suelos

III. EXPERIMENTACIÓN

Informe del programa de Experimentación 2002-2003

Juan Carlos García L.

11:30 AM

Subestación Paraguaicito

MARTES 4 DE NOVIEMBRE PM**MODERADOR: Carmenza Góngora B.****IV. MANEJO DE CAFETALES**

Efecto de la edad de trasplante del café sobre el comportamiento agroeconómico del sistema maíz y frijol intercalados con café.

Sistemas agroforestales con café (respuesta del café a la fertilización).

Caracterización de los estados de maduración del fruto de café.

Densidad de siembra óptima en cafetales renovados.

Problemas especiales en café.

Argemiro Miguel Moreno B.

1:30 PM

Fitotecnia

Fernando Farfán V.

1:45 PM

Fitotecnia

Sandra Milena Marín L.

2:00 PM

Fitotecnia. U. de Caldas

Jaime Arcila P.

2:15 PM

Fitotecnia

V. ENFERMEDADES DEL CAFETO

Efecto del potasio en el estado nutricional y en la incidencia y severidad de la mancha de hierro.

Influencia de *Glomus manihotis* y *Glomus fistulosum* sobre plantas de café.Efecto de *Glomus manihotis* y *Glomus fistulosum* y su relación con la mancha de hierro.

Uso de micorrizas arbusculares en plátano y banano.

Interacciones micorrizas arbusculares y nemátodos noduladores en el cultivo de café.

Alejandra Hoyos G.

2:30 PM

Fitopatología. U. de Caldas

Guiovanny Cuesta G.

2:45 PM

Fitopatología. U. de Caldas

Oscar Adrián Guzmán P.

3:00 PM

Fitopatología. Joven Investigador

Carlos Alberto Rivillas O.

3:15 PM

Fitopatología.

RECESO

3:30 PM

Uso de los productos biológicos Bacthon y Tricho-D en el cultivo de café.

Llagas radicales (*Rosellinia spp*) y llaga macana del caféto (*Ceratocystis fimbriata*).

Manejo de llaga negra (*Rosellinia bunodes*) en campo

Variabilidad intraespecífica en la producción de beauvericina por el entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin. Verificación y caracterización del fitoplasma asociado a la Crespeta del Caféto.

Estudio de las regiones ITS y el gen de la beta tubulina en la caracterización de *Colletotrichum spp* asociado a café.

Polimorfismo en genes homólogos de resistencia en *C. arabica*.

Desarrollo de las razas de roya existentes en Colombia.

Desarrollo de un portal Web para Cenicafé.

Construcción de librerías diferenciales para la identificación de genes de defensa y resistencia en café.

Análisis de sistemas gen marcador/agente selectivo alternativos para la selección positiva de tejido transformado en tabaco y café.

Ángela María Castro T.

Fitopatología-ORIUS

4:00 PM

Bertha Lucía Castro C.

Fitopatología.

4:15 PM

René Alejandro Gutiérrez G.

Fitopatología. U. de Caldas

4:30 PM

Jorge William Arboleda V. 4:45 PM

Fitopatología. Serv. Profesionales

Carlos Alberto Galvis G.

Fitopatología.

5:00 PM

Álvaro Gaitán B.

Fitopatología.

5:15 PM

Narmer Fernando Galeano V.

Fitopatología. Serv. Profesionales

5:30 PM

Marco Aurelio Cristancho A.

Fitopatología.

5:45 PM

Andrea Díaz R.

Fitopatología. Serv. Profesionales

6:00 PM

Sandra Milena Idárraga O.

Fitopatología. U. de Antioquia

6:15 PM

MIÉRCOLES 5 DE NOVIEMBRE AM

MODERADOR: Juan Rodrigo Sanz U.

VI. MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA

Conservación y evaluación de germoplasma y avances en hibridación interespecífica.

Resistencia incompleta a roya en derivados de Caturra X (Caturra X canephora). Estado actual de la roya del caféto en materiales básicos de la variedad Colombia.

Avances en el mapa genético de *C. liberica* x *C. eugenioides*.

Avances en la evaluación de genotipos por resistencia a CBD y en la construcción el mapa genético.

Optimización, caracterización y diseño de SSRs en una muestra de germoplasma de café.

Avances en la búsqueda de genes de resistencia a la broca del café.

Estudio de la interacción genotipo x ambiente en pruebas regionales de progenies élites de Caturra x Híbrido de Timor.

Avances en transformación genética del café.

Hernando Alfonso Cortina G.

Mej. Genético

8:00 AM

Gabriel Alvarado A.

Mej. Genético

8:15 AM

Germán López G.

Mej. Genético-U. Nal. Palmira

8:30 AM

María del Pilar Moncada B.

Mej. Genético

8:45 AM

Juan Carlos Montoya C.

Mej. Genético. Serv. Profesionales

9:00 AM

Beatriz Elena Padilla H.

Mej. Genético. Serv. Profesionales

9:15 AM

Huver Elías Posada S.

Mej. Genético

9:30 AM

José Ricardo Acuña Z.

Mej. Genético-Biotecnología

9:45 AM

RECESO

10:00 AM

Evaluación precoz de la producción en poblaciones segregantes de café.

Evaluación de germoplasma para resistencia a broca por antibiosis y antixenosis

Avances en estudio de biodiversidad de pasifloras y caricaceae en zona cafetera.

José Fernando Restrepo H.

Mej. Genético. U. de Caldas.

10:30 AM

Juan Vicente Romero

Mej. Genético. Serv. Profesionales

10:45 AM

Andrés Mauricio Villegas H.

Mej. Genético. Serv. Profesionales

11:00 AM

VII. INVESTIGACIONES EN BIOMETRÍA

Experiencia con calculadores al implantar el método mejorado de recolección. Estudio operativo de algunas labores del cultivo.

Muestreo estadístico en los procesos de la producción del café.

Juan Carlos Vélez Z.

Biometría

11:15 AM

Esther Cecilia Montoya R.

Biometría

11:30 AM

MIÉRCOLES 5 DE NOVIEMBRE PM**MODERADOR: Jerson R. Domínguez T.****VIII. CONTROL DE LA BROCA**

Colección e identificación de artrópodos en la zona cafetera.

Las mariposas diurnas como indicadores biológicos en el cultivo del café.

Avances en el estudio de hormigas de importancia agronómica en cultivos de zona cafetera.

Monitoreo de poblaciones de hormiga loca *Paratrechina fulva* (Mayr), y su relación con otros artrópodos en cafetales.

Seguimiento de adultos de broca en cafetales, monitoreado con trampas cebadas con alcoholes.

Evaluación de métodos para cuantificar poblaciones de broca a través de muestreo.

Descripción del manejo de la broca del café aplicado por caficultores.

Búsqueda de mycangias en la broca del café.

Zulma Nancy Gil P.	1:30 PM
Entomología	
Camilo Andrés Valencia M.	1:45 PM
Entomología. U. de Caldas	
Moisés Vélez H.	2:00 PM
Entomología. Joven Investigador	
Héctor Iván Trujillo E.	2:15 PM
Entomología. U. de Caldas	
Alex Enrique Bustillo P.	2:30 PM
Entomología	
Carlos Gonzalo Mejía M.	2:45 PM
Entomología	
Luis Fernando Aristizábal A.	3:00 PM
Entomología.	
José David Rubio G.	3:15 PM
Entomología. U. de Caldas	

RECESO**3:30 PM**

Estudios de patogenicidad de *Paeclomices lilacinus* sobre la broca del café.

Evaluación de nemátodos entomopatógenos para el control de la broca del café en frutos en el suelo.

Exploración del uso de nemátodos entomopatógenos para control de poblaciones de broca en el campo.

Producción de entomonemátodos, en larvas de *Galleria mellonella* (L.) para el control de la broca.

Comportamiento de entomonemátodos en el control de poblaciones de broca en árboles de café.

Evaluación de mezclas de entomopatógenos para el control de poblaciones de broca en el suelo.

Parámetros guía de un proceso continuo de producción de *Beauveria bassiana* a escala piloto.

Avances en el mejoramiento de cepas de *Beauveria bassiana* para el control de la broca.

Uso de la diversidad genética de *Beauveria bassiana* para el diseño de alternativas de control de la broca.

Construcción de vectores de transformación con genes de quitinasas y un inhibidor de tripsina y transformación de tabaco y café con estos vectores.

Alexánder Perea M.	4:00 PM
Entomología. U. de Nariño	
Juan Carlos Lara G.	4:15 PM
Entomología. Joven Investigador	
Juan Carlos López N.	4:30 PM
Entomología	
Francisco Javier Realpe A.	4:45 PM
Entomología. U. de Nariño	
Diana Patricia Giraldo G.	5:00 PM
Entomología. U. de Caldas.	
James del Castillo R.	5:15 PM
Entomología. U. de Nariño	
Elena Trinidad Velásquez S.	5:30 PM
Entomología	
Carmenza Góngora B.	5:45 PM
Entomología	
Lina Patricia Cruz Y.	6:00 PM
Entomología. U. Javeriana.	
Yolanda Lorena Caycedo P.	6:15 PM
Entomología. U. Católica, Mzles.	

JUEVES 6 DE NOVIEMBRE AM**MODERADOR: Luis F. Salazar G.****IX. AVANCES EN COSECHA**

Recolección de frutos de café caídos al suelo.

Avances en manejo de mallas para la cosecha del café.

Dispositivo para asistir la cosecha manual de café-RASELCA.

Conjunto de aro, manga y dispositivo de espalda para asistir la cosecha manual de café cereza.

Cosecha de café con aplicación de momentos flectores a los frutos.

Avances en cosecha de café por aplicación de vibraciones al tallo.

Avances en cosecha con aplicación de vibraciones al follaje.

Cosecha de café en terrenos de alta pendiente-ERGATIS.

Ricardo Acosta A.	8:00 AM
Ing. Agrícola. Serv. Profesionales.	
Alejandro Alvarez V.	8:15 AM
Ing. Agrícola. Serv. Profesionales.	
Federico García U.	8:30 AM
Ing. Agrícola. Serv. Profesionales.	
Gonzalo Roa M.	8:45 AM
Ing. Agrícola	
César Augusto Ramírez G.	9:00 AM
Ing. Agrícola	
Jair Granja F.	9:15 AM
Ing. Agrícola. U. Tecn. Pereira	
Robin Benítez M.	9:30 AM
Ing. Agrícola. Serv. Profesionales.	
Juan R. Sanz U.	9:45 AM
Ing. Agrícola.	

RECESO

10:00 AM

<p>Accionamiento de equipos portátiles para la cosecha del café.</p> <p>Cosecha de café con equipos portátiles, secado en secadores solares parabólicos, separación hidráulica del café cereza con recirculación de agua.</p> <p>X. AVANCES EN QUÍMICA INDUSTRIAL</p> <p>Evaluación de procesos críticos para la calidad del café.</p> <p>Cultivo de hongos comestibles y medicinales en subproductos del café. Resultados finales.</p> <p>Cultivo del hongo Shiitake en fincas piloto. Resultados finales.</p> <p>Avances en reducción de costos en tratamiento de aguas residuales de beneficiaderos.</p> <p>XI. TRABAJOS COLABORATIVOS</p> <p>Avances en el mejoramiento de maíz para zona cafetera.</p>	<p>Andrés Felipe Salazar R. 10:30 AM Ing. Agrícola. Serv. Profesionales.</p> <p>Carlos Eugenio Oliveros T. 10:45 AM Ing. Agrícola.</p> <p>Gloria Inés Puerta Q. 11:00 AM Química Industrial</p> <p>Nelson Rodríguez V. 11:15 AM Química Industrial</p> <p>Carmenza Jaramillo L. 11:30 AM Química Industrial. Serv. Profesionales</p> <p>Diego Antonio Zambrano F. 11:45 AM Química Industrial</p> <p>Henry Vanegas A. 12:00 M FENALCE-CYMMIT</p>
---	---

JUEVES 6 DE NOVIEMBRE PM

MODERADOR: Orlando Guzmán M.

<p>XII. INVESTIGACIÓN ADAPTATIVA</p> <p>Diagnóstico de problemas fitosanitarios en especies forestales nativas.</p> <p>Avances de los resultados obtenidos en la investigación forestal con especies nativas.</p> <p>Avances en la investigación en Macadamia.</p> <p>Avances en la evaluación de cítricos, maracuyá e híbridos de maíz.</p> <p>Reconocimiento de los insectos plaga del orden Hemiptera en el cultivo de la macadamia (<i>Macadamia sp.</i>) y de sus enemigos naturales.</p> <p>Validación del tratamiento cuarentenario APHIS-USDA T 107- a frío para uchuva.</p> <p>Caracterización física y química de la uva Isabella.</p> <p>Determinación de la altura permisible de la fruta en un empaque en condiciones estáticas que permita conservar la calidad de los productos de lulo de castilla.</p>	<p>Dina Estella Gómez D. 1:30 PM Programa ETIA. Serv. Profesionales</p> <p>Carlos Mario Ospina P. 1:45 PM Programa ETIA</p> <p>Clemencia Villegas G. 2:00 PM Programa ETIA</p> <p>José Arthemo López R. 2:15 PM Programa ETIA</p> <p>Henry Walforth Sánchez S. 2:30 PM Programa ETIA. U. de Caldas</p> <p>María Cristina Chaparro C. 2:45 PM Programa ETIA</p> <p>Claudia Rocío Gómez P. 3:00 PM Programa ETIA</p> <p>María José Chica M. 3:15 PM Programa ETIA. U. de Caldas</p>
--	---

RECESO

3:30 PM

<p>XIII. BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN</p> <p>Descubriendo nuestros mamíferos.</p> <p>Buscando fragmentos de bosque en zona cafetera.</p> <p>Datos: la otra cara de la moneda.</p> <p>Propuestas para la resolución de conflictos ambientales.</p> <p>Caracterización de la avifauna en dos zonas cafeteras: Proyecto Iniciativa Darwin.</p> <p>Material educativo computarizado: Aves de Manizales.</p> <p>Caracterizando la biodiversidad en el paisaje cafetero.</p>	<p>John Harold Castaño S. 4:00 PM Biol. de la Cons. Serv. Profesionales</p> <p>Óscar Orrego S. 4:15 PM Biol. de la Cons. Serv. Profesionales</p> <p>Jorge Eduardo Botero E. 4:30 PM Biol. de la Cons.</p> <p>Margarita Jaramillo Z. 4:45 PM Biol. de la Cons. Serv. Profesionales</p> <p>Gloria Lentijo J. 5:00 PM Biol. de la Cons. Serv. Profesionales</p> <p>Catalina Morales M. 5:15 PM Biol. de la Cons. U. Autónoma de Mzles</p> <p>Andrés Echeverry A. 5:30 PM Biol. de la Cons. Serv. Profesionales</p>
--	--

VIERNES 7 DE NOVIEMBRE AM

MODERADOR: Esther Cecilia Montoya

XIV. FISIOLÓGÍA DEL CAFETO

Extracción de nutrimentos por el café y fotosíntesis en especies forestales.

Relación entre la disponibilidad de nutrimentos y la fotosíntesis del café.

Fotosíntesis y relación fuente demanda en el caféto.

Determinación del IAF en café por métodos directos e indirectos.

Fotosíntesis en frutos de café.

Comportamiento de los lípidos y volátiles durante el crecimiento del fruto de café.

Caracterización de rubisco en introducciones de café y su relación con la actividad fotosintética

Efecto de incrementos de CO₂ sobre la fotosíntesis del caféto.

Néstor Miguel Riaño H. 8:00 AM

Fisiología Vegetal

Juan Carlos López R. 8:15 AM

Fisiología Vegetal

Luis Fernando Gómez G. 8:30 AM

Fisiología Vegetal

Camilo Alberto Urrego E. 8:45 AM

Fisiología Vegetal. U. Nal. Medellín

Diana María Ocampo A. 9:00 AM

Fisiología Vegetal. U. de Caldas

Aristóteles Ortiz. 9:15 AM

Fisiología Vegetal. Serv. Profesionales

Luz Estella Ramírez A. 9:30 AM

Fisiología Vegetal. U. Pablo de Olavide

Jorge Andrés Ramírez G. 9:45 AM

Fisiología Vegetal. U. de Caldas

RECESO

10:00 AM

Proyecto e - learning - Curso Fisiología Vegetal.

Caracterización de promotores del fruto específicos de tomate.

Desverdización de la naranja Valencia.

Fotosíntesis en hojas y plantas de especies forestales.

Estimación de la acumulación de carbono en *Gmelina arborea*.

Acumulación de biomasa y contenido de carbono en *Alnus acuminata*.

Yamel López F. 10:30 AM

Fisiología Vegetal. Serv. Profesionales

Jerson Ramón Domínguez T. 10:45 AM

Fisiología Vegetal

Rocío Pineda S. 11:00 AM

Fisiología Vegetal. Serv. Profesionales

Gabriel Tangarife P. 11:15 AM

Fisiología Vegetal. U. de Caldas

Diego Obando B. 11:30 AM

Fisiología Vegetal. U. del Tolima

Óscar Iván Osorio L. 11:45 AM

Fisiología Vegetal. U. Nal. Medellín

VIERNES 7 DE NOVIEMBRE PM

MODERADOR: Gonzalo Roa M.

XV. AVANCES EN ECONOMÍA

Proyecto de la Iniciativa Darwin-Avances.

Determinación de indicadores de desempeño de fincas cafeteras del departamento del Risaralda - Avances

Perspectivas de producción de fincas cafeteras del departamento del Risaralda, bajo el actual entorno del sector - Avances

Determinación de economías de escala en el proceso de beneficio de café - Avances.

Evaluación económica de tres sistemas de producción de café. Análisis económico de tres métodos de control de arvenses y su efecto en la producción de café.

Hugo Mauricio Salazar E. 1:15 PM

Economía. Serv. Profesionales

Héctor León Hoyos R. 1:30 PM

Comité Deptal de Cafeteros del Rda.

Carlos Mario Guarín P. 1:45 PM

Comité Deptal de Cafeteros del Rda.

Carolina Aristizábal A. 2:00 PM

Economía-Joven Investigador

Hernando Duque O. 2:15 PM

Economía

XVI. DOCUMENTACIÓN

Informe Centro de Documentación 2002-2003.

Nancy Cecilia Delgado R. 2:30 PM

Documentación

XVII. SISTEMAS

Informe anual de Sistemas 2003.

Luis Ignacio Estrada H. 2:45 PM

Sistemas

Portal de Cenicafe.

Carlos Hernán Gallego Z. 3:00 PM

Sistemas

XVIII. DIVULGACIÓN **Héctor Fabio Ospina O.** 3:15 PM
Actividades generales de divulgación y transferencia. Divulgación y Transferencia

RECESO

3:30 PM

XIX. DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS **Luis Carlos Carmona L.** 4:00 PM
Actividades del Departamento. Depto. Servicios Administrativos

XX. INFORME DE LA DIRECCIÓN 2002-2003 **Gabriel Cadena Gómez** 4:15 PM
Director

Resumen Ejecutivo

RESUMEN EJECUTIVO

Cumplimos con el deber de informar al Gremio Cafetero, a las Directivas de la Federación Nacional de Cafeteros así como también a las entidades nacionales tanto gubernamentales como privadas y a las entidades internacionales que durante el año cafetero 2002 – 2003 dieron su apoyo a CENICAFÉ para adelantar su agenda investigativa.

Durante este año cafetero se adelantaron investigaciones correspondientes a 341 experimentos, los cuales, con sus respectivas repeticiones a nivel regional para su validación en las subestaciones experimentales y en fincas de caficultores alcanzaron un número total de 719 experimentos en todo el país. Este gran número de experimentos fue posible gracias a la actividad de 161 empleados de nómina (62 investigadores, 61 auxiliares y 38 empleados administrativos). Los investigadores fueron responsables además, de la estructuración de las iniciativas que fueron sometidas a consideración de entidades co-financiadoras, que en total apoyaron 45 convenios. Los presupuestos solicitados a las entidades, permitieron asociar a 98 empleados destinados exclusivamente al desarrollo de las actividades co-financiadas. También, dicha co-financiación permitió la ejecución de los gastos operativos que para la presente vigencia representaron el 61% del presupuesto del Centro en dicho rubro.

Gracias a esta gestión de búsqueda y adquisición de recursos de co-financiación, el sector cafetero se benefició de manera significativa ya que fue posible la iniciación de proyectos tan importantes como el del genoma del café, de la broca y del hongo *Beauveria bassiana*, con el apoyo decidido del Gobierno Nacional a través del **Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural**. Otro proyecto de gran importancia para la caficultura nacional, iniciado durante esta vigencia fue el titulado «Iniciativa para la aplicación de la

biotecnología en el estudio y aprovechamiento de la biodiversidad en la zona cafetera colombiana», con el apoyo de co-financiación por parte del **Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial**. Este macroproyecto contempla la realización de 13 proyectos, algunos de los cuales son ejecutados en cooperación con universidades nacionales.

Por su parte, se participó en las convocatorias para lograr la financiación de fondos competitivos de **Colciencias y el SENA**, a través de los cuales se emprendieron 20 experimentos.

Al nivel internacional, se llevaron a cabo proyectos co-financiados por **FAO-CFC-ICO, Darwin Initiative, USDA, ICGEB**, y empresas privadas productoras de fertilizantes químicos.

En total, 94 experimentos se ejecutaron con presupuestos para su co-financiación, aportados por 25 entidades nacionales e internacionales.

Como estaba previsto, en el año 2003, se llevó a cabo la evaluación externa de CENICAFÉ, por parte de siete expertos internacionales bajo la orientación del International Service for National Agricultural Research – **ISNAR**, dando cumplimiento de esta manera al compromiso adquirido por la Federación en el Comité Nacional de Cafeteros. Dicha comisión de expertos cumplió durante tres semanas un profundo estudio sobre CENICAFÉ, en todos sus componentes y de acuerdo con términos de referencia definidos por la Federación y el Gobierno Nacional. Los expertos tuvieron la oportunidad de entrevistarse con más de cien personas representantes de la organización gremial cafetera (Subcomité Técnico, Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, de la Federación (Oficina Central), del Gobierno Nacional, de entidades nacionales (Colciencias, Corpoica, Crece) del

Servicio de Extensión (20 representantes) y del mismo CENICAFÉ (43 empleados).

El informe del ISNAR, fue presentado en Bogotá, ante los dirigentes de la Federación y del Gobierno. Destacamos algunos apartes de la carta remitida del informe, fechada el 23 de mayo de 2003:

«Tal como se expresa en el Informe, CENICAFÉ enfrenta nuevos y grandes desafíos. Desde sus comienzos, hace ya más de 65 años, CENICAFÉ ha realizado grandes contribuciones, respondiendo con éxito y efectividad a los requerimientos de la Federación Nacional de Cafeteros y a las demandas tecnológicas de la caficultura colombiana»

«La Misión entiende que CENICAFÉ es un activo importante que debe enorgullecer al gremio y al país, constituyendo una herramienta fundamental para el sostenimiento de la competitividad del café de Colombia. La excelencia de sus capacidades científicas y tecnológicas, así como sus aportes para la resolución de problemas y la formación de recursos humanos, son destacados por la Comisión Evaluadora, coincidiendo plenamente con las apreciaciones sobre la institución predominantes en el mundo y en Colombia sobre su calidad y carácter excepcional»

«La Comisión identificó ocho principales temas estratégicos para los cuales se han formulado 22 recomendaciones dirigidas a una mejor adecuación institucional a las nuevas circunstancias de la caficultura colombiana (Cuadro 11.1). Estos temas estratégicos son:

- 1) Reconocer, clarificar y consensuar la naturaleza privada/pública de CENICAFÉ y de sus resultados de investigación.
- 2) Definir una clara estrategia tecnológica que reafirme la importancia estratégica de la tecnología como instrumento de la competitividad internacional, focalizando el esfuerzo de investigación y de desarrollo tecnológico en tres grandes ejes: a) el aumento de la competitividad a través de la disminución de los costos de producción, b) la consolidación de la calidad del café de Colombia y c) la diferenciación del producto (café especiales).
- 3) Reafirmar y precisar el mandato institucional orientado hacia el desarrollo de conocimientos y tecnologías para la competitividad del café colombiano.

- 4) Consolidar la participación de CENICAFÉ en el Sistema Nacional de Innovación, con una mayor articulación con los otros componentes que integran el proceso de creación de conocimientos - desarrollo de tecnología - transferencia y capacitación/ educación.
- 5) Perfeccionar el Gobierno (governance) de CENICAFÉ y su relacionamiento con la institucionalidad y la política cafetera en un marco de autonomía científica.
- 6) Adecuar la organización y gestión para la nueva etapa de realineamiento y consolidación institucional.
- 7) Proveer un financiamiento suficiente y estable.
- 8) Fortalecer el papel de CENICAFÉ en el proceso de transferencia de tecnología»

El documento preparado por la Comisión Evaluadora (Informe Final. Evaluación Externa de CENICAFÉ. Misión ISNAR. Junio 2003. 155p.), fue juiciosamente estudiado por los investigadores y el personal administrativo de CENICAFÉ durante un mes y se presentó un documento analizado en reunión de todos los participantes, relacionado fundamentalmente con las 22 recomendaciones del ISNAR.

A su vez, el SubComité Técnico de la Federación en dos sesiones dedicó la mayoría de su tiempo a considerar las recomendaciones del Informe.

Por iniciativa de la Gerencia General de la Federación, con el apoyo de la Gerencia Técnica y la asesoría de la empresa Foros Técnicos Ltda., durante tres días se realizó en CENICAFÉ un ejercicio participativo para definir el Plan Estratégico de CENICAFÉ para los próximos cinco años. El propósito fundamental de este ejercicio es el de que CENICAFÉ cuente con su propio Plan Estratégico, en consonancia con el Plan Estratégico de la Federación y con el Plan Estratégico del Programa de Cafés Especiales, en el cual CENICAFÉ tiene responsabilidades muy importantes en el campo de la generación de conocimientos y tecnologías. Un insumo fundamental para este Plan, fue el Informe de la Comisión del ISNAR.

Aunque el Plan Estratégico de CENICAFÉ, no está totalmente consolidado todavía, vale la pena destacar las propuestas de Misión y Visión:

MISIÓN

«Generar tecnologías apropiadas, competitivas y sostenibles, para el bienestar de los caficultores colombianos»

VISIÓN

«Ser líderes en innovación científica y tecnológica generada a partir de las necesidades de los productores para el desarrollo de una caficultura competitiva y sostenible»

Respecto a las Áreas Claves para la actividad de CENICAFÉ, se han propuesto las siguientes:

- ▣ **Productividad Agronómica:** *A nivel de finca incluyendo cultivos de pancoger y cultivos asociados al café, y en todo el proceso productivo.*
- ▣ **Viabilidad Económica:** *Entendida como el logro del mayor margen posible de utilidad para el productor.*
- ▣ **Calidad y Cafés Especiales:** *Calidad física y organoléptica, composición química, diferenciación (de origen, perfiles de taza).*
- ▣ **Sostenibilidad Ambiental:** *Protección de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad).*
- ▣ **Transferencia:** *A extensionistas, caficultores, comunidad científica e instituciones educativas.*

Con las bases generadas en este primer ejercicio, se dará un proceso de análisis acerca de la propuesta de Plan Quinquenal de Investigación, el cual está formulado con base en todos estos elementos de juicio y en las recomendaciones emanadas de los caficultores durante dos días en el mes de mayo de 2002.

RESULTADOS SOBRESALIENTES

Se destacan en el presente Informe Anual, resultados que indican que el establecimiento de

plantaciones de café a partir de colinos «descopados» antes de su siembra en sitio definitivo en el campo, permite la obtención de altas densidades de siembra (10.000 tallos/ha.), con una reducción del 31% en los costos totales en los primeros 24 meses del cultivo. Estas diferencias de costos están representadas por una disminución del 50% de los costos en la instalación del cultivo; un 27% en el manejo de las arvenses y un 20% menos en la fertilización. El costo por tallo/año fue un 27% menor (\$233) en comparación con la siembra de 10.000 plantas/ha. (\$319) y cerca de menos del 50% en comparación con la densidad de 5.000 plantas/ha (\$464).

Respecto al análisis económico de las prácticas para el manejo de arvenses, los resultados muestran que en los primeros seis meses en plantaciones con 10.000 sitios/ha, el manejo integrado de arvenses cuesta un 13% menos que el empleo exclusivo de herbicidas y que el control manual-mecánico es un 39% inferior en costos. Se adiciona, además, que los métodos de manejo integrado de arvenses y manual-mecánico protegen al suelo contra la erosión y la incidencia de plagas que afectan las raíces es menor que cuando solo se emplean herbicidas.

Con el apoyo del Comité de Cafeteros de Risaralda se realizan dos investigaciones para determinar los indicadores de desempeño de fincas cafeteras (en cuatro municipios) y sobre las perspectivas de producción de fincas cafeteras bajo el actual entorno del sector (ocho municipios). En este informe se presentan resultados preliminares de estos dos estudios. En los departamentos de Antioquia, Risaralda, Cauca, Huila y Santander, se adelanta el proyecto para la determinación de economías de escala en el proceso de beneficio de café. Se presentan los resultados obtenidos para los departamentos de Huila, Cauca y Santander (100 fincas cafeteras). De estos resultados preliminares se destaca que: el costo variable promedio total fue de \$2.138 /@ de cps para fincas con beneficio de café tradicional y de \$1.963 /@ de cps para las fincas que han adoptado el Becolsub (Beneficio Ecológico con manejo de Subproductos). El secado

representa el 59% de los costos variables totales y el empaque un 13%. En cuanto a los costos fijos para las fincas hasta ahora estudiadas, éste fue de \$514/@ de cps con un intervalo de confianza de \pm -\$126/@ de cps.

En relación con la fertilización del cafeto, se han consolidado los resultados presentados como tendencias en informes anteriores, que indican la importancia notable de la nutrición con nitrógeno para el logro de una mayor productividad. La magnitud en la reducción del rendimiento del café cuando se suspende el suministro de nitrógeno estuvo determinada por los niveles de este elemento en el suelo, representado por los contenidos de materia orgánica. Respecto al potasio, se registró un efecto significativo de la fertilización con este elemento cuando de acuerdo con el análisis del suelo los contenidos fueron inferiores a 0,2 cmolc/kg.

En cuanto al manejo de los cultivos se concluyó la investigación realizada en tres subestaciones experimentales sobre el número de chupones por zoca y su efecto sobre la producción. Se concluye que en las tres localidades, para la cosecha acumulada, se encontraron diferencias significativas en la respuesta en producción a la densidad de siembra y al número de brotes. Se encontró una interacción entre las dos variables. En las densidades de 2.500 plantas/ha, aumentó la producción con el número de chupones de 1 a 3. En las densidades de 5.000 y 7.500 plantas/ha, la tendencia es a 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 se aumentó la producción. En las densidades de 10.000 y 12.500, no se observa efecto en la producción con el aumento de chupones de 1 a 3.

La investigación sobre el efecto de la edad de transplante del café sobre el comportamiento agro-económico del sistema maíz y frijol intercalados con café, permite concluir que con un mantenimiento normal y aplicando las recomendaciones para el cultivo intercalado de maíz

o frijol con café, se puede aprovechar la productividad del café usando almácigos de 90 días. El mantenimiento adicional del lote, se cubre con los ingresos que genera al intercalar tres ciclos de frijol o dos de maíz.

En relación con la interacción café y número de árboles de sombrío (*Inga sp*) por ha, se concluyó que la producción media general de café fue superior cuando se utilizan 70 árboles de sombrío/ha, (31,4% superior) que cuando se utilizan 123 y un 52,4% superior que cuando se utilizan 278 árboles de sombrío.

En relación con la calidad del café, se evaluaron las características físicas, químicas, de beneficio, del pergamino, de la almendra y la calidad en taza de los frutos de café de la variedad Colombia, a través del tiempo, desde los 182 hasta los 231 días después de la floración, con el fin de establecer una escala para determinar los aspectos óptimos de maduración y recolección del fruto. Las variables físicas de la cereza que mejor determinaron los cambios de los estados de maduración del café fueron la fuerza de remoción, la firmeza ecuatorial y la firmeza polar, las cuales disminuyeron conforme las cerezas maduraban hasta estar secas en la planta. En las características de beneficio y del café pergamino seco, los estados maduro y sobremaduro presentaron óptimos valores para conversión de café cereza a café pergamino seco (5.04:1 y 5.25:1), y porcentaje de café pergamino (94,59% y 88,60%). En las características de la almendra, se observó en el estado maduro el mejor rendimiento en trilla y el menor porcentaje de almendras con defectos. En cuanto a la calidad en taza, los estados pintón (210 días), maduro (217 días) y sobremaduro (224 días), fueron calificados como tazas de buena calidad. Con este estudio se presenta la escala de maduración del fruto por medio de la cual se pueden determinar rangos óptimos de recolección y calidad del producto.

Dentro del proyecto co-financiado por la FAO para la evaluación de riesgos para la calidad del café, se analizaron las condiciones del beneficio del café en

10 fincas de veredas del municipio de Manizales en las cuales se evaluaron los distintos aspectos relacionados con la calidad del café como el nivel de infestación por broca, calidad física, calidad organoléptica, calidad sanitaria, descripción de los métodos de beneficio del café y perfil sanitario. Para las 69 fincas visitadas hasta este informe se presentan los resultados en relación con el proceso que debe seguirse para preservar la calidad del grano. También se realizó una investigación sobre el secado del café al sol que comprendió un total de 22 ensayos. En épocas con adecuado brillo solar se requirió de 6 a 8 días y en épocas lluviosas de 11 a 20 días para alcanzar un 11% de humedad en el café pergamino.

Con el apoyo del Instituto Alexander von Humboldt, se llevó a cabo el estudio sobre biodiversidad en zonas cafeteras productoras de cafés amigables con el medio ambiente. El primer estudio se realizó en el departamento del Valle del Cauca (municipio de El Cairo). También se inició un estudio similar que cubre 2.500 ha en el municipio de Támesis, Antioquia, y se continuará con otro estudio en San Gil (Santander).

Respecto al manejo de la broca del café, se destacan los avances en relación con el empleo de nematodos entomopatógenos para su control. También las actividades de investigación participativa con caficultores de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. Se destaca igualmente la gran labor de capacitación especializada en tecnología de aplicación de plaguicidas realizada con un numeroso grupo de caficultores, técnicos y extensionistas de la región cafetera central, que permitió un mejoramiento sustancial en el uso correcto de equipos y de conceptos sobre dosificación, calibración y empleo racional de agroquímicos. Igual esfuerzo se llevó a cabo en relación con el mejoramiento de los métodos de cosecha del café con el fin de eliminar la presencia de frutos maduros y sobremaduros en la planta y en el suelo. En ese aspecto, con el apoyo de la Gerencia General se logró la compra de once equipos de aspiración de frutos del suelo de origen italiano para llevar a cabo una investigación

participativa con caficultores para su evaluación en relación con la eficiencia y costos. El resultado de una cosecha de café con menores porcentajes de daño por broca es alentador en relación con la adopción del manejo integrado de la plaga. También en este año se presentan avances en relación con el estudio de la resistencia genética a la broca y los de biología molecular encaminados a la obtención de plantas que expresen genes de resistencia a la broca.

Las investigaciones sobre la cosecha manual asistida y la cosecha mecánica del café, presentan grandes avances en el diseño y evaluación de equipos de fácil uso y con potencial para ser adoptados en condiciones topográficas diversas. El reto de lograr altos rendimientos de cosecha selectiva para preservar la calidad del café sigue siendo el de mayor dificultad.

En relación con las enfermedades que afectan al cafeto, se destaca la publicación del libro en el cual se describen los síntomas, la etiología, la epidemiología y los sistemas de manejo de las enfermedades que afectan al café en Colombia y de agentes patógenos aún no registrados en nuestro país que tienen importancia económica y cuarentenaria. Este libro de 224 páginas con ilustraciones a todo color se publicó con recursos de Colciencias como celebración a los 70 años de existencia de la Disciplina de Fitopatología.

También se destacan los avances sobre el empleo de micorrizas sobre las enfermedades radicales y llagas, y sobre la crespesa del cafeto. En esta última enfermedad se comprobó que un fitoplasma transmitido por insectos es el agente causante. Además, se presentan avances en materia de estudio de razas de la roya del cafeto y análisis moleculares de otros patógenos del cafeto.

En cuanto a la transferencia de conocimientos, registramos la capacitación presencial de más de 3.000 caficultores a través de las subestaciones de experimentación y de unos de 500 en las instalaciones de CENICAFÉ, en su sede de Chinchiná.

Se ejecutó la primera etapa del diseño y puesta en marcha de un sistema de información con acceso WEB, como producto del Proyecto «Desarrollo de un Sistema de Información y Transferencia para el Servicio a la Comunidad Cafetera Nacional», cofinanciado por Cintel – Colciencias. El resultado es el denominado PORTAL DE CENICAFÉ (www.cenicafe.org).

Igualmente destacamos la iniciación del proyecto educativo E-learning, en el cual los investigadores de Cenicafé y la Disciplina de Divulgación y Transferencia del Centro han jugado un papel fundamental en la definición y tratamiento del contenido educativo de los cursos, y su puesta en funcionamiento a través de los sistemas de computo.

Con el apoyo económico de Colciencias se editó un CD con la compilación de 100 Avances Técnicos de CENICAFÉ, correspondientes a los editados entre 1985 y 2000, con lo cual se conformó el tercer volumen de esta publicación mensual del Centro, de exclusiva distribución en Colombia.

La Revista Cenicafé, los Avances Técnicos y Libros especializados fueron editados, publicados y distribuidos a los suscriptores y especialmente al Servicio de Extensión de la Federación. También se realizaron seminarios semanales así como cursos especializados, congresos de carácter nacional e internacional en la sede de Cenicafé.

En el período del informe se distribuyeron a los caficultores de todo el país, a través de los Comités de Cafeteros, un total de 30.400 kg de semilla de la variedad Colombia y 1.642 kg de la variedad Tabi.

Finalmente, destacamos y agradecemos la entrega del Pergamino en Reconocimiento a la Excelencia otorgado por la Gerencia General de la Federación a CENICAFÉ, el pasado 15 de Julio en la ciudad de Bogotá. Dicho reconocimiento y la confianza demostrada por la Dirigencia Cafetera nos compromete aún más para continuar prestando el mejor servicio a todos los caficultores colombianos, que redunde en su bienestar y en su competitividad y sostenibilidad.

Gabriel Cadena Gómez

Director

Chinchiná, Noviembre 7 de 2003

AGRONOMÍA



SISTEMAS DE CULTIVO DEL CAFÉ Y PROBLEMAS ESPECIALES

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ

Evaluación agronómica y económica del sistema de producción barreras de plátano o banano intercaladas con café (FIT 0412). El uso de plantas para proporcionarle sombra al café en las regiones donde esta se requiere, además de este beneficio, se debe pensar en que también genere algún ingreso económico para los caficultores. Por esta razón, la siembra de plátano y banano en barreras intercaladas con el café se propuso como una opción que podría darle sombra al café y generar ingresos adicionales. De esta forma, se sembraron dos experimentos; uno en la subestación El Tambo (Cauca) usando plátano dominico hartón y otro en la subestación de Pueblo Bello (Cesar) donde se usó banano, por ser éste el de mayor importancia en la cultura alimentaria de la región.

En la subestación experimental El Tambo, el experimento se estableció en diciembre de 1997; el café se sembró a 1,8 m x 1,3 m (dos plantas por sitio: 4.273 sitios y 8.546 plantas por hectárea), y

las barreras de plátano se sembraron a 3,6 m, 5,4 m 7,2 m y 9,0 m entre ellas. Se hizo manejo agronómico independiente a cada cultivo de acuerdo con sus exigencias y necesidades. A la fecha se han recolectado tres cosechas de café y tres de plátano.

El análisis de los datos (Tabla 1) no mostró efecto de las barreras de plátano en la producción de café, por tanto, el intercalamiento de barreras de plátano entre 3,6 m y 9,0 m en los lotes de café, es posible hacerlo sin afectar su producción y generar ingresos adicionales con la producción de plátano que puede ser de un racimo de 15 kg por sitio por año, para un total de entre 555 y 1.388 racimos por año según la distancia a que se separen las barreras.

En la subestación experimental Pueblo Bello (Cesar), el experimento se estableció en septiembre de 1998; el café se sembró a 2,0 m x 1,0 m (una planta por sitio: 5.000 plantas por hectárea) y las barreras de banano Gross Michel se sembraron a 4,0 m, 6,0 m 8,0 m entre ellas y a libre exposición, al considerar el alto brillo solar

Tabla 1. Producción media de café (@ cps/ha) intercalado con barreras de plátano entre 3,6 m y 9,0 m. Subestación Experimental El Tambo (Cauca). 1997 - 2003.

Tratamientos (distancia entre las barreras)	Producción de café pergamino seco en arrobas por hectárea				
	2001	2002	2003	Total	Media
3,60 m	54,9 a	196,8 a	280,4 a	532,1 a	177,4 a
5,40 m	50,6 a	207,5 a	263,3 a	521,4 a	173,8 a
7,20 m	62,8 a	232,8 a	256,0 a	551,6 a	183,8 a
9,00 m	56,6 a	221,6 a	257,2 a	535,4 a	178,5 a
Media general	56,2	214,6 a	264,2 a	535,1 a	178,4
C. de variación (%)	22,0	16,8	11,4	10,7	10,7

Valores medios seguidos de la misma letra son iguales según prueba de Tukey al 5%

Tabla 2. Producción media de café (@ cps/ha) intercalado con barreras de banano Gross Michel entre 4,0 m y 8,0 m. Subestación Experimental Pueblo Bello (Cesar). 1998 – 2002.

Tratamientos (distancia entre las barreras)	Producción de café pergamino seco en arrobas por hectárea				
	2001	2002	2003	Total	Media
4,0 m	88,0	91,4 b	103,3 b	282,7 c	94,2 c
6,0 m	141,5 ab	131,9 a	125,7 b	399,1 bc	133,0 bc
8,0 m	144,3 ab	145,1 a	163,9 b	453,3 ab	151,1 ab
Libre exposición	167,6 a	163,6 a	250,7 a	581,9 a	194,0 a
Media general	135,4	133,0	160,9	429,3	143,1
C. de variación (%)	34,1	24,4	31,1	24,4	24,4

Valores medios seguidos de la misma letra son iguales según prueba de Tukey al 5%

de la zona. Se hizo manejo agronómico independiente a cada cultivo de acuerdo con sus exigencias y necesidades. A la fecha se le han recolectado tres cosechas de café y tres de plátano.

El análisis de los datos (Tabla 2) muestra de plano que la distancia entre barreras de banano a 4 m afecta la producción de café. Al considerar el total de las tres cosechas a la fecha, se observa que en términos estadísticos, la producción a libre exposición y con barreras a 8,0 m son iguales; en ambos casos las medias de producción están por encima de las producciones medias de la región (80 @ cps/ha) y de la subestación (140 @ cps/ha). Por tanto se cumple con el objetivo del experimento, poder intercalar barreras de banano sin afectar la producción de café.

VIABILIDAD ECONÓMICA Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

Producir café en Colombia es costoso y hay prácticas como la producción de los almácigos con impacto ambiental que ameritan estudiarlas para evitar o reducir dicho impacto. Uno de esos impactos, es el de descapotar los suelos para hacer la mezcla con la materia orgánica que necesitan las bolsas de

los almácigos; una forma de atacar este problema es reducir la cantidad de suelo usando bolsas de menor tamaño. Como se conoce que los almácigos en bolsas pequeñas deben trasplantarse más rápido con el consecuente aumento en los gastos de mantenimiento de los lotes, se pensó en la forma de contribuir a la solución de este inconveniente.

Consecuente con lo anterior, se diseñó un experimento para conocer la factibilidad agronómica y económica de hacer almácigos en bolsas más pequeñas que las de uso actual de 17 cm x 23 cm, para llevar los almácigos más temprano al campo y pagar los gastos de mantenimiento de los lotes con los ingresos que generen el intercalamiento de maíz o frijol.

*Efecto de la edad de transplante del café sobre el comportamiento agroecológico del sistema maíz (*Zea mays* L) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L) intercalados con café (FIT 0205).*

El experimento consistió en comparar la producción de café proveniente de parcelas sembradas con chapola, almácigos de 90 y de 180 días; en bolsas de 13 cm x 17 cm y 17 cm x 23 cm respectivamente, intercaladas con tres ciclos de frijol en un caso y con dos ciclos de maíz en el otro caso.

Los resultados que se tienen a la fecha, indican que con un mantenimiento normal y aplicando las recomendaciones que hasta ahora se conocen cuando se intercala maíz o frijol con café, se puede aprovechar la productividad del café usando almácigos de 90 días en bolsas de 13 cm x 17 cm con los mismos resultados que se obtienen con los almácigos hechos en bolsas de 17 cm x 23 cm. El mantenimiento del lote, se cubre con los ingresos que genera al intercalar tres ciclos de frijol o dos de maíz. Aparte de ser posible trasplantar almácigos más jóvenes, se cuenta con la ventaja de reducir las cantidades de suelo y de materia orgánica junto con un esperado aumento en la eficiencia de la mano de obra al hacer huecos más pequeños y en las demás actividades de la siembra. También es importante resaltar que al hacer hoyos más pequeños se disturba menos el suelo.

OPTIMIZACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN CAFETALES RENOVADOS POR ZOCA

Efecto del número de chupones por zoca sobre la producción de café. (FIT 0512). Se busca determinar el número óptimo de chupones que debe dejarse en las zocas de cafetales con diferentes densidades de siembra; estimar la respuesta de la variedad Colombia a los aumentos del número de chupones por zoca en diferentes densidades de siembra y comparar el rendimiento por unidad de superficie en diferentes disposiciones de las plantas para una misma densidad de siembra. El experimento se llevó a cabo 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 (2.500, 5.000, 7.500, 10.000 y 12.500 plantas por ha.), dos disposiciones de las plantas en el terreno (cuadro y rectángulo) y tres números de chupones por zoca (1, 2 y 3).

En las tres localidades, para la cosecha acumulada, se encontró diferencia significativa en la respuesta

en producción a la densidad de siembra y al número de brotes. Pero el efecto de estas dos variables no fue independiente ya que su interacción fue también significativa. En general, se observa que en las densidades de 2.500 plantas por ha, aumentó la producción con el número de chupones de 1 a 3. En las densidades de 5.000 y 7.500 plantas por ha., la tendencia muestra 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 repercutió en mayor producción. En las densidades de 10.000 y 12.500 plantas/ ha, no se observa efecto en la producción con el aumento en el número de chupones de 1 a 3 (Figura 1).

El efecto de la forma de la parcela fue variable entre las localidades, siendo altamente significativo en Líbano, significativo en Naranjal y no significativo en Gigante, pero el efecto de esta variable no fue independiente ya que su interacción con la densidad fue también significativa (Figura 1).

SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ

Comparación de la producción de tres densidades de siembra del café y tres de sombrío de Inga sp., (FIT 1012). Se está evaluando el efecto de tres densidades de sombrío (6x6m, 9x9m, 12x12m) de guamo, *Inga sp.*, sobre la respuesta en producción de tres densidades del café (1x1m, 1.42x1.42m y 2x2m). Los resultados obtenidos en el año 2002 y la producción media de seis cosechas en la Subestación Experimental de Pueblo Bello, se presentan en la Tabla 3.

Sombrío a 6,0 x 6,0 m. La producción registrada en el año 2002 bajo esta densidad de sombrío y el café establecido a 1,0 x 1,0 m; 1,42 x 1,42 m y 2,0 x 2,0 m, fue de 147,2; 114,1 y 90,7 @ de café pergamino seco/ha; los resultados de las análisis estadísticos no muestran diferencias estadísticas entre estos tratamientos. La producción media registrada, en el ciclo de 6 años (1997-2002), fue de 162,3; 124,6 y 65,3 @ de café pergamino seco/ha/año, a distancias de siembra del café de 1,0 x

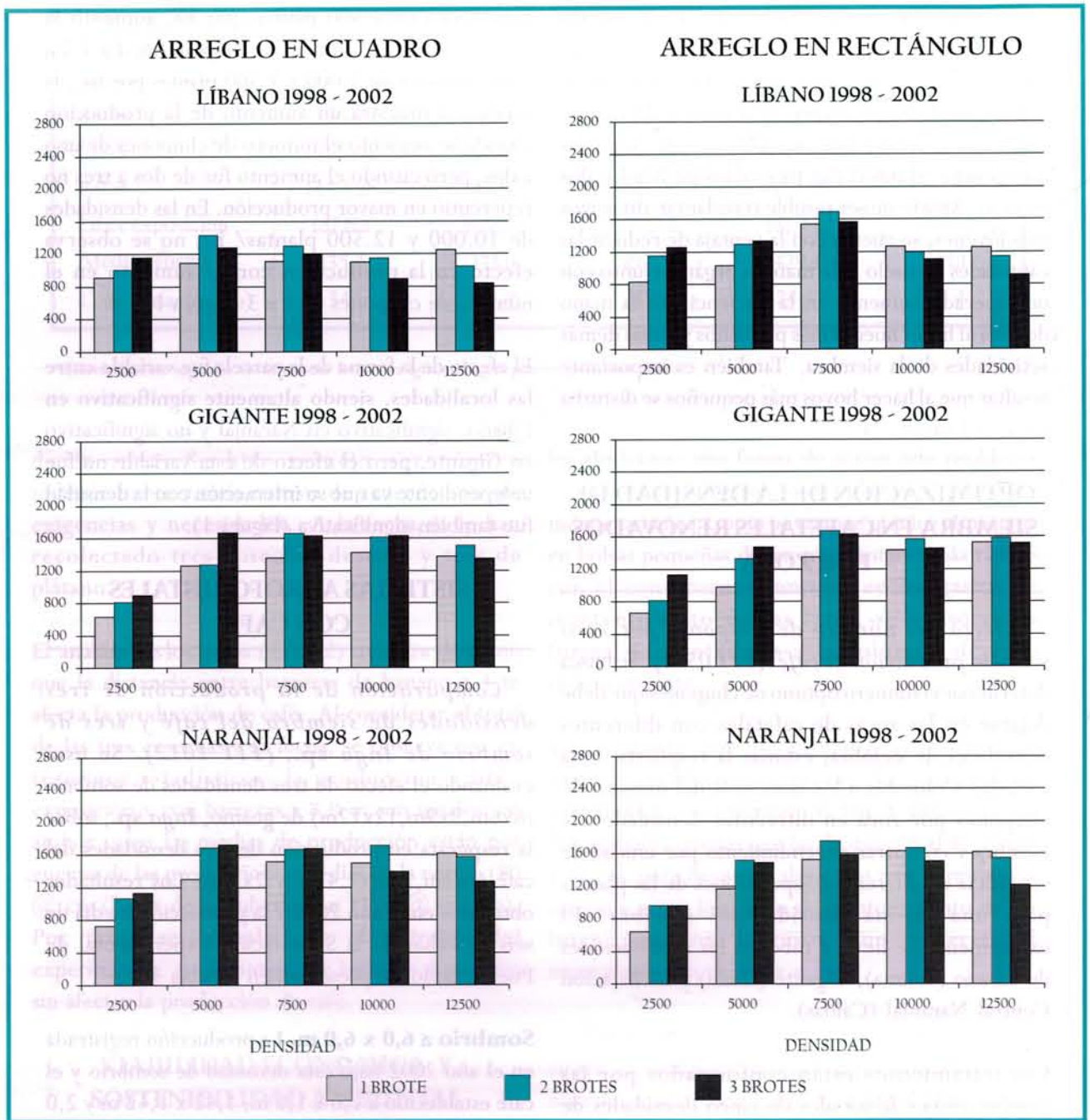


Figura 1. Efecto de la densidad de siembra, al arreglo espacial y el número de brotes sobre la producción acumulada (@ cps/ha), en las localidades de Libano, Gigante y Naranjal. Experimento FIT 0512

Tabla 3. Producción @ cps/ha, en el 2002 y producción media de seis cosechas (1997 - 2002) en @ cps/ha, Experimento Fit 1012. Subestación Pueblo Bello (C).

Año	Tratamientos								
	Sombrío a 6,0 x 6,0 m			Sombrío a 9,0 x 9,0 m			Sombrío a 12,0 x 12,0 m		
	Café 1m x 1m	Café 1.4m x 1.4m	Café 2m x 2m	Café 1m x 1m	Café 1.4m x 1.4m	Café 2m x 2m	Café 1m x 1m	Café 1.4m x 1.4m	Café 2m x 2m
2002	147,2 bc	114,1 bcd	90,7 cd	182,2 ab	103,8 cd	60,3 d	142,2 bc	250,2 a	99,2 cd
Media	162,3 ab	124,6 abc	65,3 c	174,2 ab	112,0 cb	58,0 c	201,5 a	178,7 ab	64,1 c

* Valores con diferente letra, difieren estadísticamente (Duncan 5%)

1,0; 1,42 x 1,42 y 2,0 x 2,0 m respectivamente. Los análisis estadísticos muestran diferencias entre la producción media general del café plantado a 1,0 x 1,0 frente a la obtenida a 2,0 x 2,0 m. Esta diferencia fue 59,7% mayor a favor del primero.

Sombrío a 9,0 x 9,0 m. La producción registrada bajo esta densidad de sombrío en el año 2002 y el café establecido a 1,0 x 1,0 m; 1,42 x 1,42 m y 2,0 x 2,0 m, fue de 182,2; 103,8 y 60,3 @ de café pergamino seco/ha. Según los resultados de las análisis estadísticos, se presentan diferencias estadísticas entre la producción obtenida con café a 1,0 x 1,0 (T-4) frente a las otras dos distancias de siembra del café (T-5 y 6). La producción media registrada, en el ciclo de 6 años, es de 174,2; 112,0 y 58,0 @ de café pergamino seco/ha/año, a distancias de siembra del café de 1,0 x 1,0; 1,42 x 1,42 y 2,0 x 2,0 m respectivamente. Los resultados de los análisis estadísticos muestran diferencias significativas entre la producción media general obtenida en café plantado a 1,0 x 1,0, frente a la registrada en café establecido a 2,0 x 2,0 m, diferencia ésta mayor en un 66,7% a favor del primero.

Sombrío a 12,0 x 12,0 m. La producción registrada bajo esta densidad de siembra del sombrío en el año 2002 y el café establecido a 1,0 x 1,0 m; 1,42 x 1,42 m y 2,0 x 2,0 m, fue de 142,2; 250,2 y 99,2

@ de café pergamino seco/ha. Según los resultados de las análisis estadísticos, se presentan diferencias estadísticas entre la producción obtenida con café a 1,42 x 1,42 (T-8) frente a las otras dos distancias de siembra del café (T-7 y 9). La producción media registrada en el ciclo de 6 años (1997-2002), es de 201,5, 178,7 y 64,1 @ de café pergamino seco/ha/año, a distancias de siembra del café de 1,0 x 1,0; 1,42 x 1,42 y 2,0 x 2,0 m respectivamente. Los resultados de los análisis estadísticos muestran diferencias significativas entre la producción media general obtenida en café plantado a 1,0 x 1,0 (T-7), frente a la registrada en café establecido a 2,0 x 2,0 m (T-9). Esta diferencia es del 68,1% mayor a favor del primero.

Efecto de la intensidad del sombrío sobre la respuesta del café al fertilizante (FIT 1013).

Se determina el comportamiento de la producción de café ante la variación conjunta de tres densidades de sombrío (6x6m, 9x9m, 12x12m) de guamo, *Inga sp* y de la cantidad de fertilizante aplicado al café (25, 50, 75 y 100% de la recomendación del análisis de suelos). La distancia de siembra del café es de 1,5 x 1,5 m.

Los resultados obtenidos en el año 2002 y la producción media de seis cosechas en la Subestación Experimental de Pueblo Bello, se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Producción @ cps/ha, en el año 2002 y Producción media de seis cosechas (1997 - 2002) en @ cps./ha, Experimento Fit 1013. Subestación Experimental de Pueblo Bello.

Tratamientos	Distancia siembra sombrío	Dosis de Fertilizante	Producción Año 2002	Media (6 cosechas)
	6,0 x 6,0 m		0	69,8 a
		25%	70,2 a	72.2 a
		50%	73,1 a	76.1 a
		75%	98,6 a	85.8 a
		Media		79,3 c
9,0 x 9,0 m		0	102,9 a	119.4 a
		25%	81,9	111.3
		50%	99,6 a	100.3 a
		75%	113,9 a	121.5 a
		Media		113,1 b
12,0 x 12,0 m		0	102,0 a	119.3 b
		25%	93,8 a	121.3 b
		50%	97,3 a	114.5 b
		75%	115,8 a	141.3 a
		Media		124,1 a

* Registros con letra diferente, presentan diferencia significativa según prueba Duncan al 5%

Sombrío a 6,0 x 6,0 m. Los resultados de los análisis estadísticos mostraron que en el año 2002, no se presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, bajo esta distancia de siembra del sombrío; la producción media con sombrío a 6,0 x 6,0 m, fue de 77,9 @ de café pergamino seco/ha. Igualmente, los resultados de estos análisis permiten observar que no hay diferencias significativas en la producción media de seis cosechas de café en cada tratamiento. La producción media general del sistema con café a 1,5 x 1,5 m y guamo a 6,0 x 6,0 m es de 79,3 @ de café pergamino seco/ha/año.

Sombrío a 9,0 x 9,0 m. Los resultados de los análisis estadísticos mostraron que en el año 2002, no se presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, bajo esta distancia de siembra del sombrío; la producción media con sombrío a 9,0 x 9,0 m para este año fue de 99,6 @ de café pergamino seco/ha. Igualmente, los resultados de los análisis permiten observar que no hay diferencias significativas en la producción media de seis

cosechas de café en cada tratamiento. La producción media general del sistema, café 1,5 x 1,5 m y guamo a 9,0 x 9,0 m es de 113,1 @ de café pergamino seco/ha/año.

Sombrío a 12,0 x 12,0 m. Los resultados de los análisis estadísticos mostraron que en el año 2002, no se presentan diferencias estadísticas entre tratamientos, bajo esta distancia de siembra del sombrío; la producción media con sombrío a 12,0 x 12,0 m para este año, fue de 103,4 @ de café pergamino seco/ha. La prueba de comparación de la producción media obtenida en cada tratamiento de fertilización durante las 6 cosechas (119,3; 121,3; 114,5 y 141,3 @ de café pergamino seco/ha), indica que no hay diferencia estadística entre los tratamientos que implicaron aplicar 0,25% y 50% del fertilizante recomendado por el análisis de suelos. Hay diferencia estadística significativa entre los tres tratamientos anteriores y el tratamiento con aplicación del 75% del fertilizante. La producción media general del sistema, café 1,5 x

1,5 m y guamo a 12,0 x 12,0 m fue de 124,1 @ de café pergamino seco/ha/año.

Al comparar la producción media general de café obtenida bajo cada arreglo espacial (79,3; 113,1 y 124,1 @ de café pergamino seco/ha), el análisis estadístico mostró que entre estas tres medias hay diferencia significativa. La máxima producción de café se obtiene con el componente arbóreo (*Inga* sp) plantado a 12,0 x 12,0 m; la producción media obtenida bajo este nivel de sombreado fue 9,0% mayor comparada a la producción con el componente arbóreo a 9,0 x 9,0 y del 36,1% mayor frente a la obtenida con esta misma especie plantada a 6,0 x 6,0 m. La producción media de café presentada con el componente arbóreo establecido a 9,0 x 9,0 m fue 29,9% mayor que la obtenida con el sembrío plantado a 6,0 x 6,0 m.

Comparación de la producción del café bajo sombra de cinco especies leguminosas a diferentes densidades de siembra (FIT 1014).

Se estudia el efecto de la intensidad del sembrío de 5 especies leguminosas (*Erythrina fusca*, *Erythrina rubrinervia*, *Inga densiflora*, *Leucaena leucocephala* y *Albizzia carbonaria*) a 3 distancias de siembra (6x6m, 9x9m, 12x12m), sobre la producción del café sembrado a 1,5 x 1,5 m. Los resultados parciales de producción obtenidos en la Subestación

Experimental de Pueblo Bello se presentan en la Tabla 5.

Sombrío a 6,0 x 6,0 m. La producción de café registrada en el año 2002, bajo cada especie de sembrío fue de 262,5; 238,0; 259,5; 270,0 y 339,0 @ de café pergamino seco/ha con sembrío de *E. fusca*, *E. rubrinervia*, *I. Densiflora*, *L. leucocephala* y *A. carbonaria* respectivamente. La producción media registrada en el período 1998 a 2002 bajo cada especie de sombra y a esta distancia de siembra, fue de 246,8; 291,9; 275,5; 249,2 y 297,9 @ de café pergamino seco/ha/año con sembrío de con sembrío de *E. fusca*, *E. rubrinervia*, *I. Densiflora*, *L. leucocephala* y *A. carbonaria* respectivamente; los resultados de los análisis estadísticos, no evidenciaron diferencias estadísticas significativas en la producción de café cuando se cultiva con sembrío de especies leguminosas plantadas a 6,0 x 6,0 m.

Sombrío a 9,0 x 9,0 m. La producción de café registrada en el año 2002, bajo cada especie fue de 280,3; 269,0; 214,6; 223,9 y 251,4 @ de café pergamino seco/ha con sembrío de *E. fusca*, *E. rubrinervia*, *I. Densiflora*, *L. leucocephala* y *A. carbonaria* respectivamente. La producción media registrada en el período 1998 a 2002 bajo cada especie de sombra y a esta distancia de siembra, fue de 266,7;

Tabla 5. Producción @ C.P.S./ha, en el año 2002 y Producción media de cinco (1998 - 2002) en @ cps/ha, Experimento Fit 1014. Subestación Experimental de Pueblo Bello.

Especies de Sombrío	Distancia de Siembra del Sombrío					
	6,0 x 6,0 m		9,0 x 9,0 m		12,0 x 12,0 m	
	2002	Media	2002	Media	2002	Media
<i>E. fusca</i>	262,5 ab*	246,8 a	280,3 ab	266,7 a	212,1 ab	228,8 a
<i>E. rubrinervia</i>	238,0 ab	291,9 a	269,0 ab	257,7 a	210,3 ab	258,1 a
<i>I. Densiflora</i>	259,5 ab	275,5 a	214,6 ab	240,8 a	197,0 b	230,0 a
<i>L. leucocephala</i>	270,0 ab	249,2 a	223,9 ab	224,9 a	236,3 ab	209,7 a
<i>A. carbonaria</i>	339,0 a	297,9 a	251,4 ab	240,4 a	244,5 ab	249,6 a

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

257,7; 240,8; 224,9 y 240,4 @ de café pergamino seco/ha/año con sombrío de con sombrío de *E. fusca*, *E. rubrinervia*, *I. Densiflora*, *L. leucocephala* y *A. carbonaria* respectivamente. Los resultados de los análisis estadísticos, no evidenciaron diferencias estadísticas significativas en la producción de café cuando se cultiva con sombrío de especies leguminosas plantadas a 9,0 x 9,0 m.

Sombrío a 12,0 x 12,0 m. La producción de café registrada en el año 2002, bajo cada especie de sombrío fue de 212,1; 210,3; 197,0; 236,3 y 244,5 @ de café pergamino seco/ha con *E. fusca*, *E. rubrinervia*, *I. Densiflora*, *L. leucocephala* y *A. carbonaria* respectivamente. La producción media registrada en el período 1998 a 2002 bajo cada especie de sombra y a esta distancia de siembra, fue de 228,8; 258,1; 230,0; 20,9,7 y 249,6 @ de café pergamino seco/ha/año con sombrío de *E. fusca*, *E. rubrinervia*, *I. Densiflora*, *L. leucocephala* y *A. carbonaria* respectivamente; los resultados de los análisis estadísticos no evidenciaron diferencias estadísticas significativas en la producción de café cuando se cultiva con sombrío de estas especies leguminosas plantadas a 12,0 x 12,0 m.

Uso del sombrío y del mulch para el manejo del déficit hídrico en café en las zonas norte y sur de Colombia (FIT 0426). Se determina la influencia de dos niveles de sombra (con y sin) y dos niveles de cobertura vegetal muerta (con y sin), en el contenido de humedad del suelo y su efecto sobre la producción de café establecido a 1,5 x 1,5 m.

Los resultados parciales de producción registrados en la Subestación Experimental de Pueblo Bello se presentan en la Tabla 6.

La producción de café registrada en el año 2002, bajo cada sistema de cultivo, fue de 90,5 @ de café pergamino seco/ha a libre exposición y sin cobertura muerta, de 156,7 @ a libre exposición pero con cobertura; la producción bajo sombrío de *Inga* sp sin y con cobertura fue de 112,8 y 169,2 @ de café pergamino seco/ha; bajo sombrío de *Erythrina* sp sin cobertura y con ella fue de 98,9 y 125,9 @ de café pergamino seco/ha: Los análisis estadísticos realizados muestran que no hay diferencia estadística entre tratamientos, en el año 2002.

Los resultados de estos análisis indican que entre las producciones medias registradas en el ciclo productivo 1997 a 2002, no hay diferencia estadística significativa cuando se cultiva café a libre exposición solar con y sin cobertura vegetal muerta; tampoco es evidente esta diferencia cuando se cultiva café bajo sombrío de las dos especies leguminosas, con y sin cobertura vegetal.

De acuerdo a los análisis estadísticos, se presenta diferencia en la producción media obtenida en café a libre exposición 205,6 @ cps/ha, frente a la obtenida en café con sombrío de *Inga* sp sin cobertura vegetal, 144,9 @ y con la producción media registrada bajo sombrío de *Erythrina fusca* 120,2 @ cps/ha. La producción media del ciclo productivo registrado con sombrío de *Inga* sp, con cobertura vegetal presenta diferencia estadística

Tabla 6. Producción @ cps/ha, en el año 2002 y Producción media de seis cosechas (1997 - 2002) en @ cps/ha, Experimento Fit 0426. Subestación Experimental de Pueblo Bello.

Año	Café libre exposición		Café sombrío Inga edulis		Café sombrío E. fusca	
	Con mulch	Sin mulch	Con mulch	Sin mulch	Con mulch	Sin mulch
2002	90,5 a*	156,7 a	112,8 a	169,2 a	98,9 a	125,9
Media	200,7 a	210,4 a	144,9 bc	171,9 ab	116,0 c	124,4 c

*Duncan al 5%. Registros con letra diferente, presentan diferencia significativa

al compararlas con la producción media obtenida con café bajo sombrío de *E. fusca*.

Caracterización agronómica de *Cordia alliodora*, *Eucalyptus grandis* y *Pinus oocarpa*, como sombríos en café (FIT 1015). Se determina el potencial económico y Biológico que como sombrío de café tienen las especies forestales; *Eucalyptus grandis*, *Pinus oocarpa* y *Cordia alliodora*; y el efecto sobre la producción del café establecido a 1,5 x 1,5 m. Los resultados parciales de producción obtenidos en la Subestación Experimental Paraguaicito, se presentan en la Tabla 7.

Los resultados de los análisis estadísticos mostraron que en el año 2002 no se presentan diferencias estadísticas significativas en cuanto a la producción de café bajo los tres componentes arbóreos analizados conjuntamente, pero si son estadísticamente diferentes comparadas con la producción obtenida en café a libre exposición. En el año 2002 la producción a libre exposición fue 47,1% superior a la producción media registrada bajo sombrío de las tres especies forestales. El análisis de la producción media (6 cosechas) obtenida en cada tratamiento, mostró que no hay diferencia estadística significativa entre la producción media obtenidas en café bajo cobertura arbórea, tampoco es evidente esta diferencia entre la producción media registrada en café a libre exposición y café bajo cobertura de Pino y Eucalipto. Se presentó

Tabla 7. Producción @ cps/ha, en el año 2002 y Producción media de seis (1997 - 2002) en @ cps/ha, Experimento Fit 1015. Subestación Experimental Paraguaicito (Quindío).

Producción @ C.P.S./ha.				
Tratamientos				
Año	Sin sombra	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>
2002	265,6 a*	109,2 b	161,0 b	151,4 b
Media	182,0 a	103,0 b	144,0 ab	142,8 ab

*Valores con diferente letra, difieren significativamente (Tukey al 5%)

diferencia estadística significativa entre la producción media del café a libre exposición y la producción media del café en el sistema café/nogal; la diferencia en producción fue del 43,5% a favor del primero.

Respuesta en producción del café al sol, fertilizado con lombricompuesto (FIT 0602). En el experimento se determina la dosis óptima desde el punto de vista biológico y económico para la aplicación de materia orgánica en forma de lombricompuesto para fertilizar cafetales a libre exposición y plantado a 1,0 x 1,0 m. Los resultados parciales de producción en la Estación Central Naranjal se presentan en la Tabla 8.

Los análisis estadísticos realizados a la producción registrada en el año 2002, mostraron diferencia estadística entre el tratamiento 5 (Café con fertilizante químico) y los demás tratamientos (excepto con el 3), es decir, la máxima producción se obtuvo con aplicación de 3,0 kg de lombricompuesto/planta/año. Los análisis de la producción media obtenida en cada uno de los tratamientos, en el período 1999 - 2001 (cuatro cosechas), permiten observar que no hay diferencia estadística entre la producción obtenida cuando se

Tabla 8. Producción @ cps/ha, en el año 2002 y Producción media de cuatro cosechas (1999 - 2002) en @ cps/ha, Experimento Fit 0602. Estación Central Naranjal.

Tratamientos Lombricompuesto/planta/año		Producciones @ C.P.S./ha/año	
		2002	Media
1	0,5 kg	376,0 cd*	252,5 c
2	1,0 kg	455,5 cb	289,9 cb
3	2,0 kg	530,9 ab	321,3 ab
4	3,0 kg	555,2 a	333,1 a
5	Con Fertilización	361,4 d	258,4 c
6	Sin fertilización	195,2	163,7 d

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

fertiliza el café (fertilizante químico) según los resultados de los análisis de suelos y la producción media obtenida cuando se fertiliza con 0,5 y 1,0 kg de lombricompost/planta/año. Igualmente las máximas producciones se presentan cuando se fertiliza el café con 2,0 y 3,0 kg de lombricompost/planta/año (diferencia estadística, Tukey al 5%). Los tratamientos 2 al 5 mostraron diferencia estadística significativa al ser comparados con el tratamiento testigo (café sin fertilización).

PROBLEMAS ESPECIALES

RAÍZ BIFURCADA

Efecto de la raíz bifurcada en el crecimiento y desarrollo de la planta de café en almácigo (FIT 0113). Este trabajo se desarrolló en dos fases.

En la primera fase se demostró que la presencia del disturbio de la raíz bifurcada en germinador está asociada al daño mecánico por la fricción que sufren los granos durante el beneficio, al pasar por el desmucilagador. En la segunda fase se tuvo como objetivo conocer el efecto de este disturbio en el crecimiento y desarrollo de las plantas en almácigo, con los siguientes resultados:

Los promedios de volumen de raíz, longitud de raíz pivotante y relación raíz/parte aérea, no presentaron diferencias estadísticas entre el material obtenido de plantas con raíz normal con respecto al de plantas con raíz bifurcada, mientras que en las variables número de raíces secundarias, peso seco de raíz y parte aérea, se presentaron diferencias significativas a favor de las plantas con raíz bifurcada. Estos resultados permiten inferir que el disturbio no afecta el desarrollo de la planta de café en almácigo (Figura 2a, b, c, d, e y f).

CRESPERA DEL CAFETO

Incidencia y efecto de la «crespera» en siembras y zocas de café. (FIT 0535). Este experimento tiene como objetivo establecer formas de contrarrestar los efectos de la «crespera»,

mediante el estudio de su incidencia y efecto, en diferentes etapas de desarrollo de la planta y bajo diferentes intensidades de desyerba y épocas de zoqueo.

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

Se está haciendo la evaluación de dos tipos de manejo: 1) Frecuencias de desyerbas: mensual (D1), bimestral (D2), trimestral (D3) y suelo sin cobertura (D4). Con este manejo se pretende determinar si la frecuencia de las desyerbas causa un desplazamiento temporal de los posibles insectos vectores hacia el café, contribuyendo así a la transmisión del patógeno. 2) Frecuencias de zoqueo. Sin zoqueo (Z0), zoqueo a los 12 (Z1), 24 (Z2) y 36 (Z3) meses de siembra. Con este manejo se busca comprobar si la zoca es más susceptible y además, cómo influye la edad de la planta. Se dejará un tallo por zoca. Ya se efectuaron los tres tratamientos de zoqueo (abril de 2001, 2002 y 2003 respectivamente) y rutinariamente se han venido aplicando los tratamientos de desyerba.

Incidencia en el lote experimental. Los promedios de las evaluaciones de presencia de síntomas (necrosis en hojas jóvenes, muerte del brote terminal, rebrotes en el brote terminal, rosetas, hojas diminutas o moteadas) que podrían estar relacionados con crespada.) (Tabla 9), muestran que solamente dos tratamientos no han presentado síntomas del disturbio (sin zoqueo con desyerba bimestral y zoqueo a los 18 meses con desyerba quincenal). No se encontraron diferencias

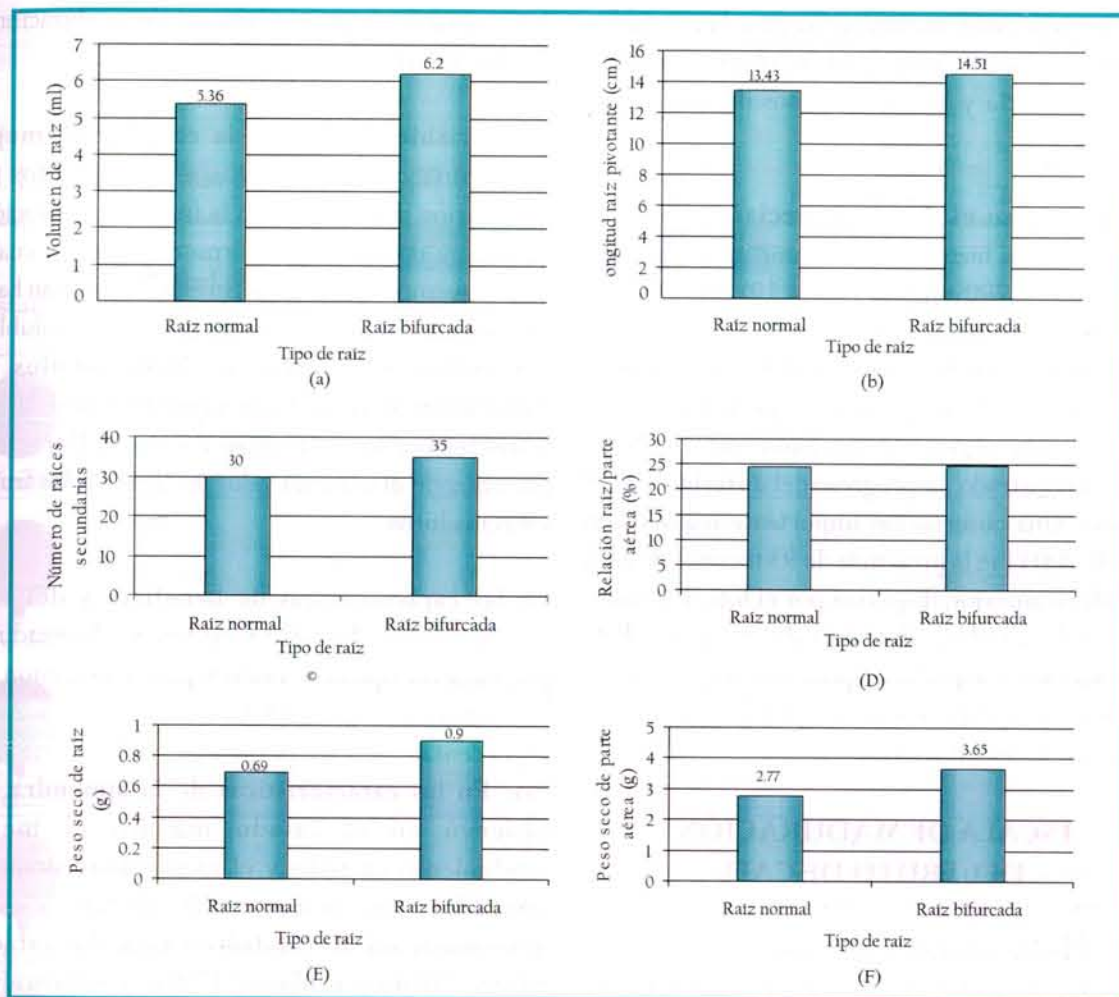


Figura 2. Media de las variables: a. volumen de raíz; b. longitud de raíz; c. relación raíz/parte aérea; d. número de raíces secundarias; e. peso seco de raíz; f. peso seco de parte aérea.

Tabla 9. Incidencia de crespas según la frecuencia de desyerba y época de zoqueo. Fit 0535. Abril de 2003. Finca Betania. Villamaría — Caldas

Epoca de zoqueo	Porcentaje plantas afectadas				Promedio
	Frecuencia desyerbas				
	Quincenal	Mensual	Bimestral	Trimestral	
Sin Zoqueo (Z0)	0,03	0,03	0,00	0,09	0,04
Zoqueo 18 meses (Z1)	0,00	0,03	0,10	0,16	0,07
Zoqueo 30 meses (Z2)	0,03	0,09	0,06	0,06	0,06
Zoqueo 42 meses (Z3)	0,06	0,06	0,06	0,03	0,05
Promedio	0,03	0,05	0,06	0,09	0,06

significativas entre tratamientos para las variables evaluadas, es decir, todavía no se observa relación entre incidencia y los tratamientos de desyerba o de zoqueo.

Incidencia en el lote comercial. En julio de 2002 y 2003 se hizo un reconocimiento general del lote, sobre 5.700 plantas (Tabla 10). Para el año 2003 se encontró que la incidencia en el lote después de 45 meses desde la siembra es de 0,5% de plantas positivas y 0,5% de plantas sospechosas, cifras inferiores a las registradas en el año 2002, es decir, no se ha registrado un progreso del disturbio a nivel del lote. Una observación importante realizada en julio de 2003 fue la presencia de 93 tocones de zoca del cultivo anterior, dispersos por el lote, los cuales presentaban todos, síntomas de crespeta. Esta observación es importante para el manejo de lotes afectados, ya que estos residuos pueden convertirse en fuente de inóculo.

ESCALA DE MADURACIÓN DEL FRUTO DE CAFÉ

Caracterización de los estados de maduración del fruto de café (FIT 0440). Se evaluaron las características físicas, químicas, de beneficio, del pergamino, de la almendra y la calidad en taza de los frutos de café (*Coffea arabica* L.) variedad Colombia cereza roja, a través del tiempo, desde los 182 hasta los 231 días después de la floración, con el fin de establecer una escala para

determinar los aspectos óptimos de maduración y recolección del fruto.

Las variables físicas de la cereza que mejor determinaron los cambios en los estados de maduración del café fueron la fuerza de remoción, la firmeza ecuatorial y la firmeza polar, las cuales disminuyeron conforme las cerezas maduraban hasta encontrarse secas en la planta. Los sólidos solubles, determinaron diferencias entre estados de maduración, mostrando un aumento a medida que transcurrían los días después de la floración, presentando el máximo valor de °Brix en los frutos sobremaduros.









En las características de beneficio y del café pergamino seco, los estados maduro y sobremaduro, presentaron óptimos valores para conversión de café cereza a café pergamino seco (5,04:1 y 5,25:1) y porcentaje de café pergamino (94, 59 y 88,60 %). En las características de la almendra, se observó en el estado maduro el mejor rendimiento en trilla y el menor porcentaje de almendras con defectos. No obstante, en la determinación de calidad en taza, los estados pintón (210 días), maduro (217 días) y sobremaduro (224 días), fueron calificados de buena calidad.

Con este estudio se obtuvo la escala de maduración del fruto de café var. Colombia (Tabla 11), por medio de la cual se pueden determinar rangos óptimos de recolección y calidad del producto.

Tabla 10. Incidencia general de crespeta en el lote. Julio de 2002 y julio de 2003.

Calificación	Tipo de síntomas	Julio 2002		Julio 2003	
		N° Plantas	%	N° Plantas	%
Positivas	Síntomas muy definidos (brotes con hojas diminutas, enanismo)	56	1,0	28	0,5
Dudosas	Con síntomas, pero poco definidos	49	0,9	26	0,5
Sanas	Asintomáticas	5595	98,1	5646	99,0

Tabla 11. Escala de maduración del fruto de café. (FIT 0440).

Estado	Edad del Fruto (ddf)	(%) Escala de Color Pantone *				Escala de Color Visual
		Cian (C)	Magenta (M)	Amarillo (Y)	Negro (K)	
 Verde 1	182	35	0	100	40	Color verde oscuro
 Verde 2	186	35	0	100	20	Color verde oscuro
 Verde 3	189	40	20	100	15	Coloración verde oscura brillante
 Verde amarillo	203	20	0	100	40	Coloración verde con tonalidades amarillas
 Pintón	210	20 10	0 75	100 80	40	Coloreado predominantemente. Alguna tonalidad de verde cerca al pedúnculo
 Maduro	217	0 10	100 80	90 70	10 15	Color rojo brillante a rojo opaco
 Sobremaduro	224	10 0	100 35	50 0	30 100	Color morado brillante morado oscuro opaco
 Seco	231	0 0	0 0	35 25	100 80	Color café oscuro, la cereza se encuentra arrugada, hasta frutos completamente secos (pulpa adherida a la almendra)

*Pantone Process Color Guide

SUELOS DE LA ZONA CAFETERA

FERTILIDAD DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN DE CAFETALES

Efecto del magnesio en la producción y calidad del café (SUE 0310). En este experimento se evalúan 10 tratamientos de fertilización con magnesio (Tabla 12), aplicados en diferentes épocas de desarrollo del cultivo de café y su efecto sobre la producción del café. Se encuentra establecido, desde el año 2000, en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones La Catalina, Santa Bárbara (suspendida en diciembre de 2002), El Rosario, Líbano y Tambo, las cuales presentan contrastes en sus contenidos de magnesio ($0,2$ a $1,6 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$), encontrándose los mayores valores en suelos de El Líbano y El Tambo ($1,6 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$), y los menores en Naranjal ($0,2 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$).

Para la cosecha del año 2002 solamente se registraron diferencias entre el testigo absoluto sin fertilización y la mayoría de los tratamientos en las Subestaciones de Santa Bárbara, Naranjal y El Rosario. En el Tambo la producción más baja se

obtuvo con 60 kg/ha/año de Mg, mientras que en la Catalina y Líbano no se presentó efecto de los tratamientos (Figura 3).

Efecto de la fertilización con calcio en la producción y calidad del café (SUE 0313). Se busca determinar la respuesta del café a la fertilización con calcio soluble en suelos de la zona cafetera, teniendo en cuenta tanto la producción como la calidad del grano. Este estudio es financiado por la empresa Hydro Agri Colombia, y se encuentra instalado en la Estación Central Naranjal y las Subestaciones Paraguaicito, El Rosario y Santander, en suelos con contenidos de calcio que varían desde $0,9$ a $5,3 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$. Como fuente de calcio soluble se utiliza el Nitrabor, el cual se compara con la cal agrícola. En la Tabla 13 se detallan los tratamientos.

En el período correspondiente al año 2002 no se encontró respuesta a ninguno de los tratamientos en las subestaciones de El Rosario, Santander, y Naranjal. En Paraguaicito la producción obtenida con 96 y 192 kg/ha/año de CaO, utilizando como fuente Nitrabor, fue mayor que el testigo sin aplicación de calcio. Los tres tratamientos con cal soluble superaron a la cal agrícola (Figura 4).

Tabla 12. Descripción de los tratamientos Experimento SUE 0310.

Tratamiento	Épocas de aplicación					
	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	30 meses	36 meses
1*	0	0	0	0	0	0
2**	0	0	0	0	0	0
3	15***	15	0	0	0	0
4	0	0	15	15	0	0
5	15	15	15	15	0	0
6	15	15	15	15	15	15
7	30	30	0	0	0	0
8	0	0	30	30	0	0
9	30	30	30	30	0	0
10	30	30	30	30	30	30

* Tratamiento sin fertilización (Testigo absoluto)

** Tratamiento con fertilización de acuerdo al análisis de suelos, pero sin aplicación de Mg.

*** kg/ha de magnesio por aplicación.

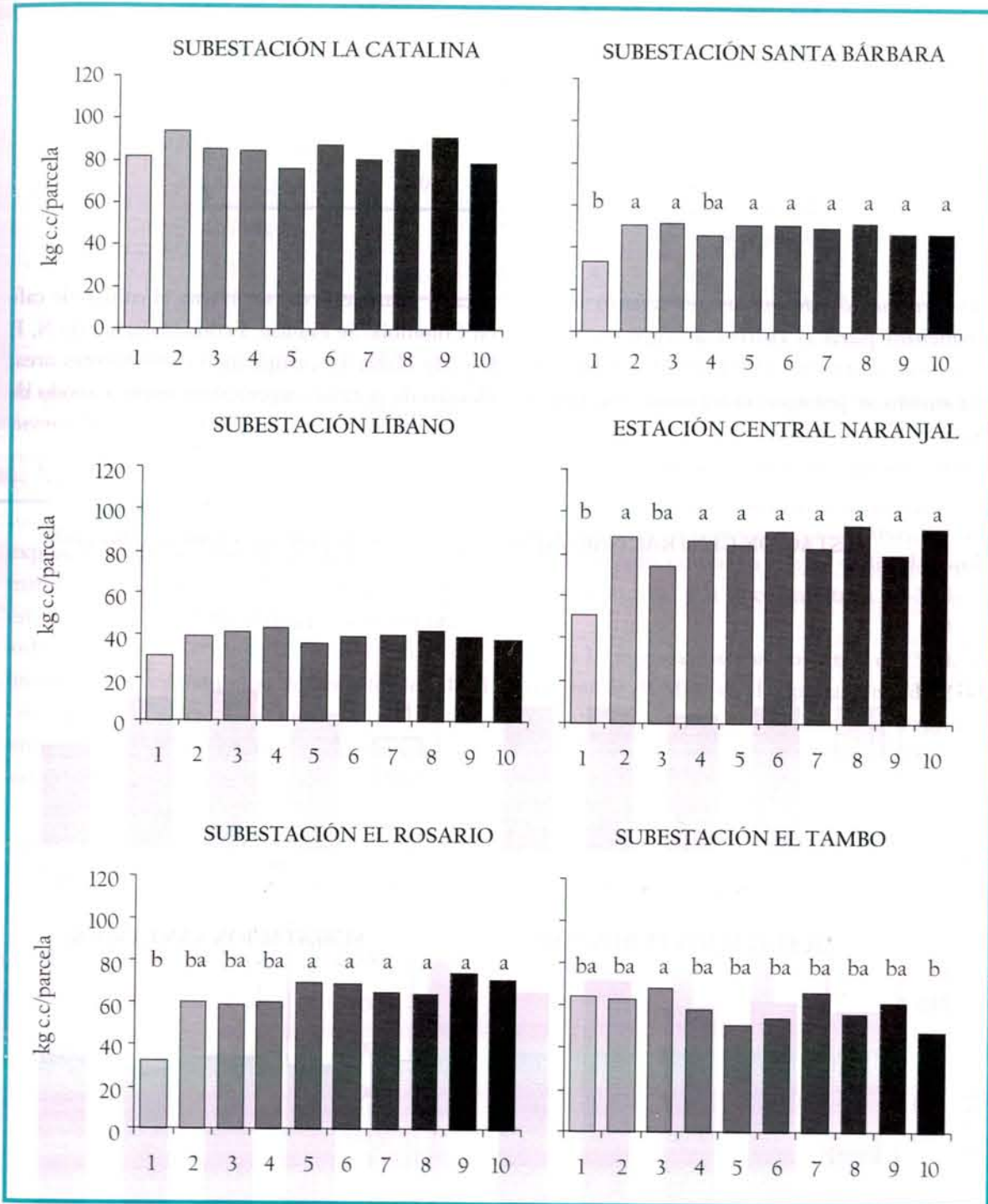


Figura 3. Efecto de diferentes dosis de magnesio en la producción de café cereza en kg/ha/año, en parcelas de 32 plantas. Experimento SUE 0310.

Tabla 13. Descripción de los Tratamientos. Experimento SUE 0313

Tratamiento	Cantidad (kg/ha/año)			
	Ca	CaO	Ca (N03)2	N-aportado
1	0	0	0	0
2	34,2	48	180	27,9
3	68,4	96	360	55,8
4	136,8	192	720	111,6
5*	136,8	192	0	0

*Cal agrícola

Determinación de los niveles críticos de los nutrientes para el cultivo de café en suelos de la zona cafetera (SUE 0318). Con este experimento se persigue determinar con mayor precisión los niveles críticos de nitrógeno, fósforo,

potasio y magnesio del suelo para el cultivo de café en Colombia. Se evalúan 5 combinaciones de N, P, K y Mg (Tabla 14), empleando como fuentes urea, cloruro de potasio, superfosfato triple y óxido de magnesio.

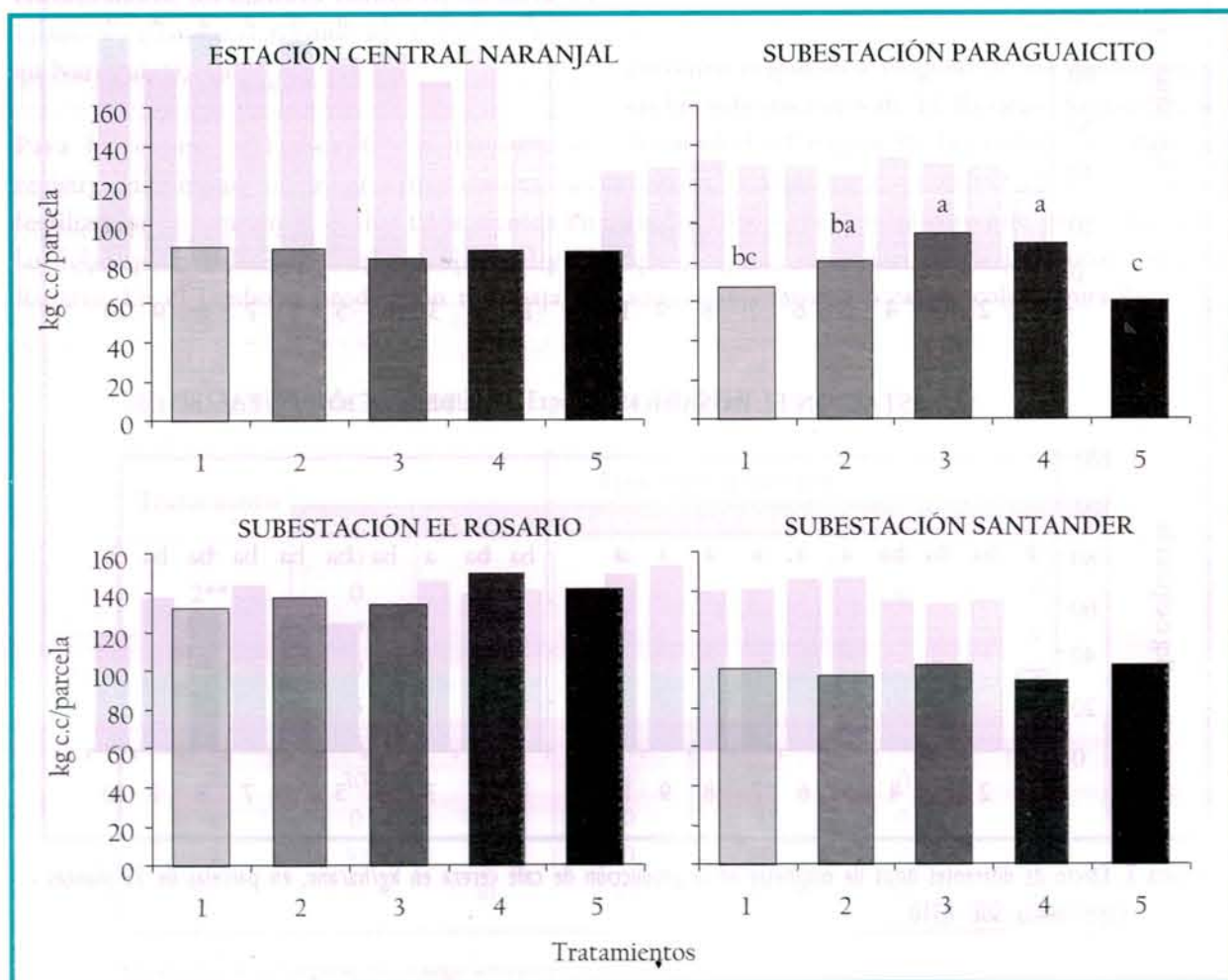


Figura 4. Efecto de la fertilización con calcio en la producción de café cereza en kg/ha/año, en parcelas de 32 plantas. Experimento SUE 0313.

Tabla 14. Descripción de los tratamientos. Experimento SUE 0318.

Tratamiento	Elemento faltante	Cantidad de nutriente (kg/ha/año)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
NPKMg	-	240	80	240	60
PKMg	N	0	80	240	60
NKMg	P	240	0	240	60
NPMg	K	240	80	0	60
NPK	Mg	240	80	240	0

Al igual que en los dos años anteriores, la producción promedio de los cafetales al sol fue mayor con respecto a los que tenían sombrío parcial (Figura 5). El tratamiento sin nitrógeno (PKMg) presentó los promedios más bajos en los cafetales a libre exposición solar, independiente de los niveles de la materia orgánica en el suelo, siendo su producción estadísticamente similar al sistema semisombra. Lo anterior confirma que este elemento es más limitativo en la producción de los cafetales al sol. Los demás tratamientos presentaron producciones similares, siendo el de mayor promedio en ambos sistemas el tratamiento sin magnesio (NPK).

La magnitud en la reducción del rendimiento del café cuando se suspende el suministro de nitrógeno, estuvo determinada por los niveles de este elemento en el suelo, más específicamente por los contenidos de la materia orgánica (MO), la cual se ha destacado como un mejor indicador que el Nitrógeno total y la fracción nítrica (N-NO).

Hasta la segunda cosecha, los sitios con muy altos contenidos de MO (en el departamento de Cauca), no habían presentado respuesta a la fertilización nitrogenada, tendencia que se modificó en este último período. Como se puede observar en la

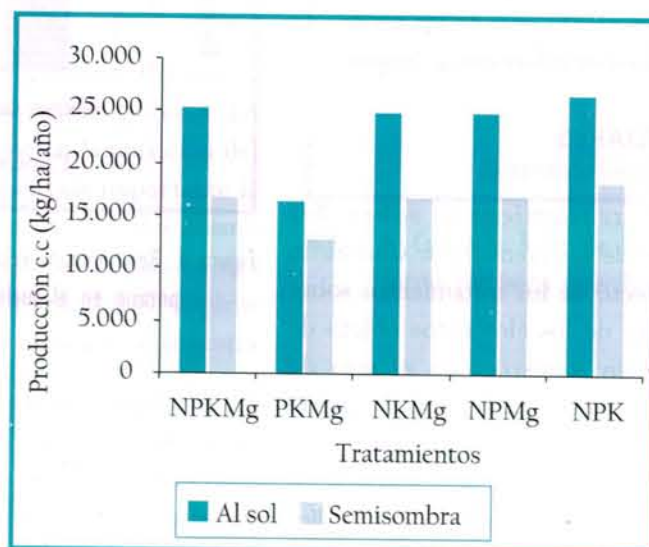


Figura 5. Producción promedio por sistema. SUE 0318.

Figura 6, al incrementar los contenidos de la MO aumenta el rendimiento relativo, llegando hasta un punto de inflexión (nivel crítico), donde comienza a descender la curva. El modelo cuadrático $\text{Rendimiento relativo (\%)} = -0,2752 \text{ MO}^2 + 9,7946 \text{ MO} - 12,369$ describe las anteriores variaciones ($R^2 = 0,4415$), y propone un nuevo nivel crítico igual a 17,8% para la MO.

Se registró un efecto significativo de la fertilización potásica en cafetales a libre exposición solar con contenidos de K inferiores a $0,2 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$. Aunque los niveles críticos obtenidos para el sistema semisombra y para el conjunto de los datos son muy similares ($0,22 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$), su significancia fue menor. En la Figura 7 se presentan los rendimientos relativos promedios para tres rangos del contenido de potasio en el suelo. Como se puede observar, cuando los contenidos de potasio son inferiores a $0,2 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ se presentaron reducciones cercanas al 40% en la producción (rendimiento relativo=60%), mientras que para suelos con contenidos entre $0,2$ y $0,4 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ las reducciones fueron inferiores al 14%, y para niveles mayores a $0,4 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$ solo el 8%. En algunos sitios con niveles intermedios de potasio ($0,2$ y $0,4 \text{ cmol}_c \cdot \text{kg}^{-1}$), la reducción del rendimiento fue mayor que otros.

No se registraron respuestas a la fertilización con fósforo y magnesio. Sólo se presentó una leve reducción en el rendimiento cuando los niveles de fósforo en el suelo fueron inferiores a 20ppm.

INDICADORES FOLIARES

Efecto de los tratamientos sobre los contenidos foliares de los elementos. Con el fin de determinar el efecto de los tratamientos sobre la contenidos foliares de los elementos objeto de estudio se realizó un muestreo en el mes de septiembre de 2002, antes de realizar la cuarta fertilización, es decir, 2,5 años después del establecimiento de las parcelas experimentales. En la Tabla 15 se consignan los resultados promedios obtenidos.

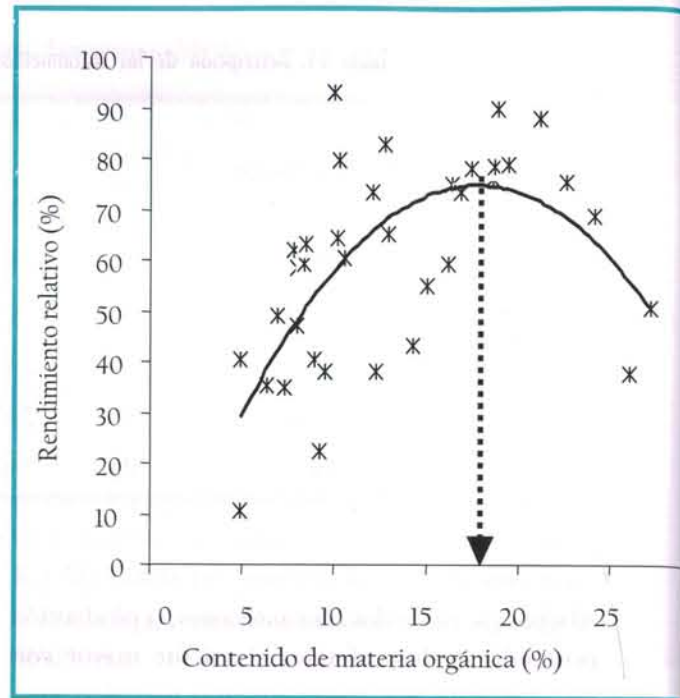


Figura 6. Variaciones del rendimiento relativo en función de la materia orgánica, explicada mediante el modelo cuadrático. Experimento SUE 0318.

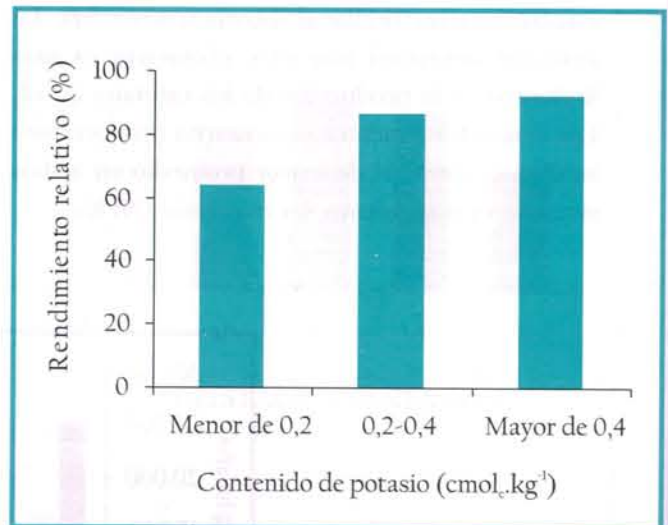


Figura 7. Rendimientos relativos promedios para rangos de potasio en el suelo.

El nitrógeno se redujo entre 0,16 y 0,12% (equivalente a 7,5%), cuando no se incluyó en el plan de fertilización. En el tratamiento sin fósforo se presentó una disminución no significativa de este elemento; sin embargo, sí se registró un aumento

Tabla 15. Contenidos foliares de los elementos. Experimento SUE 0318.

Elemento	Tratamiento					CV (%)
	NPKMg (Completo)	PKMg (Sin N)	NKMg (Sin P)	NPMg (Sin K)	NPK (Sin Mg)	
N (%)	2,14 A*	1,98 B	2,10 A	2,14 A	2,14 A	11,09
P (%)	0,16 B	0,18 A	0,14 B	0,16 B	0,16 B	22,52
K (%)	1,87 A	2,04 A	1,98 A	1,32 B	2,00 A	21,83
Ca (%)	1,16 A	1,20 A	1,07 A	1,23 A	1,13 A	30,18
Mg (%)	0,28 B	0,25 BC	0,25 BC	0,38 A	0,22 C	37,93
Fe (ppm)	115,78 AB	130,22 A	120,70 AB	105,54 B	115,08 AB	40,57
Mn (ppm)	176,03 AB	137,19 B	161,92 AB	150,92 AB	190,38 A	54,20
Zn (ppm)	8,54 A	8,65 A	8,54 A	8,43 A	9,84 A	43,44
Cu (ppm)	17,41 A	24,14 A	19,19 A	15,30 A	18,51 A	91,57
B (ppm)	45,00 B	58,97 A	46,32 B	48,27 B	45,92 B	35,32

* Los promedios con letras diferentes indican diferencias significativas a nivel de 5%, según prueba de Duncan.

de 0,02% por la no aplicación de nitrógeno, por lo cual los tratamientos PKMg y NKMg se diferenciaron estadísticamente. Al suprimir el potasio, sus niveles disminuyeron en promedio 33%. El elemento que en mayor grado incrementó su concentración fue el magnesio, resultado que no se debió a su aplicación, sino por la interacción con potasio. Al excluir el magnesio su contenido fue el más bajo, pero estadísticamente similar a los tratamientos sin nitrógeno (PKMg) y sin fósforo (NKMg); mientras que al aplicar los cuatro elementos estudiados (NPKMg) se lograron incrementos significativos, registrándose la mayor concentración cuando no se aplicó potasio. Lo anterior confirma el hecho que en la nutrición del magnesio puede jugar un papel más importante la fertilización potásica que el suministro del mismo elemento, especialmente cuando se utilizan fuentes poco solubles, como es en nuestro caso al emplear el óxido de magnesio. En la Figura 8 se muestra gráficamente el contenido foliar de magnesio en función de potasio. La siguiente ecuación cuadrática explicó en 50% las variaciones en referencia: $Mg=0,1067K^2-0,5294K+0,8639$.

Los rendimientos relativos obtenidos en la segunda cosecha (2002), fueron correlacionados con la

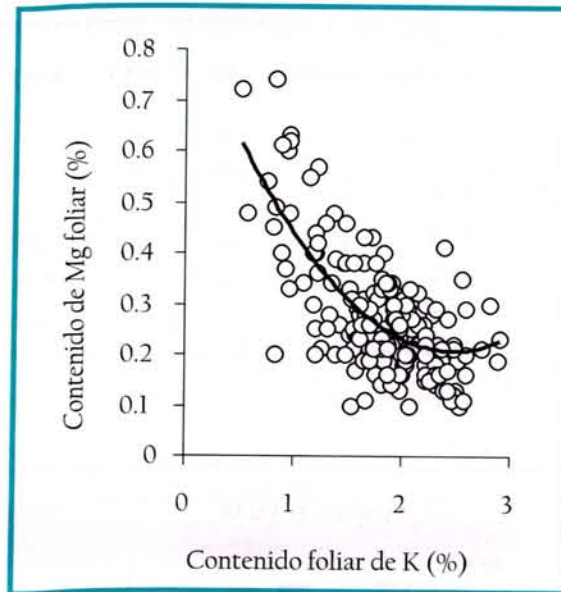


Figura 8. Contenido foliar de magnesio en función de potasio (tendencia general). Experimento Sue 0318

concentración foliar de los elementos empleando los modelos continuos y discontinuos. En ninguno de los casos se logró explicar satisfactoriamente las variaciones registradas, lo cual sugiere que este análisis no debe emplearse de una manera generalizada, indistintamente de los factores que

afectan la concentración de los elementos en cada sitio en particular, tales como el volumen y la distribución de la cosecha, la edad de la plantación, aspectos climáticos etc.

Comparación de varias fuentes de fertilizantes en la producción y calidad de café (SUE 0320). El objetivo del experimento es evaluar la factibilidad económica del uso del nitrato de potasio en la producción y calidad del café y contribuir a mejorar la recomendación actual de fertilizantes para el cultivo. Este estudio es financiado por la empresa SQM-Nitratos.

El experimento se inició en el año 2001 en las fincas La Siria (municipio de Quimbaya-Quindío) y Calamar (municipio de Chinchiná-Caldas). Los

tratamientos se enumeran en la Tabla 16, y en la Figura 9, las producciones de café cereza.

En la finca La Siria, al analizar los resultados de la cosecha 2002, todos los tratamientos presentaron producciones similares, a excepción de Nitrato sódico-potásico+Ultramix (4), el cual se diferenció por su menor rendimiento del Testigo (urea+DAP+KCl) y de la mezcla de urea+DAP+KCl (50%) y Ultramix (50%). En Calamar no se registró efecto de la aplicación de los fertilizantes evaluados.

Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción y calidad del café (SUE 0321). A través de este estudio se busca determinar el efecto del magnesio y el azufre en la producción

Tabla 16. Descripción de los tratamientos. Experimento SUE 0320.

Tratamiento	N	P ₂ O	K ₂ O	Urea -DAP - KCL (%)	NSP** 15 -0-14	Ultramix 18 -10 -18
1(Testigo)	240	80	240	100	0	0
2	240	80	240	75	25	0
3	240	80	240	50	50	0
4	240	80	240	0	40	60
5	240	80	240	50	0	50
6	180	60	180	0	40	60

* Nitrato Sódico Potásico

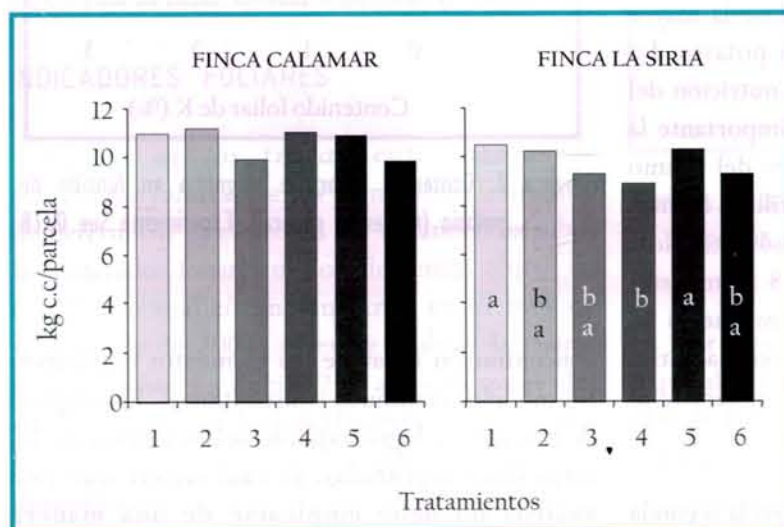


Figura 9. Efecto de varias fuentes de fertilizante sobre la producción de café cereza en kg/ha/año, en parcelas de 32 plantas. Experimento SUE 0320.

y calidad del café. En enero del 2001 el experimento fue instalado en La Estación Central Naranjal y en la subestación La Catalina. En la subestación de Santander se sembró en junio del 2001. Se cuenta con el apoyo financiero de las empresas Kali Und Salz y Monómeros Colombo Venezolanos.

Se evalúan cuatro dosis de MgO (0, 30, 60 y 90 kg/ha/año), utilizando como fuentes el óxido y el sulfato. Las dosis de azufre son 0, 24, 48 y 72 kg/ha/año, empleando el sulfato de amonio. Adicionalmente se evalúa un tratamiento con el fertilizante 17-6-18-2 (Tabla 17).

Los resultados que se presentan en esta vigencia corresponden a la cosecha recolectada de agosto a diciembre del año 2002 (Figura 10). En la subestación la Catalina, no se encontró efecto de los tratamientos sobre la producción de café. En la Estación Central Naranjal los tratamientos 6, 10 y 11 presentaron mayores producciones frente a los tratamientos 4 y 7. Pese a lo anterior, y en razón de las bajas producciones de esta primera cosecha, no existe una tendencia clara que permita determinar el efecto del magnesio y el azufre sobre la producción de café.

Efecto de fuentes y dosis de potasio en la producción y calidad del café (SUE 0322). El objetivo es evaluar el efecto de dosis y fuentes de potasio en la producción y calidad del café, así como medir la actividad de la enzima Polifenol oxidasa (PFO), acidez total titulable (ATT), azúcares totales (AT), índice de color (IC) y su efecto sobre la calidad de la bebida de café. Este estudio es financiado por la empresa Kali Und Salz-Sopib.

Los tratamientos consisten en cuatro dosis y dos fuentes de potasio, así: testigo absoluto sin potasio (T1); 100, 200 y 400 kg de K_2O /ha/año, utilizando como fuente KCl (T2, T3 y T4); y 100, 200 y 400 kg de K_2O /ha/año, con sulfato de potasio (T5, T6 y T7). Este experimento se inició en el mes de agosto de 2001 en las fincas de Calamar (Chinchiná, Caldas) y La Siria (Quimbaya, Quindío).

Como se observa en la Figura 11, para la cosecha del 2002, no hubo efecto de los tratamientos con potasio sobre la producción de café en ninguno de los dos sitios.

En la prueba de taza no se detectó efecto de los tratamientos sobre la intensidad de aroma, acidez,

Tabla 17. Descripción de los tratamientos. Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre. SUE 0321.

Tto	Fertilización básica	MgO	S	Kieserita	Oxido Mg	S. Amonio	17 -6-18 -2
		(kg/ha/año)					
1	N-P-K	0	0	0	0	0	0
2	N-P-K	0	24	0	0	100	0
3	N-P-K	0	48	0	0	200	0
4	N-P-K	0	72	0	0	300	0
5	N-P-K	30	24	120	0	0	0
6	N-P-K	60	48	240	0	0	0
7	N-P-K	90	72	360	0	0	0
8	N-P-K	30	0	0	37	0	0
9	N-P-K	60	0	0	75	0	0
10	N-P-K	90	0	0	150	0	0
11	N-P-K-Mg	0	0	0	0	0	1400

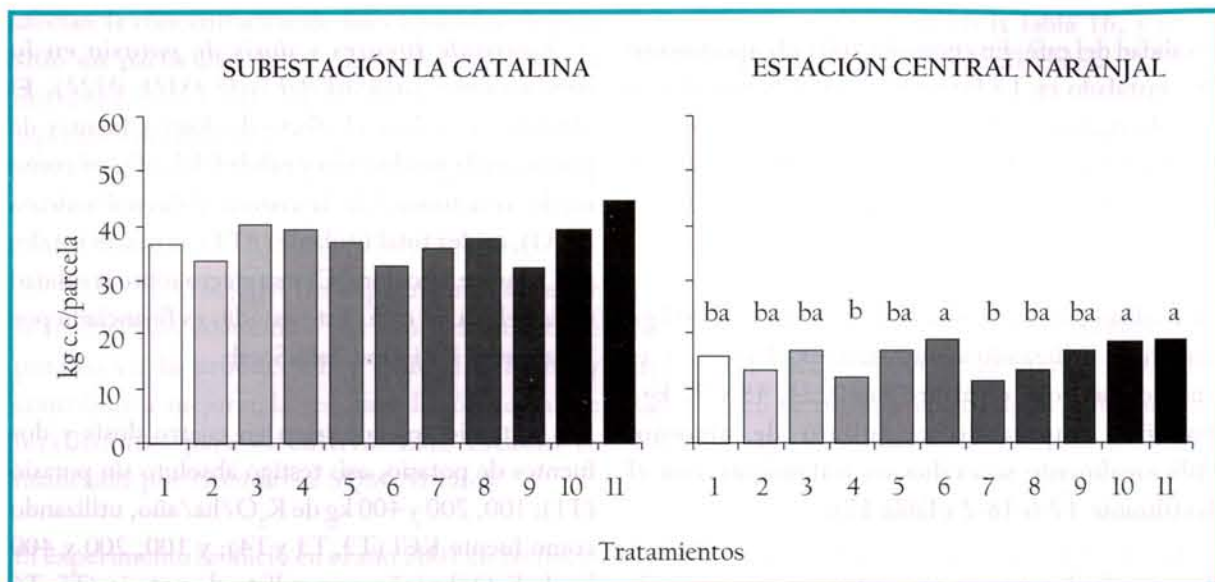


Figura 10. Efecto de fuentes solubles de magnesio y azufre en la producción de café cereza en kg/ha/año, en parcelas de 32 plantas. Experimento SUE 0321.

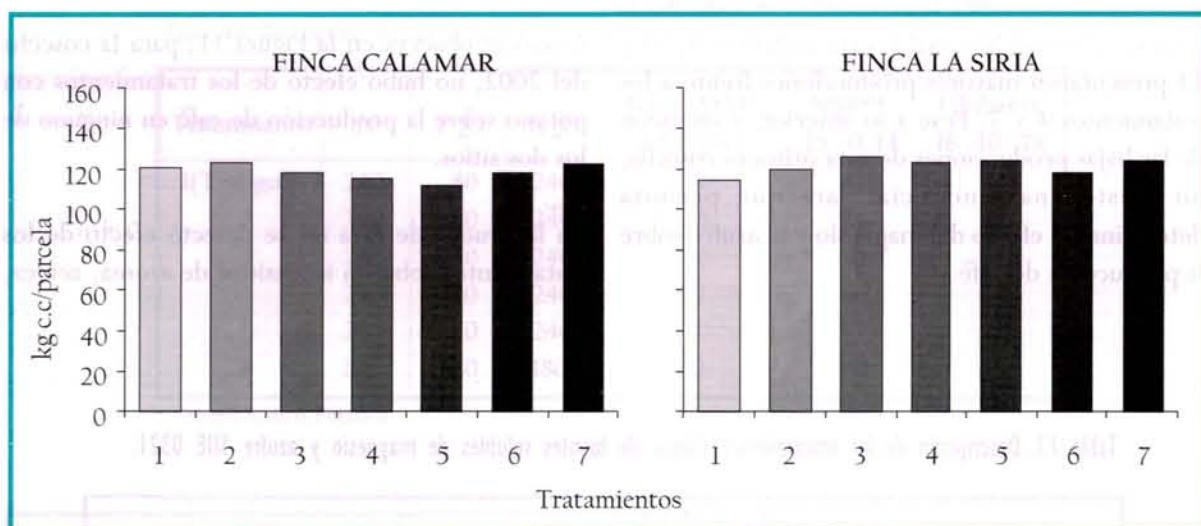


Figura 11. Producción de café cereza en kg/ha/año en parcelas de 32 plantas.

amargo, cuerpo é impresión global de la bebida. Los tratamientos tampoco afectaron las variables: IC, ATT, AT, AR, sacarosa, rendimiento en trilla.

En la finca La Siria, la aplicación de 100kg/ha/año de K_2O , aplicado en forma de KCl presentó los contenidos más bajos de la Proteína Total Soluble-PTS y los valores más altos de la actividad de la enzima PFO. El tratamiento con 200kg de K_2O /

ha/año de esta misma fuente, exhibió los niveles más elevados de PTS y la menor actividad de PFO.

Caracterización de la fertilidad de suelos y ciclo de nutrientes en monocultivos de café y en asociación con guamo - SUE 0323. Con el presente estudio se busca evaluar el efecto que tienen los sistemas de cultivo de café con sombrío de guamo y a libre exposición solar sobre las

propiedades de los suelos y el ciclo de nutrientes. Se han evaluado hasta el momento 33 características de suelos (15 físicas y 18 químicas) en las unidades Chinchiná, Timbío, Montenegro, San Simón y Fondesa, ubicadas en los departamentos de Caldas, Cauca, Quindío, Tolima y Valle del Cauca, respectivamente; restando por estudiar otras 5 unidades. El ciclo de nutrientes se viene evaluando desde diciembre de 2002 en la Estación Central Naranjal y la finca Albán en el municipio de El Cairo (Valle).

Las unidades de suelo presentaron características contrastantes, principalmente en su textura, densidad aparente y real, contenidos de materia orgánica y de humedad. Al profundizar en el perfil disminuyeron los valores de la estabilidad de agregados, porosidad, materia orgánica, N, NO_3 , Ca, Mg, Zn y B; mientras que se incrementaron la resistencia a la penetración, la densidad aparente y real, el porcentaje de limos y el pH.

Los resultados parciales obtenidos hasta el momento solo revelan una mayor compactación y menor microporosidad en los cafetales a pleno sol. Aunque para las demás características no se presentan diferencias significativas entre los dos agroecosistemas, los cafetales con sombrío de guamo exhiben mejores indicadores en cuanto a

porosidad, humedad, densidad y contenidos de nitrato y amonio se refiere.

Las mayores diferencias en los contenidos de nitrógeno se presentan en los primeros 10cm de profundidad a favor del cultivo bajo sombrío; así mismo, son más altos los niveles de materia orgánica y de humedad, y menor la densidad aparente.

En cuanto al ciclo de nutrientes se refiere el aporte de hojarasca en ambas localidades, presenta un comportamiento similar. La cantidad de material orgánico que ingresa bajo sombra siempre es mayor frente el sistema a libre exposición; aunque en el primero existen marcadas fluctuaciones (Figura 12).

El comportamiento de la descomposición de la materia orgánica en ambas localidades también ha sido similar, pero con una tasa mayor en Naranjal. En los primeros 45 días se presenta la mayor pérdida de peso en ambos sistemas, siendo más rápida la descomposición para hojarasca de café.

Durante todo el período de evaluación, los contenidos de los elementos en la hojarasca han sido mayores en Albán que en Naranjal. El sistema de café a libre exposición solar ha presentado los mayores contenidos de N, P, K y de elementos

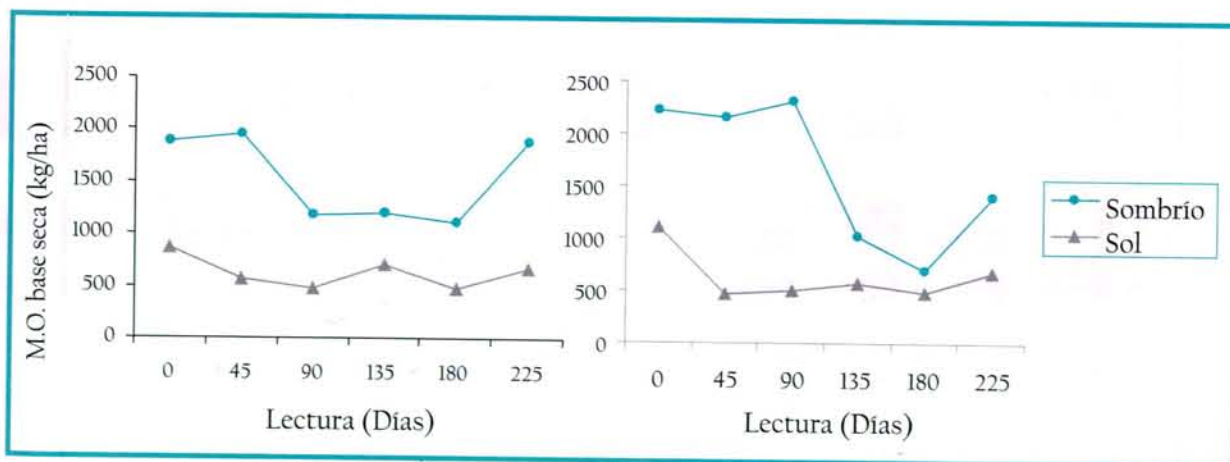


Figura 12. Aporte de hojarasca (base seca) por localidad y agroecosistema.

menores en la hojarasca; mientras que los niveles de Ca y Mg han sido mayores en la hojarasca de la asociación café con guamo.

La actividad microbiana del suelo ha presentado una tendencia similar en ambas localidades, aun cuando es levemente mayor en Naranjal (Figura 13). La cantidad de CO₂ liberada en el suelo bajo sombrío ha sido mayor en Albán. En Naranjal, la primera y última lectura han mostrado valores superiores en café a plena exposición y cantidades muy similares en las lecturas intermedias.

Se continúa trabajando en la caracterización de la fertilidad de las demás unidades de suelo planteadas, así como en el seguimiento del ciclo de nutrientes, el cual está proyectado hasta diciembre del presente año.

Efecto del fertilizante CEN sobre la producción de café (SUE 0324). En este experimento, el cual es financiado en su totalidad por la empresa SAHCO-COMERCIALIZADORA, se viene evaluando desde el mes de junio del año 2002, la respuesta del cultivo del café a la aplicación del fertilizante Biomolecular CEN en las fincas El Amparo (Fredonia, Antioquia), El Socorro (Chinchiná, Caldas) y San Alberto (Buenavista, Quindío. Los tratamientos son:

- T1: Testigo absoluto (sin fertilización edáfica ni foliar).
- T2: Fertilización edáfica con base en análisis de suelo (2 aplicaciones/año).
- T3: Aplicación foliar del fertilizante Biomolecular CEN en dosis de 280cc/ha-año, distribuidos en 4 oportunidades.
- T4:
 - Aplicación edáfica del fertilizante Biomolecular CEN en dosis de 140cc/ha-año, distribuidos en 2 oportunidades, y
 - Aplicación foliar del fertilizante Biomolecular CEN en dosis de 140cc/ha-año, distribuidos en 2 oportunidades.
- T5:
 - Aplicación foliar del fertilizante Biomolecular CEN en dosis de 140cc/ha-año, distribuidos en 2 oportunidades, y
 - Fertilización edáfica convencional con base en el análisis de suelo (2 aplicaciones al año).

En la Figura 14 se presentan las producciones registradas por parcela experimental para cada uno de los tratamientos en los años 2002 y 2003 (hasta el mes de mayo), respectivamente.

Hasta el momento no se ha encontrado respuesta a ninguno de los tratamientos en los sitios evaluados.

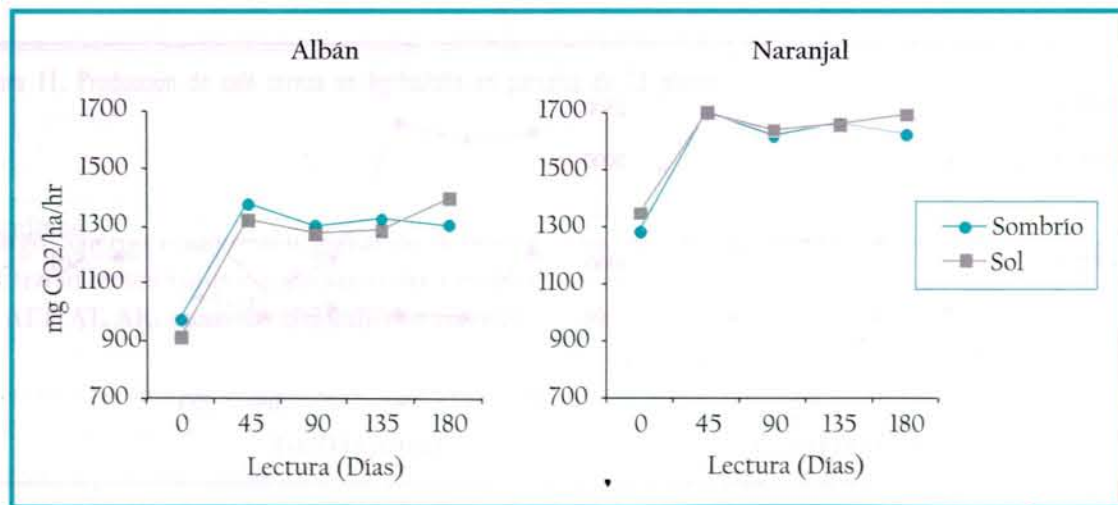


Figura 13. Actividad microbiana del suelo.

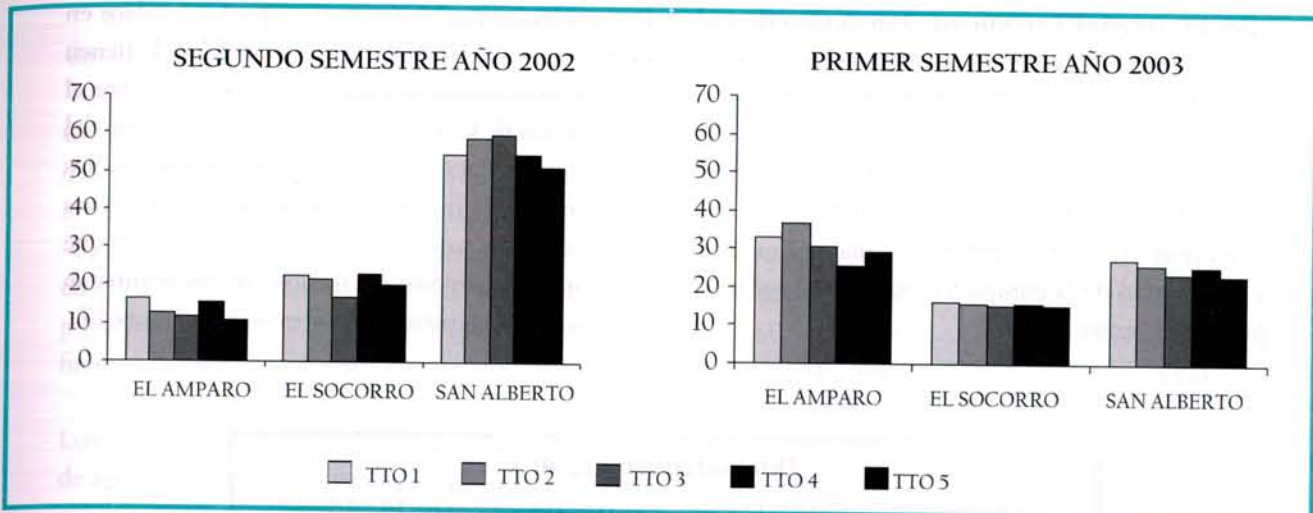


Figura 14. Producción promedio acumulada en cada tratamiento y por sitio para el período agosto 2002- julio de 2003. Experimento SUE 0324.

Estudio de la densidad aparente en suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con el crecimiento del café (SUE 0325). La fertilidad y productividad del suelo está en función de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Una de estas propiedades es la densidad aparente (DA), la cual se define como la relación entre la masa del suelo y el volumen aparente que ocupa. Su interacción con otras características determina del crecimiento de las raíces y por ende, el desarrollo de las plantas.

Este estudio busca conocer la interrelación de la densidad aparente con otras propiedades del suelo

y determinar su efecto sobre el crecimiento del café en la etapa vegetativa temprana. Para lo anterior se han evaluado las características edáficas de cuatro agroecosistemas comunes de la zona cafetera (café tecnificado, café tradicional, potrero y bosque o guadual), en 4 unidades de suelos de 10 proyectadas.

Los resultados preliminares muestran que la DA varía entre unidad de suelo, dependiendo del material parental (Figura 15). Para aquellos derivados de cenizas volcánicas (unidades Chinchiná, Fresno y Timbío), la DA es menor que en los formados a partir de materiales como el granito

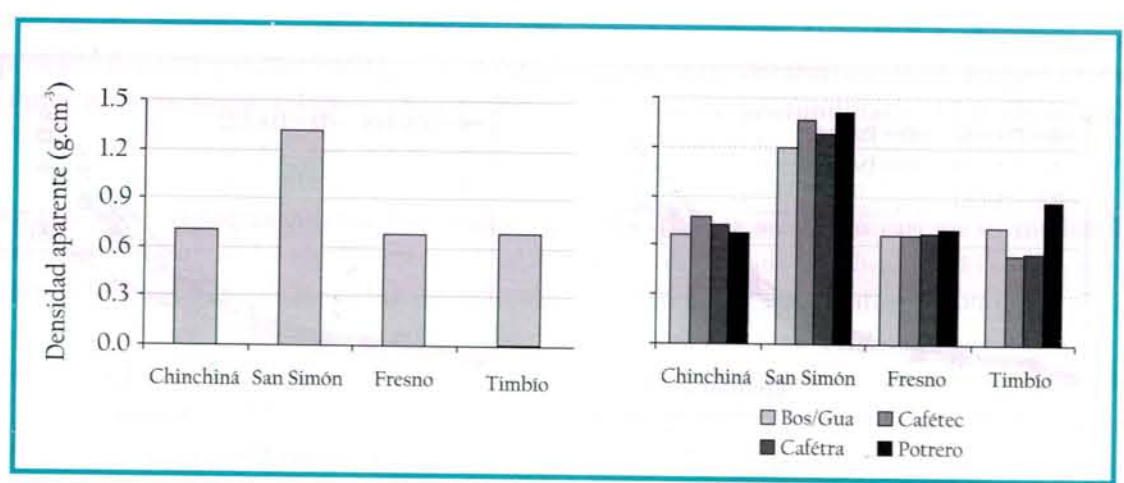


Figura 15. Comportamiento promedio de la DA para cuatro unidades de suelo y cuatro sistemas de uso y manejo de la zona cafetera colombiana.

biotítico (unidad San Simón). Aun dentro de cada unidad de suelo, la DA varía entre sistemas de uso y manejo.

La DA aumenta a través de perfil (Figura 16), principalmente como consecuencia del efecto de la reducción de los contenidos de la materia orgánica y el aumento de la compactación, lo cual reduce la porosidad, entre otros.

Los resultados también muestran que los cambios en la DA producidos por la compactación del suelo tienen efectos adversos en mayor o menor grado sobre el crecimiento de las plántulas de café, dependiendo del tipo de suelo. Para las plantas sembradas sobre suelos de la unidad Chinchiná no se observan diferencias en sus tasas de crecimiento en altura, mientras que en la unidad San Simón, dichos efectos aumentan mucho más al elevarse los valores de DA (Figura 17).

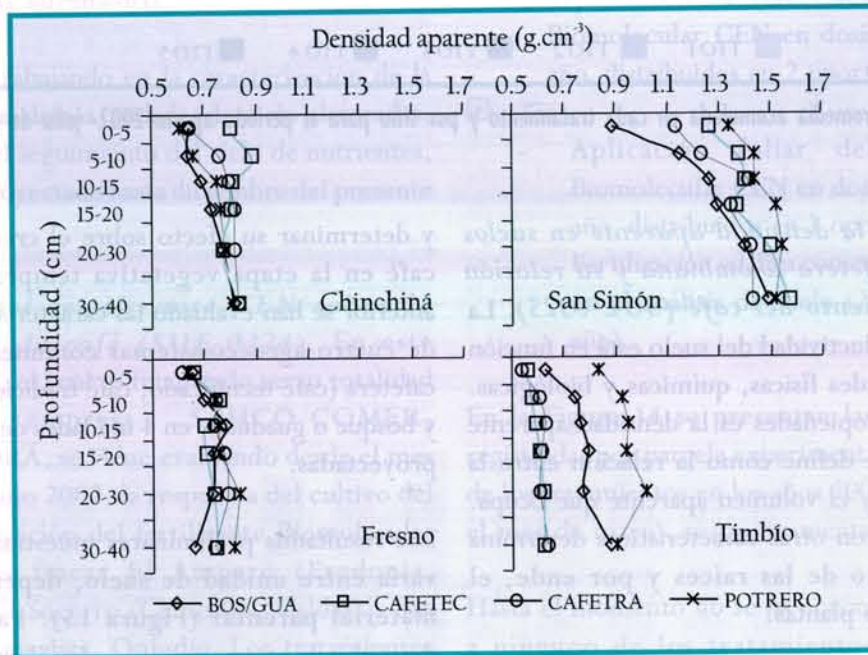


Figura 16. Perfil comparativo de la DA en cuatro sistemas de uso y manejo de la zona cafetera colombiana y cuatro unidades de suelo.

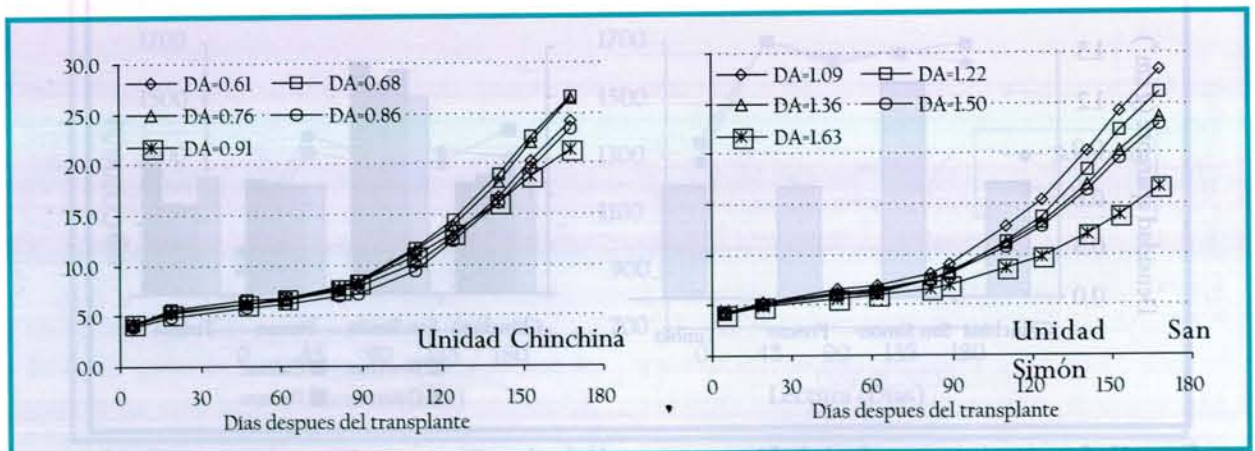


Figura 17. Tasa de crecimiento en altura para plántulas de café sembradas en dos suelos con diferentes tratamientos de Densidad aparente.

Fertilización de café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento reproductivo en varios suelos de la zona cafetera (SUE 0507).

Con la realización de este experimento se pretende determinar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio sobre la producción de café y su relación con la disponibilidad de éstos elementos en el suelo. Se evalúan tres dosis de nitrógeno y de potasio (0, 150 y 300 kg/ha/año), empleando como fuentes la urea y el cloruro de potasio.

Los campos experimentales se instalaron a partir de agosto de 1998 en 17 subestaciones. Actualmente se encuentra vigente en la Estación Central Naranjal y las subestaciones de Líbano, El Rosario, Paraguaicito, Santander, Pueblo Bello, El Tambo y La Catalina. En diciembre el 2002 fue suspendido en las subestaciones de Santa Bárbara y Maracay.

En la cosecha de 2002 se encontró respuesta significativa a la fertilización con nitrógeno en las subestaciones La Catalina, Líbano, Maracay, Naranjal, Paraguaicito y El Rosario; siendo la tendencia observada lineal. En Sasaima la respuesta obtenida al nitrógeno se ajustó a un modelo cuadrático. Para las subestaciones de Pueblo Bello y Santander, no se presentó efecto de este elemento sobre la producción. Con respecto al potasio se registró una respuesta altamente significativa con ajuste lineal en Naranjal, y significativa en Líbano, pero de tipo cuadrático. En las restantes subestaciones no hubo efecto del potasio. Las anteriores tendencias se relacionan con los bajos niveles de este elemento en los suelos de estas granjas experimentales (0,1 y 0,26 molc.kg⁻¹ en Naranjal y Líbano, respectivamente) (Figuras 18, 19 y 20).

De acuerdo con estos resultados, el nitrógeno se constituye como el nutrimento más importante en la nutrición del café en las condiciones evaluadas. Independiente de los contenidos de materia orgánica, se obtuvo respuesta de tendencia lineal en la mayoría de los sitios estudiados. Solo en la subestación de Sasaima la tendencia de la respuesta se ajustó a un modelo cuadrático.

Disponibilidad del azufre en algunos suelos de la zona cafetera colombiana y su relación con la fertilización (SUE 0517).

Desde el año 2002 se viene evaluando la respuesta del cultivo de café a la fertilización con azufre (S) en las fincas San Alberto (Municipio de Buenavista-Quindío), El Amparo (Fredonia-Antioquia) y La Cristalina (Chinchiná-Caldas). Los tratamientos incluyen dos dosis (50 y 100 kg/ha/año) y tres fuentes de S (S elemental-SE, Sulfato de calcio-Yeso y sulfato de amonio-SAM), además de un testigo sin fertilización azufrada.

No se encontró respuesta a la fertilización con azufre en ninguna de las tres localidades para la primera cosecha principal, obtenida entre los meses de octubre y diciembre de 2002, es decir, 6 meses después de haber aplicado los tratamientos (Figura 21). Las diferencias en la producción, observadas entre las tres fincas, se deben a factores como las diferencias en: el área de las parcelas experimentales, densidades de siembra y edades de las plantaciones, además del efecto de las condiciones climáticas y edáficas propias de cada sitio, etc.

Las aplicaciones de la máxima dosis de S elemental provocaron disminuciones significativas en el pH del suelo en más de 0,48 unidades en las tres localidades evaluadas.

La solubilidad de los fertilizantes azufrados constituyó un factor determinante en el movimiento del azufre a través del perfil del suelo (20 cm de profundidad). El S elemental, se concentró en los primeros 10 centímetros en las fincas El Amparo y San Alberto, mientras que en La Cristalina se lixivió casi en su totalidad seis meses después de su aplicación. El sulfato de calcio se distribuyó más uniformemente en el perfil durante los tres primeros meses, luego se movilizó a las capas sub-superficiales en los tres sitios. El sulfato de amonio mostró ser una fuente de mayor solubilidad.

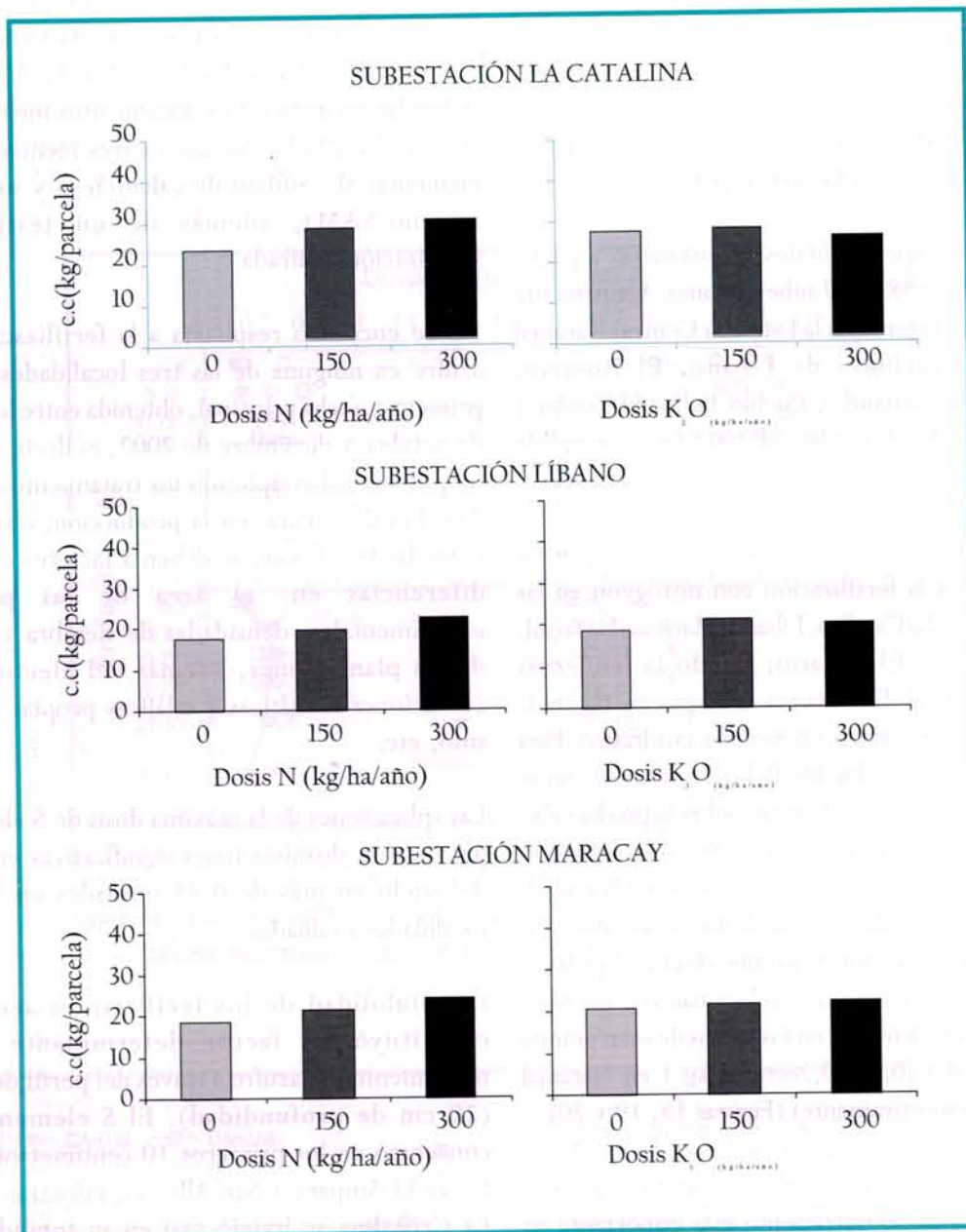


Figura 18. Efecto sobre la producción de café cereza, de la fertilización de café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento reproductivo, en varios suelos de la zona cafetera en kg/ha/año, en parcelas de 10 plantas

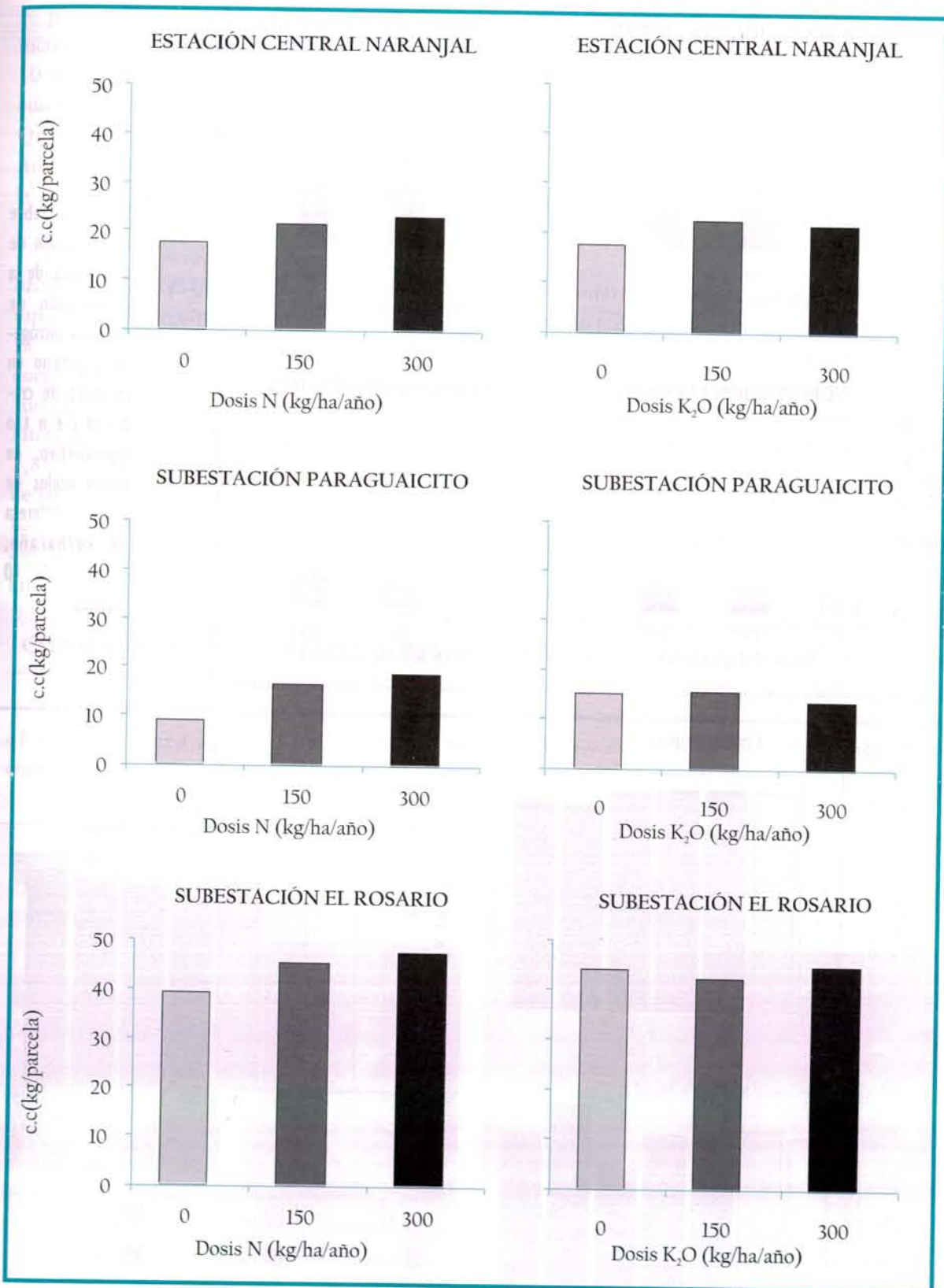


Figura 19. Efecto sobre la producción de café cereza, de la fertilización de café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento reproductivo, en varios suelos de la zona cafetera en kg/ha/año, en parcelas de 10 plantas

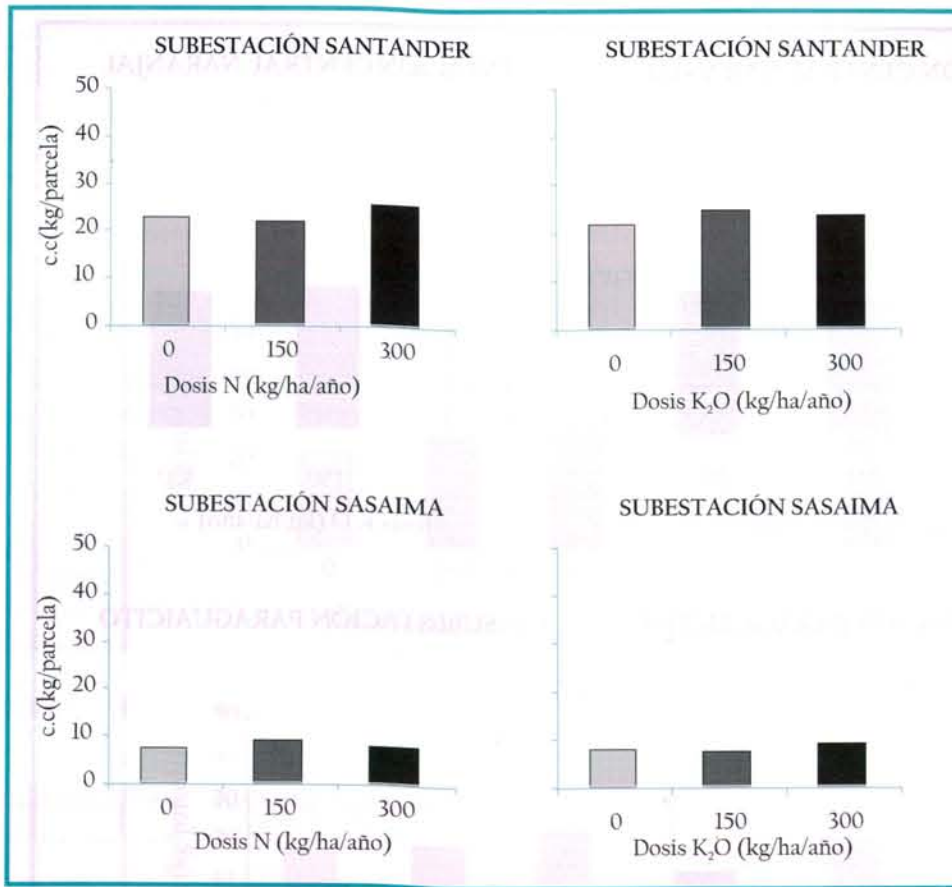


Figura 20. Efecto sobre la producción de café cereza, de la fertilización de café con nitrógeno y potasio en la etapa de crecimiento reproductivo, en varios suelos de la zona cafetera en kg/ha/año, parcelas de 10 plantas.

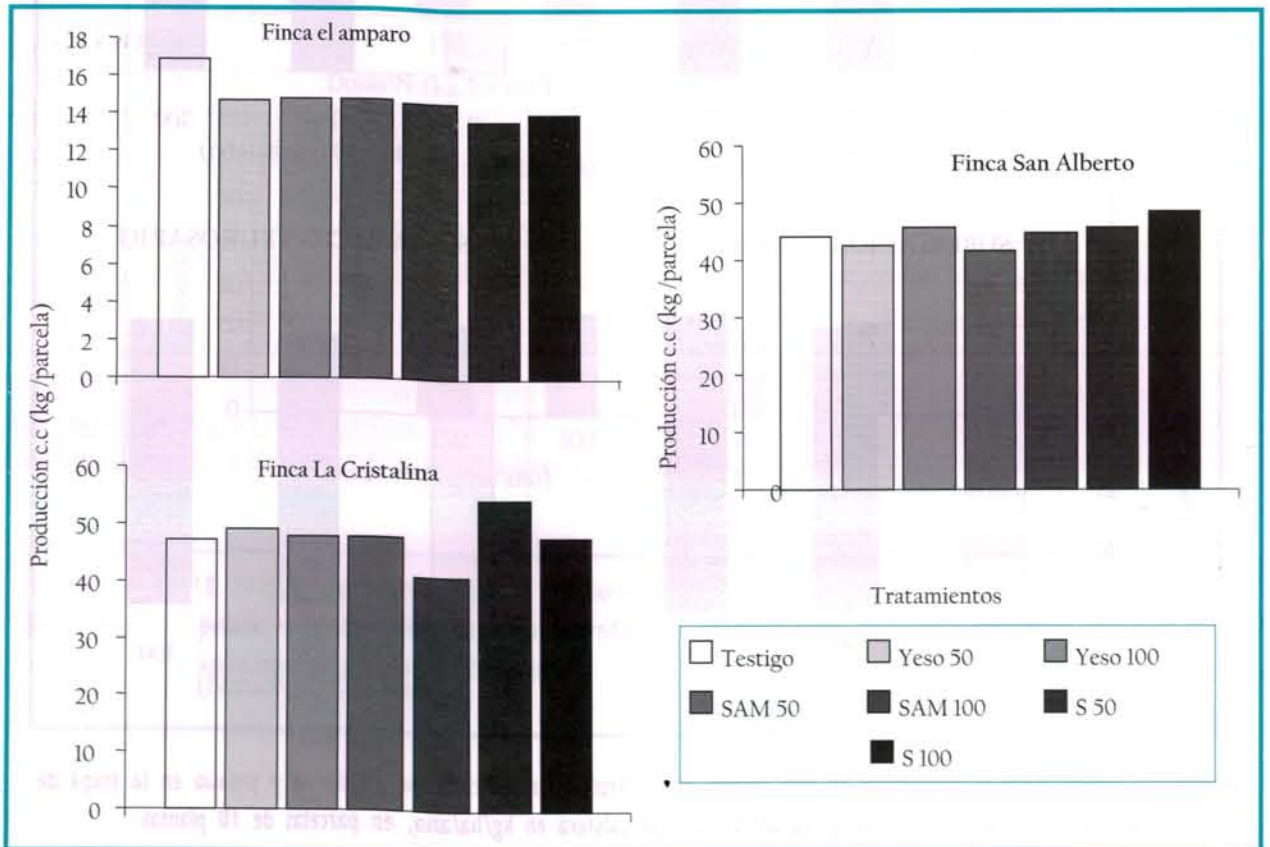


Figura 21. Respuesta del café a la fertilización con azufre.

A pesar de que las tres fuentes evaluadas incrementaron el S disponible del suelo en más de 10 ppm, independientemente de las dosis, las adiciones de 100kg/ha de sulfato de calcio en Quindío y de S elemental bajo condiciones de Antioquia y Caldas, aumentaron significativamente la concentración foliar de azufre.

Servicio de análisis de material vegetal y bromatológicos (SUE 0611). Se analizaron 2.237 muestras, para un total de 25.439 determinaciones. El 79,3% de las muestras analizadas correspondieron a proyectos de la Disciplina de Suelos, seguida de Química Industrial, Fitopatología, Fitotecnia y ETIA, con un porcentajes de 4,92, 4,43, 2,81 y 1,43 respectivamente. El 7,11% del total de las muestras fueron analizadas para particulares, las cuales correspondieron a cultivos de cítricos, espárrago, macadamia, plátano, pasto estrella, pasto kikuyo, feijoa y papa criolla.

CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUAS

Prevención y control de la erosión del suelo al nivel de finca cafetera (SUE 0906). Se continuó la investigación sobre bioingeniería del

suelo en Cenicafé, fincas de agricultores y sitios de interés público y privado de la región. Como consecuencia de los desastres ocurridos en Manizales, debido a las intensas lluvias del mes de Marzo de 2003, se comenzó la validación de esta tecnología en estas zonas, donde la vegetación y tasa de crecimiento de la misma es diferente a las de condiciones de la zona cafetera.

En Villamaría - Caldas, vereda la Florida, se realizaron trabajos que permitieron la estabilización y control de varios movimientos masales que abarcaban un área de 1 ha aproximadamente, utilizando vegetación de la zona como el caso de *Salix humboltiana* (saucé), *Baccharis bogotensis* (chilca), *Verbesina arborea* (camargo), *Phyllostachys aurea* (guaduilla), *Trichanthera gigantea* (quiebrabarrigo), *Guadua angustifolia* (guadua), *Arachis pintoi* (mani forrajero), *Paspalum conjugatum* (grama común), *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo), entre otros (Figuras 22 y 23). Fueron empleados cerca de 200 jornales para lograr su estabilización. En esta zona se encontró poca respuesta de prendimiento de la guadua, la cual presentó alto nivel de brotación pero muy baja o casi nula retención de dichos brotes. Sin embargo, la guadua fue un elemento muy



Figura 22. Secuencia de estabilización y recuperación área degradada por movimiento masal, mediante tratamientos de bioingeniería (filtros y terrazas vivas), Vereda La Florida, Villamaría Caldas. Mayo de 2003 a Octubre de 2003.



Figura 23. Secuencia de recuperación de un drenaje natural mediante obras de bioingeniería (trinchos vivos), Vereda La Florida, Villamaría Caldas. Mayo a octubre de 2003

importante para la estabilización temporal del terreno, dando tiempo al crecimiento de la vegetación complementaria.

En Cenicafé se continuó con las labores de prevención y control de erosión y movimientos masales mediante tratamientos de bioingeniería (Figura 24), encontrando recuperación rápida de estos problemas de degradación (entre 3 a 6 meses).

En cuanto a la estabilización de taludes, en Cenicafé se han venido observando los tratamientos llamados disipadores de energía. Estos son obras versátiles, es decir, que sirven de complemento en la solución

de la mayoría de problemas de erosión avanzada y movimientos masales; son estructuras vegetales vivas simples, que permiten disminuir la energía de las aguas de escorrentía y a la favorecer el anclaje del terreno, brindando su estabilidad. Funcionan como un conjunto de estacas vivas sembradas en forma horizontal en contra de la pendiente y sostenidas por estacas vivas sembradas en forma vertical.

A pesar de las intensas lluvias y suelos demasiado susceptibles a la erosión, la incidencia de movimientos masales durante este período en Cenicafé fue muy baja, lo anterior debido a la



Figura 24. Secuencia de recuperación de Movimiento masal Cenicafé - Chinchiná, vía Cenicafé - Vereda Hoyo Frío. Abril de 2003 - Octubre de 2003.

continuidad que se le ha dado al programa de prevención y control de erosión por más de 10 años, lo que ha permitido que actualmente Cenicafe sea una vitrina y laboratorio natural en conservación de suelos y aguas.

Caracterización de la lluvia y los suelos de la zona cafetera colombiana como factores de erosión - SUE (0908). Esta investigación tiene como objetivo determinar la susceptibilidad de los suelos a la erosión mediante la aplicación de lluvia simulada y su relación con las propiedades físicas y químicas del suelo. Durante este período se evaluaron cuatro unidades de suelo (Tabla 18).

Para las determinaciones se utilizó una bandeja de 1,22 x 1,22 m con área de amortiguación ubicada alrededor de la bandeja, se usó un simulador de lluvias de boquillas aplicando una lluvia con una intensidad de 84 mm.h⁻¹ durante 1 hora; la bandeja con las muestras se colocaron sobre un soporte con una pendiente del 60%. Se trabajó con muestras de suelo pasadas a través del tamiz No. 7/16" (apertura de malla de 11,2 mm) y dos condiciones de humedad, suelo seco al aire y suelo húmedo (capacidad de campo). Se evaluaron las pérdidas de suelo por escorrentía, dispersión de agregados, flujo de agua por escorrentía y percolación cada 5 minutos durante 1 hora. Con las pérdidas totales de suelo obtenidas se calculó la erodabilidad entre surcos Ki - WEPP.

Los suelos de la unidad San Simón, derivados de granito hornbléndico biotítico, presentaron los valores mayores de erodabilidad (0,59 y 1,32 kg.s.m⁻⁴ para las condiciones seco y húmedo, respectivamente), mientras que el suelo de la unidad Timbío, derivado de cenizas volcánicas, los valores más bajos (0,07 kg.s.m⁻⁴ en suelo seco y 0,08 kg.s.m⁻⁴ húmedo). Como se observa en la Tabla 19, la anterior condición está muy relacionada con el contenido de materia orgánica; en suelos de la unidad Timbío el contenido de esta fracción alcanza valores del 20%, mientras que en suelos de la unidad San Simón los contenidos varían entre 0 y 4%.

Igualmente, en la unidad San Simón se presentaron los valores mayores en la proporción del salpique que es arrastrado por el flujo de escorrentía, con valores superiores a la unidad, fenómeno que indica la alta capacidad de arrastre y arranque de agregados (erosión en surcos) por el flujo superficial en estos suelos, favorecidos por las pendientes fuertes (>75 %).

Umbrales económicos para el manejo integrado de arvenses en el cultivo de café - (SUE 1017). Con este experimento se busca aplicar el concepto de umbral económico como herramienta para adoptar el Manejo Integrado de Arvenses con criterios cuantitativos, con miras a conservar los suelos y a la vez disminuir los costos en las desyerbas.

Tabla 18. Descripción de los suelos estudiados.

Unidad de suelo	Clasificación taxonómica	Material parental	Sitio de muestreo	Susceptibilidad a la erosión
Venecia	Dystropepts	Areniscas y arcillolitas	Finca El Rosario (Venecia - Ant.)	Alta
San Simón	Eutropept	Granito hornbléndico biotítico	Ibagué - Tolima	Alta
Sur Oeste	Dystropept	Cenizas volcánicas	Fredonia Ant.	Media
Timbío	Dystrandept	Cenizas volcánicas	Finca El Tambo (Tambo - Cauca)	Baja

Tabla 19. Pérdidas de suelo y flujo de agua en cuatro suelos de la zona cafetera, obtenidas después de una lluvia simulada de 84 mm.h⁻¹ durante 1 hora.

Unidad de Suelo	Estado de Humedad	Salpique	Suelo arrastrado por flujo superficial	Suelo retenido en el canal	Pérdidas totales de suelo	Escorrentía	Suelo arrastrado	Erodabilidad Ki x 10 ⁶
							Salpique	
						mm.h		
San Simón	Seco	0,42	0,63	0,04	1,09	44,08	1,50	0,59
	Húmedo	1,14	1,19	0,11	2,44	72,19	1,04	1,32
Sur Oeste	Seco	0,35	0,00	0,03	0,39	3,22	0,00	0,21
	Húmedo	1,06	0,20	0,15	1,40	28,30	0,19	0,76
Venecia	Seco	0,69	0,04	0,13	0,85	17,20	0,05	0,46
	Húmedo	1,17	0,26	0,17	1,59	42,68	0,22	0,86
Timbio	Seco	0,06	0,01	0,06	0,13	8,04	0,16	0,07
	Húmedo	0,05	0,01	0,08	0,15	25,02	0,13	0,08

El experimento se está realizando en la Estación Central Naranjal en plantaciones de café variedad Colombia sembrados a 2x1m, dos plantas por sitio en febrero de 2000. Los tratamientos estudiados fueron, cuatro especies de arvenses asociadas al cultivo del café individualmente (*Paspalum paniculatum* L, *Bidens pilosa* L, *Emilia sonchifolia* (L) DC. y *Commelina diffusa*), 4 niveles de cobertura de cada especie (25, 50, 75 y 100%), que han permanecido constantes durante todo el tiempo de crecimiento del cultivo (31 meses), un tratamiento testigo libre de arvenses todo el tiempo con aplicaciones generalizadas y reiteradas de herbicida cada mes (nivel de cobertura cero) y un testigo relativo consistente en el Manejo Integrado de Arvenses (MIA) recomendado por Cenicafé.

El diseño del experimento correspondió a un arreglo en bloques al azar con cuatro repeticiones, donde se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la producción total (kg de café cereza/parcela efectiva) obtenida durante el primer año de cosecha comprendido desde septiembre de 2002 a septiembre de 2003. Por medio de análisis de varianza y prueba Tukey al 5%, se analizó el efecto

del nivel de cobertura de las arvenses y el MIA sobre el rendimiento del cultivo. Se determinó cuantitativamente un índice de interferencia relativo para cada especie arvense mediante comparación de los factores de pendiente (b) de las líneas de regresión lineal, evaluando previamente la componente lineal y cuadrática.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento libre de arvenses todo el tiempo (26,37 kg/parcela efectiva promedio) y Manejo Integrado de Arvenses (25,35 kg/parcela efectiva promedio).

Como se observa en la Tabla 20, a partir del 50% de nivel de cobertura de *P. paniculatum* y 75% de *E. sonchifolia* se disminuyó el rendimiento del cultivo significativamente con relación al tratamiento testigo libre de arvenses todo el tiempo. El comportamiento para *B. pilosa* no fue consistente, pues un 50% de cobertura afectó el rendimiento significativamente, lo cual no ocurrió con los demás niveles de cobertura; comportamiento que puede deberse a la mayor variabilidad registrada para este tratamiento (CV= 53%).

Tabla 20. Efecto de diferentes niveles de cobertura de arvenses y el MIA sobre la producción promedio de café cereza en parcela de 20 plantas efectivas. Primer año de producción (sep. de 2002 a sep. de 2003).

Nivel de cobertura de arvenses (%)	P. paniculatum		C. diffusa		B. pilosa		E. sonchifolia		Promedio O MIA				
	Producción de café cereza (kg/parcela efectiva)												
	kg	CV	kg	CV	Kg	CV	kg	CV		kg			
0	36,3	ab*	21	26,4	a	37	17,1	a	24	25,7	a	22	26,3a
25	25,3	bc	21	20,4	a	22	12,0	ab	52	19,4	abc	9	
50	23,2	c	27	19,4	a	12	8,4	b	53	17,3	abc	26	
75	24,5	bc	34	19,6	a	13	13,6	ab	18	16,0	bc	18	
100	22,7	c	5	18,8	a	14	10,3	ab	27	13,2	c	28	
MIA	39,3	a	12	21,9	a	22	17,1	a	22	22,9	ab	14	

CV= coeficiente de variación

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

En el ámbito general, e independiente de la especie de arvense, a medida que aumenta el nivel de cobertura en las calles del cultivo, se presenta una tendencia a disminuir la producción (kg café cereza/ parcela). Sin embargo, las arvenses evaluadas difirieron en su capacidad de interferencia (Figura 25). *E. sonchifolia* y *P. paniculatum* presentaron un índice de interferencia igual ($IIR = 11$) y mayor

que *C. diffusa* ($IIR= 6$) y *B. pilosa* ($IIR= 5$) es decir que *E. sonchifolia* y *P. paniculatum* presentan la misma capacidad de interferencia alta, comparado con las otras dos arvenses evaluadas cuyos coeficientes de interferencia son relativamente muy bajos.

Las arvenses de menor interferencia fueron *C. diffusa* considerada como arvense noble y de

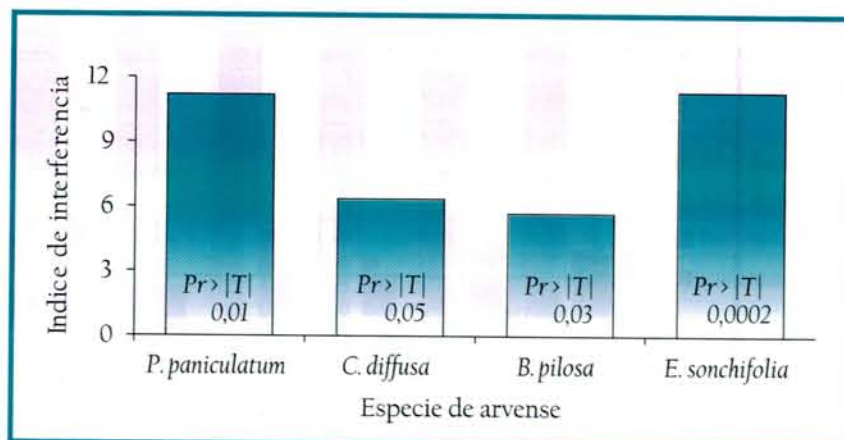


Figura 25. Índice de interferencia relativo de cuatro especies de arvenses en el cultivo del café. (Si $Pr > |T| \leq 0,01$ el índice es estadísticamente altamente significativo, si $0,01 < Pr > |T| \leq 0,05$ el índice es estadísticamente significativo).

protección del suelo contra la erosión y *B. pilosa*. Es posible que el grado de interferencia alto de *E. sonchifolia* sea debido a efectos alelopáticos y a su alta tasa de reproducción. La interferencia alta *P. paniculatum*, concuerda con reportes de México, Brasil y Kenia, donde esta arvense es considerada como muy agresiva y, especie problema en cafetales.

El MIA es considerado como la práctica más eficiente para la prevención de la erosión en cafetales; sin embargo, son muchas las creencias de agricultores y técnicos que las coberturas nobles disminuyen la producción de café. Este estudio, demuestra que la presencia de arvenses nobles en las calles del cultivo no afecta la producción del mismo, como si ocurre con el mantenimiento de poblaciones altas de arvenses agresivas.

Uso eficiente del glifosato para el manejo integrado de arvenses en el cultivo del café (SUE 1022). Este experimento busca optimizar la concentración del herbicida Glifosato aplicado con el Selector de Arvenses con el fin de contribuir al uso racional de herbicidas químicos en el cultivo de café y a la vez, reducir los costos de las desyerbas al caficultor. Se continuó la Fase II del experimento la cual se está realizando en Cenicafé.

Se evaluó el efecto de una lluvia simulada de 60 mm/h, aplicada en varios periodos de tiempo (0,5h, 1h, 2h, 4h y 6h) después de la aplicación de herbicida con el selector de arvenses. Cada tratamiento se realizó sobre una población mixta de arvenses en estado vegetativo, establecidas en bandejas de 0,1 m². Se comparó el porcentaje de control de arvenses con un tratamiento sin lluvia. El diseño estadístico fue completamente aleatorizado con ocho repeticiones. El método de evaluación se realizó mediante la utilización de un software para el análisis de imágenes digitalizadas.

Se encontró que una lluvia de 60 mm/h sólo afecta la eficacia de control de arvenses, si ésta ocurre a los 30 min después de la aplicación de herbicida (Figura 26). La lluvia simulada de 60mm/h ocurrida 30 min después de la aplicación, difiere estadísticamente del tratamiento testigo (sin lluvia), el mismo aguacero ocurrido después de 1h no afecta significativamente la eficacia del control.

Durante este período se continuó con el estudio económico a escala comercial (fincas cafeteras) del manejo integrado de arvenses y la comparación de éste con los sistemas de manejo del caficultor. Se está llevando a cabo en cinco fincas de caficultores ubicadas en los municipios Chinchiná, Palestina y

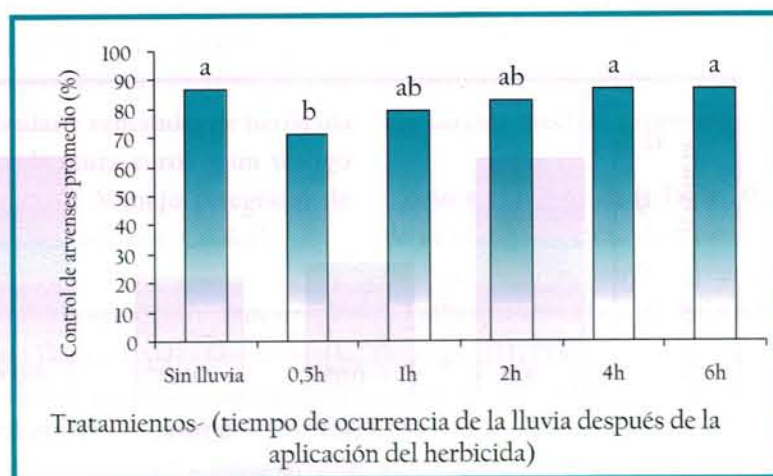


Figura 26. Efecto de una lluvia simulada de 60mm/h sobre el control de arvenses con selector. (Tratamientos acompañados con letras iguales no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%).

Santa Rosa de Cabal. Básicamente se compara el manejo integrado de arvenses recomendado por Cenicafé con cuatro sistemas de manejo diferentes que normalmente realizan los caficultores como son: (1) control químico con aspersora de espalda realizado cada 10 semanas aproximadamente, (2) control mecánico y plateo manual, (3) control químico con aspersora de espalda rotado con manejo mecánico, (4) control químico con selector rotado con manejo mecánico.

El estudio se inició desde el momento de la siembra o zoqueo del cafetal, se seleccionaron lotes comerciales con áreas entre 2.500 y 5.000 m², las labores tanto del manejo integrado de arvenses como del manejo tradicional del agricultor se realizan con personal que labora en la finca.

Para llevar a cabo el análisis de costos, se asumieron precios de mercado del año 2003. Se realizó un análisis separado por cada año y para cada finca, se tuvo en cuenta únicamente el costo de los jornales y los insumos (herbicidas y combustibles) ya que es un análisis parcial.

La Figura 27 muestra la estructura de costos para ambos tratamientos durante 1,5 años en cada finca.

El rubro con mayor participación es la mano de obra, la cual representó el 78% aproximadamente en ambos tratamientos, de allí la importancia de capacitar adecuadamente a los operarios para lograr una correcta y sostenida adopción del programa de manejo integrado de arvenses.

La Tabla 21, presenta los costos por hectárea del manejo integrado de arvenses y del manejo tradicional realizado en cada una de las durante 1,5 años.

En el primer año, el costo por hectárea del manejo integrado de arvenses fue 19,5%, menor que el manejo tradicional; para el segundo año, el costo se redujo en 46,71%. En el tratamiento MT, los costos del año 2003, son iguales estadísticamente a los costos del año 2002, para el tratamiento MIA se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los años 2002 y 2003, los costos del año 2003 representaron el 55,29% de los costos del año 2002.

La reducción en los costos del manejo de arvenses con la adopción del manejo integrado de arvenses, se debe a:

- ▣ Reducción en el recurso mano de obra en 16,78% y 47,75%, promedio para los años 2002

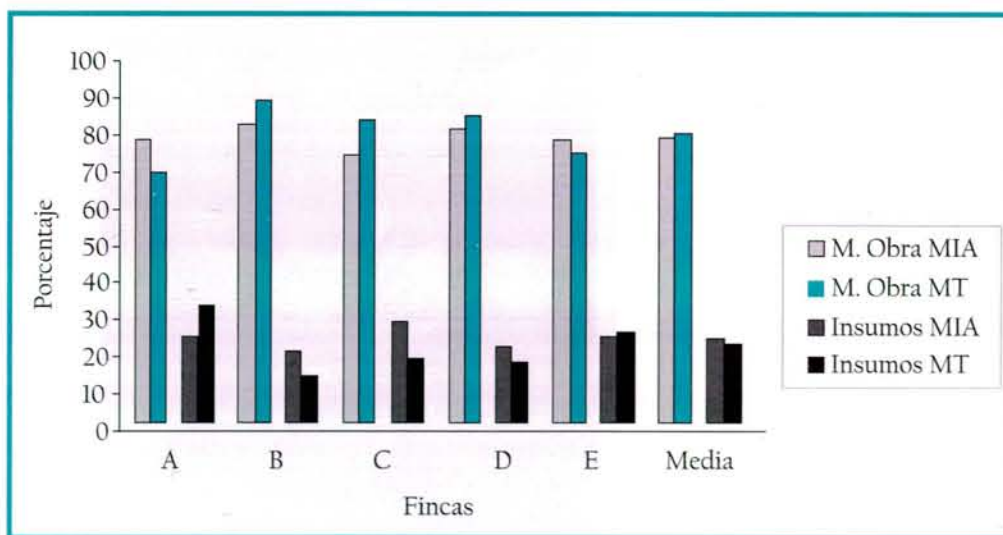


Figura 27. Estructura de costos para ambos tratamientos durante 1,5 años en cada finca.

Tabla 21. Costos por hectárea del manejo de arvenses en cada finca durante 1,5 años (Datos en pesos de 2003)

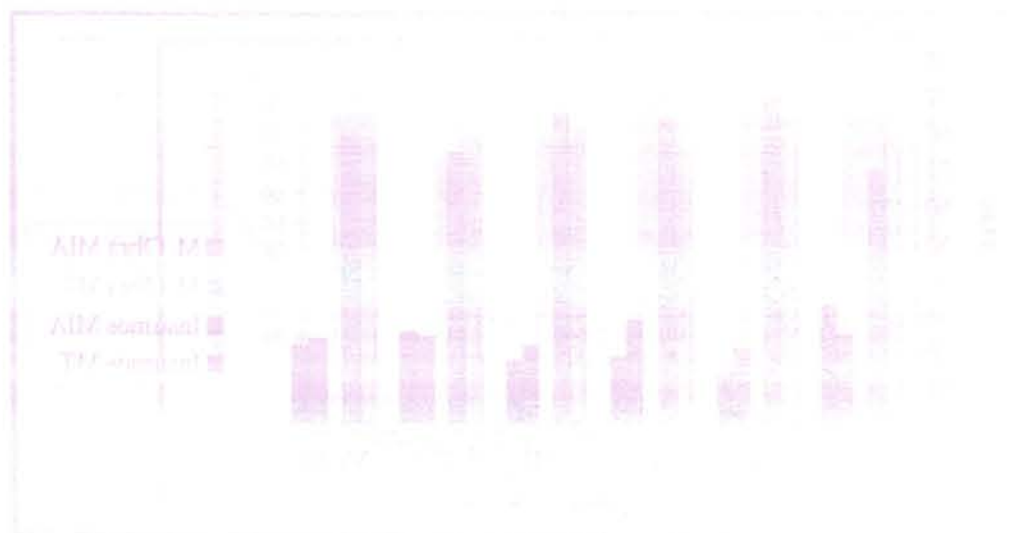
Finca	Año 2002		Año 2003	
	MIA	MT	MIA	MT
A	673.987	677.538	375.808	689.463
B	633.075	643.867	216.699	655.005
C	506.086	593.723	299.522	640.129
D	577.517	722.358	318.666	317.823
E	375.719	799.040	319.055	568.360
Media	553.276	687.305	305.950	574.156

MIA = manejo integrado de arvenses; MT = manejo convencional.

y 2003, respectivamente, para realizar las labores.

- ▣ Disminución en los insumos en 29,33% en el 2002 y 42,98% en el 2003.
- ▣ Cambio en la población de las arvenses de agresivas a nobles o de baja competencia.
- ▣ Disminución en el costo de acarreo de agua.

Los resultados preliminares durante 18 meses, desde la siembra o zoqueo, muestran que el manejo integrado de arvenses presenta una reducción importante de costos comparado con el manejo tradicional de arvenses. Esta reducción es mayor a través del tiempo, mientras que el manejo tradicional permanece ligeramente igual.



BIOLOGÍA



ENTOMOLOGÍA

Las mariposas diurnas como indicadores biológicos en el cultivo del café. Con este estudio se pretende caracterizar los sistemas de producción de café a libre exposición y con sombrío, con respecto a la abundancia y diversidad de mariposas diurnas. Se establecieron dos sitios de muestreo, Chinchiná (Caldas) y Venecia (Antioquia) y en éstos, tres unidades paisajísticas (bosque, café bajo sombrío y café a libre exposición). Se han llevado a cabo seis muestreos de los 12 planeados, en los que se han registrado 7.806 individuos distribuidos en 169 especies pertenecientes a cinco familias: Hesperiiidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae y Pieridae. El análisis de los resultados se realizó utilizando los índices de diversidad. Según el índice de Margaleff la unidad con mayor riqueza de especies es la de sombrío con un valor de 14,3; seguida por libre exposición con 12,8 y la menos diversa bosque con 9,7. El índice de Shannon muestra a la unidad paisajística sombrío con una mejor uniformidad en la distribución de las especies con un índice de 3,7, mientras que bosque y libre exposición presentaron un índice de 3,3. En el índice de Simpson's los valores más altos indican menor diversidad, este índice presentó el sombrío con mayor diversidad, con un valor de 0,043, seguido por bosque cuyo valor fue de 0,059 y por último libre exposición con 0,06. Los números de Hill's mostraron a la unidad sombrío con la mayor diversidad con 116 especies en total, de las cuales 41 fueron abundantes y 23 muy abundantes; contrario a la unidad bosque donde se registraron 76 especies, de las cuales 27 fueron abundantes y 17 muy abundantes. Las unidades paisajísticas bosque y libre exposición comparten 41 especies y tienen una similitud del 19,2%; las unidades bosque y sombrío presentan 47 especies en común y la similitud es del 34,1%; la unidad sombrío con la unidad libre exposición comparten 68 especies y la similitud es del 57,2%.

Colección e identificación de artrópodos en la zona cafetera. En el museo entomológico «Marcial Benavides» de Cenicafé, en el período

comprendido entre octubre del 2002 y septiembre del 2003 se realizó la colección e identificación de 1.200 individuos distribuidos en 14 órdenes, 70 familias y 459 especies de insectos asociados a algunos cultivos de la zona cafetera. Se hizo especial énfasis en aquellos que revisten importancia económica y, las especies de mayor importancia fueron: dos especies nuevas para la ciencia del género *Corthylyus* (Coleoptera: Scolytidae) asociadas a *Alnus acuminata*. Estas especies se vienen estudiando desde el año 2002 pero no se tenía el reporte de que eran nuevas para la ciencia. Dos especies nuevas para la ciencia asociadas a *Persea americana* (aguacate), *Bruggmanniella* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) y *Laurencella colombiana* (Homoptera: Margarodidae), esta última requiere vigilancia cuarentenaria en los países productores de aguacate, *Megalopyge orsilochus* Cramer (Lepidoptera: Megalopygidae) consumiendo hojas de aguacate y café, la especie *Cyrtomenus bergi* (Hemiptera: Cydnidae) asociada a cultivos de espárragos, un coleóptero de la familia Chrysomelidae atacando frutos en palma de corozo (*Aiphanes aculeata* Willd), y *Apicia* sp. (Lepidoptera: Geometridae), alimentándose de hojas de café.

Producción de dos especies de entomonematodos, parásitos de la broca del café, en larvas de *Galleria mellonella*. Esta investigación se desarrolló en dos etapas: la primera consistió en evaluar la producción masiva de larvas de *G. mellonella* y la segunda etapa en la producción masiva de los nematodos *Steinernema* sp. y *Heterorhabditis* sp. en larvas de *G. mellonella*.

En la primera etapa se evaluó el desarrollo de *G. mellonella* a tres temperaturas (20, 25 y 30°C) constantes. El ciclo de vida del insecto fue más corto a medida que se incrementó la temperatura. El ciclo de vida se completó en 178,8; 82,3 y 62,4 días a 20, 25 y 30°C, respectivamente. La duración del huevo fue de 17,4, 10 y 7,1 días; la larva de 88,1, 42 y 30,4 días; la pupa, de 17,2, 14,2 y 8,9 y el adulto, de 24, 9,6 y 8,8 días a las temperaturas de 20°C, 25°C y 30°C, respectivamente. En cuanto al número de instares el insecto pasa por siete a 20°C

y ocho a 25 y 30°C. El diámetro de las cápsulas de la cabeza varió entre 0,20-0,66 mm a 20°C, 0,19-1,45 mm a 25°C y 0,21-1,45 mm a 30°C. El promedio de huevos ovipositados por hembra fue de 631, 808 y 749 a 20, 25 y 30°C, respectivamente. Se encontró que a 20, 25 y 30°C el porcentaje de larvas emergidas fue de 72, 81,2 y 67,2, respectivamente.

Se evaluó la oviposición para cuatro densidades de parejas de polillas: 50, 100, 150 y 200 adultos en jaulas de 0,25 m² de área y se encontró que la oviposición aumenta cuando se incrementa la densidad hasta en 150 polillas. El mayor número de huevos acumulados fue de 60.612 huevos con una densidad de 150 parejas, mientras que con 50, 100 y 200 parejas, fueron 10.199, 18.894 y 55.750, respectivamente. La tasa diaria de oviposición más alta (4.423,84) se presenta con una densidad de 150 parejas de polillas, por lo tanto, ya que esta densidad también presenta el mayor número de huevos acumulados, es la más adecuada para producción de huevos.

También se determinó la densidad con la cual se obtiene el mayor número de larvas de último instar. Se evaluaron cuatro densidades de huevos (200, 300, 400 y 500) por recipiente de 14.328 cm³ con dieta artificial. La producción de larvas de último instar para cada densidad fue de 126,2, 230,4, 227,7 y 213 larvas para 200, 300, 400 y 500 huevos. Las densidades de 300, 400 y 500 son estadísticamente iguales en cuanto a producción de larvas de último instar. El porcentaje de mortalidad con 200 larvas fue del 36,9%, con 300 de 23,16%, con 400 de 43% y con 500 de 57,24%. La densidad más apropiada para producir larvas de último instar es 300, ya que presenta alta producción de larvas y la mortalidad es la más baja.

Dentro de la etapa de producción de EN, se evaluó la producción de Juveniles Infecciosos (JI) en trampa «White» modificada y la mortalidad en almacenamiento. Esto se hizo para dos especies de EN nativos (*Steinernema* sp. y *Heterorhabditis* sp.) La producción en trampa modificada presentó valores

máximos al tercer día para las dos especies, donde la producción fue de 5'774.484 ± 476.702 JI para *Steinernema* sp. y de 3'681.240 ± 139.226 JI para *Heterorhabditis* sp. La producción acumulada alcanzó valores de 6'870.918 JI para *Steinernema* sp. y para *Heterorhabditis* sp. de 6'299.990 JI. Adicionalmente, se evaluó el almacenamiento de JI durante tres meses y se encontró que *Heterorhabditis* sp. es más susceptible al almacenamiento ya que presenta una mortalidad a los tres meses del 98% comparada con 53% de *Steinernema* sp. La modificación realizada a la trampa White facilita la recolección, permitiendo la manipulación de un gran número de JI.

Comportamiento de entomonematodos en el control de poblaciones de broca en árboles de café.

El presente estudio se inició para evaluar el efecto de entomonematodos sobre poblaciones de broca presentes en ramas de árboles de café. Se llevaron a cabo dos actividades. La primera para seleccionar el entomonematodo que causa la mayor mortalidad en los estados de broca dentro de los frutos de café, lo cual se hizo mediante aspersión manual aplicando 30.000 Juveniles Infecciosos (JI), de dos especies de entomonematodos por rama sobre frutos de café de 30 días de infestación. El testigo no contenía JI. Los entomonematodos se suspendieron en agua lluvia filtrada estéril, Tween 80, glicerina y aceite mineral. El diseño utilizado fue completamente aleatorizado con tres tratamientos (dos entomonematodos y un testigo). El número de JI sobre el fruto se determinó a las 2, 24, 48, 72 horas, encontrando a las 2 horas después de aplicación 77,3 ± 4,7 JI y 54,5 ± 3,0 JI/ fruto (X prom ± E.E) para *Steinernema* y *Heterorhabditis*, respectivamente, presentándose disminución gradual hasta las 72 h. El porcentaje de mortalidad de broca en el fruto se evaluó a los 5, 8, 15 y 30 días después de aplicación (dda), presentando diferencias de los tratamientos con el testigo a los 5 dda (11,5 ± 3,1% para *Steinernema*, 8,5 ± 2,8% para *Heterorhabditis* y 4,8 ± 2,2% para el testigo) y 30 dda (18,3 ± 4,0% para *Steinernema*, 14,6 ± 3,4% para *Heterorhabditis* y 0,8 ± 0,5% para el testigo (P < 0,05).

Evaluación de mezclas de entomopatógenos promisorios para el control de poblaciones de broca en el suelo. Se realizaron entrenamientos en producción y almacenamiento de nematodos entomopatógenos y se llevaron a cabo tres bioensayos preliminares, que permitieron obtener información acerca del efecto de dos dosis (0,5 y 1 cc / Litro de agua) de un aceite agrícola (A.A) en la sobrevivencia, patogenicidad y desplazamiento de juveniles infectivos (JI) de dos especies de entomonematodos (*Steinernema* sp. y *Heterorhabditis* sp.). Se encontró que la mezcla de JI y A.A en ninguna de las dosis, afectó negativamente las variables. Se evaluó también el posible efecto emulsificante del A.A. en suspensión con nematodos, donde se evidenció que no ejerce ningún efecto en relación con el testigo (JI suspendidos en agua). Finalmente, se realizó un bioensayo con el cual se obtuvo información sobre el transporte de esporas de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* por JI de *Steinernema* sp. Se demostró que los JI pueden transportar hasta $7,8 \times 10^5$ y 4×10^5 esporas de los hongos respectivamente, a una distancia de 5 cm del sitio de la mezcla (esporas + JI).

Evaluación de nematodos entomopatógenos para el control de la broca del café en frutos en el suelo. Se estudió el efecto de la aplicación de dos entomonematodos nativos *Heterorhabditis* sp. y *Steinernema* sp. en dosis de 240.000 JI por árbol sobre la broca del café que se encuentra en frutos en el plato del árbol. Los resultados muestran que hubo diferencias estadísticas de los tratamientos con respecto al testigo para la variable porcentaje de mortalidad de estados de broca en frutos en el suelo. Para las variables complementarias como número de JI por fruto en el suelo y porcentaje de infestación en el árbol, el análisis propuesto no presentó diferencias entre tratamientos.

Se resalta que con una sola aplicación de nematodos se lograron mortalidades desde los 15 hasta 60 días después de la aplicación. Las mortalidades oscilaron entre 6,30% y 12,82% para la primera evaluación con las dos especies. Éstas se incrementaron a través

del tiempo alcanzando 34,50% y 49,79% para la última evaluación.

Ambas especies de nematodos fueron capaces de penetrar los frutos, parasitar principalmente estados inmaduros, reproducirse en estos insectos parasitados dentro del fruto y reducir las poblaciones de broca en los cafetales.

Se realizó posteriormente la selección de uno de las dos especies evaluadas teniendo en cuenta las mayores mortalidades en campo y la fácil obtención y multiplicación del mismo, para lo cual se eligió la especie *Steinernema* sp., con la cual se van a evaluar las concentraciones y momentos oportunos de aplicación en el campo.

Caracterización morfológica y molecular de hormigas de importancia en la zona cafetera colombiana. Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) son un constituyente muy importante dentro de la fauna insectil cafetera. Hasta el momento se ha llevado a cabo un monitoreo de las poblaciones de hormigas de áreas productivas de Caldas, Quindío y Risaralda, en cultivos de café a plena exposición, cafetales con sombra monoespecífica (guamo o nogal), cultivos cítricos, plataneras y relictos de bosques, rastrojos altos o guaduales encontrados en áreas cercanas a los sitios de muestreo.

Parcialmente, se han encontrado 124 especies de hormigas distribuidas en las subfamilias Myrmicinae, Ponerinae, Formicinae, Ecitoninae, Pseumymecinae y Dolichoderinae. La familia más abundante ha sido Myrmecinae con 73 especies, seguida de Ponerinae 26 especies y Formicinae con 13 especies. El género *Pheidole* de la familia Myrmicinae ha presentado el mayor número de especies (26), seguido del género *Pachycondyla* (Ponerinae) con 9 especies. Se ha podido detectar en los muestreos una sola especie de hormiga cortadora, perteneciente del género *Atta* y que está presente en los tres departamentos de la zona central cafetera. Esta especie causa inconvenientes en cultivos de

cítricos y otros frutales, maíz, frijol y forestales, entre otros.

Muestreos adicionales en otros lugares, han permitido encontrar dos especies del género *Acromyrmex* y la posible presencia de más especies del género *Atta*. La hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Mayr), es la especie de hormiga que mayores estragos está ocasionando en cultivos de café, caña panelera, cítricos y pastizales, por su asociación a diversos insectos homópteros, por el desplazamiento de fauna benéfica y por afectar la abundancia y diversidad de hormigas y otros artrópodos. Dicha especie se encuentra confinada en aproximadamente 10 veredas, incluyendo los alrededores del peaje de Tarapacá (vía Chinchiná – Santa Rosa) y las áreas urbanas de Chinchiná y Palestina. La hormiga de Amagá *Agropyga* sp, aunque ha sido detectado en la estación central naranjal en cultivos de café a plena exposición y con sombrío, no esta mostrando ser un problema. En Quimbaya se reportan algunos problemas de esta hormiga en cafetales a libre exposición, por su asociación a pseudocóccidos en las raíces de los cafetos.

Monitoreo de poblaciones de hormiga loca *Paratrechina fulva* y su relación con otros artrópodos en cafetales. La hormiga loca, *Paratrechina fulva* (Mayr), es un insecto introducido a Colombia hace unos años para el control biológico de otros insectos y se tornó en plaga para otros cultivos. En el pasado en Cundinamarca se detectaron ataques severos en cafetales y recientemente este insecto se observa con alarma en la zona central cafetera. Por esto se desarrolló este estudio para determinar su distribución y relación con otras plagas, en seis localidades de Manizales, Chinchiná y Palestina. Para el seguimiento de las poblaciones de hormiga se utilizaron trampas con cebo (proteína animal) como atrayente. Se realizaron 33 evaluaciones durante los meses de julio a noviembre del 2002. Las variables medidas fueron el promedio de hormigas capturadas por trampa, y los niveles de infestación de escamas, minador, arañas e infección por fumagina. Se realizó un análisis descriptivo de las

variables estudiadas y se correlacionaron. Los promedios de hormigas capturadas por trampa fueron de $179,7 \pm 31,1$ ($x \pm E.E.$), $283,8 \pm 80,7$ y $310,0 \pm 44,0$ para Palestina, Manizales y Chinchiná. Por finca oscilaron entre 89,1 y 440,0 para La Palma2 y La Navarra en los municipios de Palestina y Manizales. El valor máximo promedio por trampa fue 440 para La Navarra en noviembre 2002 y mínimo 89,1 para La Palma2 en septiembre 2002. Se encontró una correlación directa entre los promedios de capturas de hormiga con los niveles de infestación de escamas ($r^2=0,7165$), minador del café ($r^2=0,7118$), arañas ($r^2=0,5813$) y la presencia de fumagina ($r^2=0,7883$). Los datos climáticos no fueron un factor determinante en la fluctuación de los individuos capturados. De este trabajo se concluye que esta plaga esta causando grandes perjuicios económicos y ecológicos en el ecosistema cafetero.

Evaluación de métodos para cuantificar poblaciones de broca a través de muestreo. Por segundo año se vienen adelantando evaluaciones en la Subestación Experimental «La Catalina», con el fin de comparar dos métodos para medir el nivel de infestación de broca en el campo, que ayuden al caficultor a evaluar de una forma confiable y económica el daño causado por este insecto en sus fincas. Allí se seleccionaron tres lotes de café variedad Colombia, con edades de 2a y 4a cosecha y densidades de 10.000 y 5.000 árboles por hectárea. Una vez cosechado el café maduro en cada lote se realizaron las evaluaciones del nivel de infestación de broca mediante el método de las «ramas», el cual consiste en cuantificar el total de los frutos presentes en una rama y cuántos de ellos están brocados, y el método de la «medida», que consiste en cuantificar el número de frutos brocados existentes en una distancia previamente calibrada para cincuenta frutos y relacionarlos con 1500 o 3.000 frutos, si se evalúan 30 ó 60 sitios, sobre la misma rama. Después de recolectado y beneficiado el café por separado, se seleccionaron cinco muestras de 100 g de café en almendra, con el fin de separar las almendras perforadas por broca y determinar su peso, para de obtener el porcentaje

de broca y relacionarlo con el nivel de infestación en campo.

Hasta el momento se han realizado 7, 6 y 6 evaluaciones respectivamente en cada lote y los resultados obtenidos no han mostrado diferencias estadísticas del nivel de infestación en campo por el método de las «ramas» con respecto al de la «medida». A su vez, se viene evaluando por ambos métodos el nivel de infección del hongo *Beauveria bassiana* sobre los frutos brocados de cada una de las ramas leídas y los resultados muestran que tampoco existen diferencias estadísticas en la evaluación de la infección del hongo por ambos métodos. Por tal motivo se puede considerar que el método de la «medida» sirve para evaluar el nivel de infestación de broca e infección del hongo *Beauveria bassiana* en campo obteniendo información similar a la que se venía obteniendo con el método de las «ramas», con la ventaja de una disminución de tiempo del 38% en la ejecución de la labor, que por ende conlleva a la reducción de costos del manejo integrado de la broca del café.

Seguimiento de adultos de broca en cafetales, monitoreado con trampas cebadas con alcoholes. Con el fin de contar con un sistema alternativo de monitoreo de la broca del café usando trampas de alcohol para relacionar los vuelos o emergencias de la broca en el cafetal de acuerdo a

las variables climáticas, se llevó a cabo este estudio en las estaciones experimentales de Cenicafé: «El Rosario», en Venecia (Antioquia), «La Catalina», en Pereira (Risaralda), «Paraguaicito» en Buena Vista (Quindío) y «Naranjal» en Chinchiná (Caldas). En cada localidad se ubicaron 20 trampas tipo multiembudos distribuidas aleatoriamente en un lote de una hectárea de café en producción. Estas trampas se cebaron con un dispensador cargado con una mezcla de etanol y metanol en proporción 1:1. Semanalmente se contabilizó el total de brocas capturadas por trampa, se evaluó el nivel de infestación y se registró la precipitación, temperatura y humedad relativa. Los promedios de capturas de brocas adultas en trampas oscilaron entre $121,9 \pm 16,3$ y $11,8 \pm 1,6$ para Naranjal y Paraguaicito, con valores intermedios de $96,4 \pm 18,1$ y $25,9 \pm 4,5$ para La Catalina y El Rosario, respectivamente. Los niveles de infestación promedios fueron de 2,9% para El Rosario, 30% para Naranjal, 13,7% para La Catalina y 4,5% para Paraguaicito. Para tres sitios exceptuando Paraguaicito, más del 80% de las capturas de broca ocurrieron entre enero y mayo (81,2%, 86,2% y 88,6% para Naranjal, La Catalina y El Rosario, respectivamente) (Figuras 28, 29, 30, 31). Las trampas cebadas con alcoholes permiten en un cafetal establecer los períodos de mayor actividad de la broca y en ciertos casos, usadas masivamente, podrían constituirse en una herramienta útil para

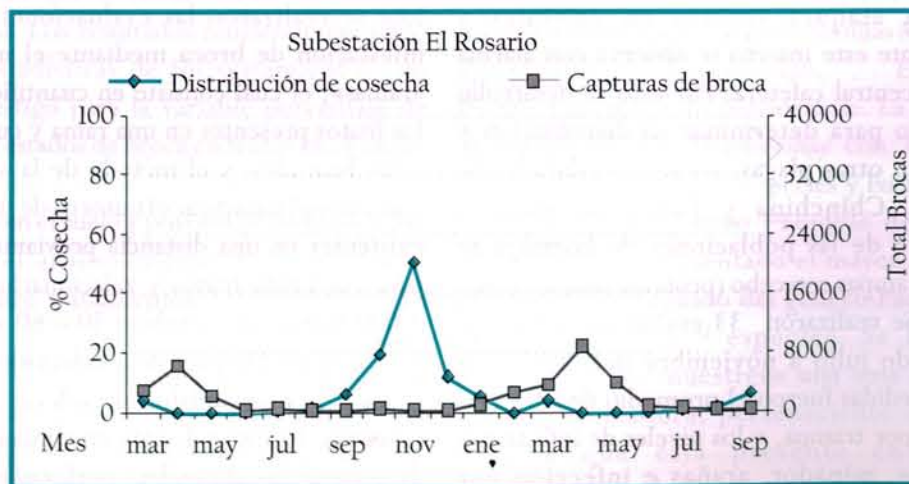


Figura 28. Distribución de la cosecha con relación a capturas de broca.

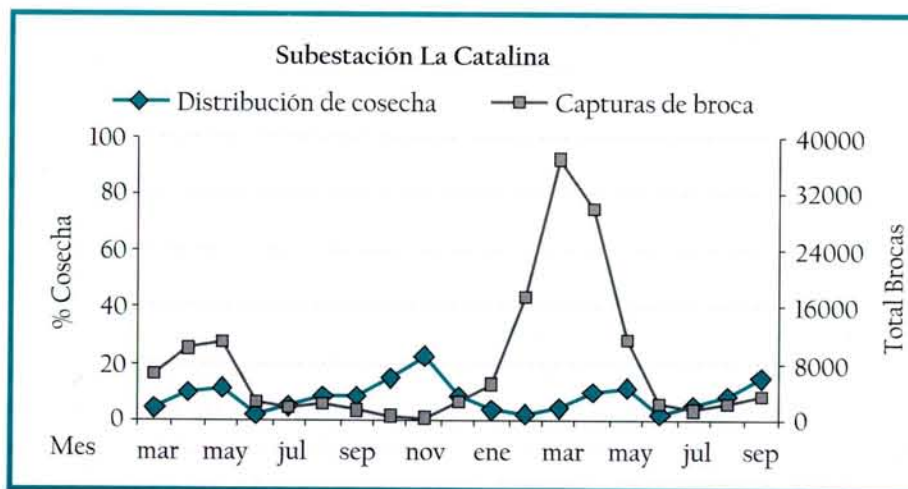


Figura 29. Distribución de la cosecha con relación a capturas de broca.

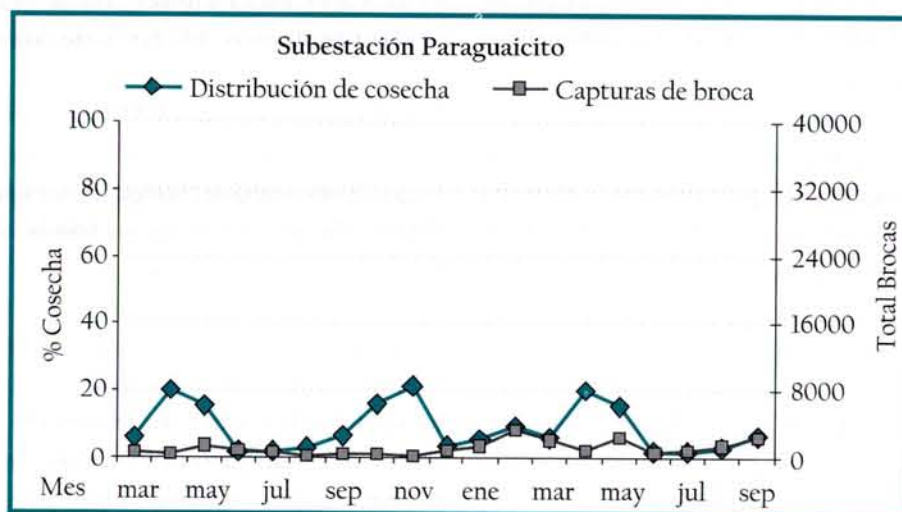


Figura 30. Distribución de la cosecha con relación a capturas de broca.

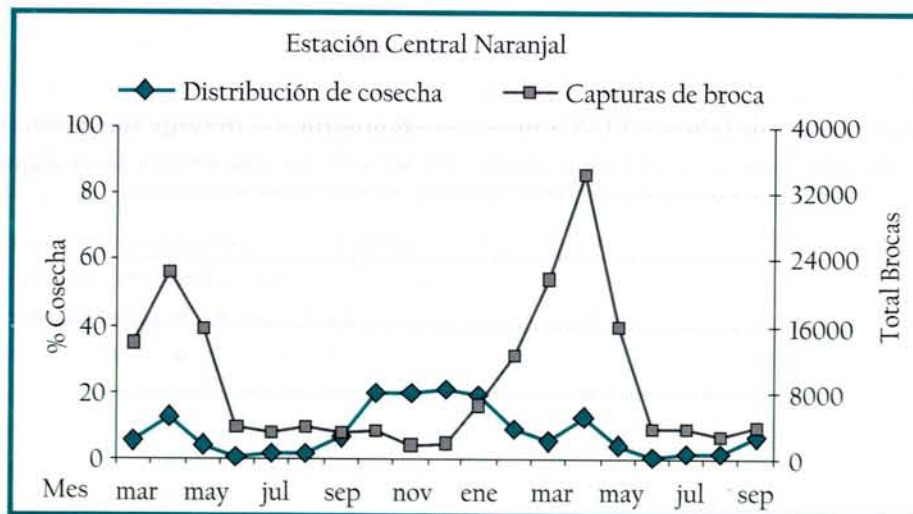


Figura 31. Distribución de la cosecha con relación a capturas de broca.

reducir poblaciones en un cafetal. Esto redundará en una mayor eficiencia en las labores de manejo de la broca del café.

Manejo integrado de la broca del café con cafeteros de predios pequeños. En el diagnóstico del proyecto de investigación participativa que actualmente se adelanta se encontró que el 93% de los pequeños caficultores consideran que es importante realizar renovaciones de los cafetales viejos para favorecer el manejo de la broca y aumentar la producción del café. El 76% de los caficultores comprenden que el manejo integrado de la broca del café (MIB) es una sumatoria de prácticas que en su conjunto ayudan a reducir la plaga. El 24% no tienen una idea adecuada del significado del MIB. El 42% de los caficultores realizan evaluaciones de campo para determinar las poblaciones de broca. De los caficultores que realizan las evaluaciones de broca el 23% aplican el muestreo recomendado por Cenicafé, el 9,5% hacen evaluaciones de tipo visual y el 9,5% restante aplican otros métodos. El 44,5% realiza las evaluaciones mensualmente, el 22% bimestral y el 33,5% cada 3 ó 4 meses.

El 95% de los caficultores realizan el Re – Re (recolección oportuna y frecuente de los frutos maduros, sobremaduros y secos); sin embargo, sólo el 37% de los caficultores evalúa la eficacia de la labor de recolección.

Insecticidas y cafeteros con predios pequeños. El 66% de los caficultores aplica insecticidas para el control de la broca. El 58% tiene como criterio de aplicación la observación visual del cafetal, el 14% aplica según los niveles de infestación de broca en el campo, el 7% según las posiciones de la broca en los frutos, el 3% según la floración de los cafetales y el 18% según los tres criterios anteriores (infestación, posición y floración). El 28,5% de los caficultores aplican endosulfán (a pesar de estar prohibida su importación, distribución, venta y aplicación), el 71,5% aplican productos de categoría toxicológica III como clorpirifós metil, y fenitotrión. El 68% de

los caficultores realiza aplicaciones generalizadas y el 32% hace aplicaciones localizadas (por focos). Frente a la frecuencia de las aplicaciones el 53,5% realiza una aplicación al año, el 28,5% 2 aplicaciones al año y el 18% más de 3 aplicaciones al año. El 46,5% de los caficultores evalúa la eficiencia de las aplicaciones de insecticidas (observa la mortalidad de broca adultas en los frutos de café).

Control biológico y cafeteros con predios pequeños. El 76% de los caficultores conocen la existencia de los controladores biológicos de la broca del café, el 34% desconoce estos agentes biológicos, el 62,5% ha utilizado controladores biológicos (el 14% ha utilizado hongo, 4,5% avispas y 44% ambos). El 37,5% de los caficultores no ha utilizado ningún control biológico. El 7,5% de los caficultores considera que el control biológico es excelente, el 77,5% que es bueno, el 11% que es regular y el 4% que es deficiente. El 49% de los caficultores evalúa la eficiencia del hongo (observan la presencia del micelio del hongo en los frutos infestados por la broca).

Postcosecha y cafeteros con predios pequeños. El 58% de los caficultores realiza una o varias de las medidas de control en postcosecha (tapa plástica en la tolva, tapa plástica en la fosa, tratamiento de pasillas, secado en marquesina), y el 42% de los caficultores no realiza ninguna medida de control durante el beneficio de café. El 70% de los caficultores considera que estas prácticas de control son eficaces.

Registros y cafeteros con predios pequeños. El 56% de los caficultores lleva algunos registros que le brindan información sobre la administración de la finca. El 44% no lleva ningún tipo de registros. (El 21% anota solamente el registro de las floraciones de café, el 36% lleva uno o varios de los registros de producción, costos y ventas).

Diagnóstico participativo con caficultores tipo empresarial en relación con el manejo integrado de la broca del café. Con los caficultores tipo empresarial y con los técnicos del

Servicio de Extensión del municipio de Risaralda (Caldas), se realizó un diagnóstico participativo, para evaluar la situación actual del manejo integrado de la broca del café aplicado por ellos en sus fincas. El diagnóstico se realizó utilizando una encuesta abierta semi-estructurada en 12 fincas:

- 3- Poca disponibilidad de mano de obra para la recolección en las épocas de cosecha.
- 4- Altas densidades de plantas por hectárea (entre 14.000 a 18.000 chupones por hectárea), situación que dificulta las labores de recolección y de manejo de la broca.

Los principales problemas que tienen los caficultores tipo empresarial para producir café exportable de buena calidad son los siguientes: 70% broca; 10% económicos (bajos precios), 10% fitosanitarios diferentes a broca, 10% otros problemas (climáticos, disponibilidad de mano de obra, orden público).

Uso de insecticidas y caficultores empresariales. Frente al uso de insecticidas el 100% de los caficultores los emplean. Según el diagnóstico el 90% realizan las aplicaciones con un criterio adecuado (Infestación de broca, posición de la broca en los frutos y registros de floraciones). El 50% aplican cada dos meses, el 40% trimestral y el 10% semestral. En general, el 100% realiza las evaluaciones de eficacia de los productos aplicados (mortalidad de broca).

En general el 90% de los caficultores entienden el concepto MIB, consideran que es la utilización de diferentes medidas de control.

Muestras de broca y caficultores empresariales. En relación con los muestreos de broca, todos los caficultores lo hacen (100%). El 60% utiliza el muestreo recomendado por la Federación, el 40% utiliza otros métodos. La frecuencia de las evaluaciones es mensual (80%). Todos los caficultores llevan los registros de floración.

Los productos utilizados son los siguientes: 70% endosulfan, 30% otros productos (clorpirifos y fenitotrión) más endosulfan. El 60% de los caficultores realiza las aplicaciones en forma general, el 10% en focos y el 30% combina ambas formas de aplicación.

Recolección y caficultores empresariales. Según el diagnóstico, el 100% de los caficultores realizan las recolecciones oportunas y frecuentes (Re - Re). La frecuencia de recolección se realiza entre 15 a 20 días. La evaluación de la eficacia de la labor de recolección, la realiza el 100%. Sin embargo, a pesar de observar un buen manejo en la labor de recolección, se encontraron algunas deficiencias:

A pesar de realizarse las evaluaciones de campo para tomar las decisiones sobre el manejo de la broca en forma oportuna, se observa un manejo generalizado e indiscriminado de productos químicos, ya que las aplicaciones son muy frecuentes y con productos altamente tóxicos.

- 1- Baja eficacia de la labor de recolección (se observó en promedio 40 frutos dejados en el árbol y 35 frutos en el suelo, después de un pase de recolección).
- 2- Inconsistencias en las evaluaciones de eficacia (datos tomados por los «brocólogos» y /o administradores, con valores muy diferentes de la realidad).

Los caficultores están aplicando endosulfan, producto de categoría toxicológica I (altamente tóxico), que ha sido prohibido en Colombia. Sin embargo, los caficultores consideran que el endosulfan es el único producto eficaz contra la broca del café.

Se observaron fincas hasta con ocho aplicaciones generalizadas de endosulfán durante el año. Sin embargo, según los caficultores, los resultados no fueron satisfactorios, ya que las ventas de café pergamino seco en Cooperativa se observaron daños por broca entre el 4 y 15%; por tanto, los precios de venta fueron inferiores al precio oficial.

Frente al uso indiscriminado de insecticidas que realizan los caficultores tipo empresarial del municipio de Risaralda, se tienen las siguientes apreciaciones:

- 1- Alta presión de broca (corresponden a cafetales localizados por debajo de 1.250 m.s.n.m., los ciclos de la broca son más rápidos).
- 2- Manejo de la broca basado en recolecciones y uso de insecticidas, (la mayoría de los caficultores).
- 3- Baja eficacia de la labor de recolección (se observa en promedio 40 frutos dejados por árbol y 35 en el suelo, después de un pase de cosecha, por tanto, siempre se encontrará broca reinfestando los cafetales).
- 4- Falta calibración de los equipos y operarios (uso de boquillas desgastada con mayor flujo por minuto).
- 5- Dosificación inadecuada de los productos, se realizaba por hectárea y no según el número de árboles existente, además poco uso de aceites agrícolas.
- 6- Aplicaciones con personal contratista (sólo les interesa realizar las labores rápidamente sin importarles la eficacia de las aplicaciones).
- 7- Inconsistencia en las evaluaciones de la eficacia de los insecticidas aplicados (las brocas ausentes, se suman a las muertas).
- 8- Altas densidades de plantas por hectárea lo cual dificulta la eficacia de las aplicaciones.
- 9- No se hace control en el beneficio, lo cual favorece la reinfestación de broca.

Control biológico y caficultores empresariales. En relación con el control biológico, el 90% de los caficultores lo conocen. El 40% de los caficultores utilizan el hongo *Beauveria bassiana*. El 60% de los caficultores considera que es bueno y el 40% regular.

Postcosecha y caficultores empresariales. En relación con el control de broca en postcosecha (tapa en la tolva, tapa en la fosa y tratamiento de pasillas), el 90% de los caficultores no lo aplican. Se puede considerar que una causa permanente de

la reinfestación de broca en estas fincas, es la falta de control de broca en el proceso de beneficio del café.

Búsqueda de mycangias en la broca del café.

Estudios para determinar la asociación de *Hypothenemus hampei*, con hongos han llevado a la observación minuciosa de su morfología externa con el fin de establecer si esta especie ha desarrollado estructuras especializadas, conocidas como mycangias, para el albergue de microorganismos mutualísticos. Con la ayuda del Microscopio Electrónico de Barrido (M.E.B.) se exploró la superficie de este insecto en busca de estas estructuras. El análisis de la ultraestructura en hembras adultas de la broca del café se llevó a cabo con el propósito de resolver inquietudes morfológicas comparables con otros escolítidos del mismo género. El detalle estructural de la cabeza, tórax y abdomen fue muy significativo aunque no concluyente ya que a pesar de revisar todos los apéndices no se encontró evidencia de mycangias en la broca del café.

Morfología del tracto digestivo de la broca del café. Estudios para determinar la asociación de *Hypothenemus hampei*, con hongos mutualistas han llevado a la observación minuciosa de la morfología externa e interna de este insecto. Durante los análisis de su tracto digestivo se pudo apreciar que la broca del café posee una morfología muy característica de esta especie. Utilizando técnicas de fijación, deshidratación, tinción, corte y montaje para microscopía electrónica de barrido (M.E.B.), de transmisión y de luz, se analizó la morfología del tracto digestivo de la broca del café. En su trayecto se pudo observar que la longitud supera en tres veces la del cuerpo, como consecuencia del plegamiento originado por sus divisiones; estomodeo (anterior), mesenteron (medio) y proctodeo (posterior). A su vez, el estomodeo se inicia en la cavidad preoral que continúa con la faringe y el esófago, poco diferenciados morfológicamente, lo cual no se observa en el buche y proventrículo que son secciones más dilatadas, ya que cumplen la función de almacenamiento y

trituration del alimento. En sección transversal el proventrículo presenta ocho aristas muy esclerotizadas, fusionadas a fuertes músculos circulares que la rodean ocluyendo el lumen y actuando como filtro. El mesenteron comprende dos regiones: una anterior ovoide y otra posterior alargada, en esta última sobresalen dos ciegos gástricos. Una membrana peritrófica recubre la masa alimenticia en esta región. A continuación, la válvula pilórica une el mesenteron con el proctodeo, desde allí se proyectan cuatro largos tubos de malpighi cuya base se extiende hasta la región anterior del recto. El proctodeo presenta varios pliegues en los cuales se insertan apéndices reproductores. Este estudio aporta conocimientos importantes para otras investigaciones relacionadas con la búsqueda de inhibidores de enzimas digestivas de la broca que se encuentran en el mesenteron de su intestino.

Morfología del sistema reproductor femenino de la broca del café. El sistema reproductor de *H. hampei*, presenta un diámetro de $1,42 \text{ mm} \pm 0,020$ (error estándar), el cual está compuesto de un par de ovarios, cada uno con dos ovariolas. En la base de las ovariolas se encuentra el oviducto lateral, los cuales están unidos a el oviducto común. En un costado de la región anterior del oviducto común se encuentran adosados los órganos de almacenamientos de esperma que son la espermateca en forma de bastón, siendo una estructura completamente esclerizada y contigua a la glándula espermatecal de estructura sacciforme de coloración hialina. Todo esto desemboca en la cavidad vaginal que se encuentra en el último segmento abdominal.

Variación genética y distribución global de la broca del café. Esta investigación fue diseñada para proveer un mejor entendimiento de la genética de la broca. La técnica AFLP, la cual es usada para generar huellas dactilares, fue utilizada para detectar diferencias genéticas en ADN proveniente de 101 muestras de brocas recolectadas en 17 países de África, Asia, y América. Seis combinaciones selectivas de iniciadores fueron seleccionadas con

base en estudios preliminares que examinaron 73 muestras de 12 países. Estas combinaciones revelaron diferencias genéticas de tan sólo $2,8 \pm 3,6\%$ promedio por país, pero 22,4% de diferencias a través de todas las combinaciones de iniciadores en todos los países. La mayor variación se observó en las muestras provenientes del Este de África, lo cual fue consistente con lo esperado en el presunto centro de origen de esta plaga. Las dos combinaciones de iniciadores más informativas fueron después usadas para identificar la variabilidad genética en la totalidad de las muestras. Sólo 26 huellas dactilares fueron descubiertas.

Un análisis de variación molecular (AMOVA) evidenció que la broca se reproduce en líneas maternas, sugiriendo además que su capacidad genética para resistir una medida eficiente de control podría ser limitada. La información también sugirió una invasión de esta plaga procedente del Oeste africano en Asia; se presume que algo similar ocurrió también en América. La distribución de estas huellas dactilares y su relación genética, determinada por un análisis de Neighbor-Joining, sugirió que dos introducciones de broca en Brasil se dispersaron posteriormente a través de las Américas. Una tercera introducción en América fue evidente en Perú y Colombia. Estimaciones de la variabilidad genética de la broca del café y los patrones de distribución de 66 muestras colombianas revelaron que esta plaga invadió Colombia a partir de introducciones múltiples procedentes de Latinoamérica. Una estrecha asociación entre muestras de Colombia y Costa Rica sugirió a Colombia como el origen de la última invasión de broca en las Américas. Se diseñó un marcador molecular dominante de dos muestras presentes en el departamento del Cesar - Colombia.

Este marcador genético podrá ser usado para resolver interrogantes sobre la biología de la broca (patrones de dispersión en campo, origen de mutaciones genéticas, comportamiento reproductivo, entre otros) una vez se recupere la población inicial estudiada. Se reporta el

descubrimiento de la probacteria *Wolbachia* en broca del café como posible agente regulador en la determinación del sexo.

Identificación y caracterización de genes de resistencia al insecticida endosulfan en poblaciones de broca de Colombia. Previa a la publicación en GenBank de la secuencia completa del gen *rdl* de *H. hampei* se determinó una secuencia consenso para este gen, basada en la información de otros insectos. Oligonucleotidos de PCR se diseñaron para amplificar la región homóloga que contiene la mutación causante de la resistencia. Una banda de 600 pb se obtuvo a partir del DNA aislado de brocas provenientes de granos de un lote con registros de disminución del 50% en el control empleando endosulfan y un lote de la colección de café en Cenicafé, el cual no ha sido asperjado con insecticida. La clonación en el vector pGEM-T easy y posterior secuenciación indicaron que estas bandas no correspondían al gen *rdl*. La secuencia que se había amplificado no tenía similitud con secuencias reportadas en GenBank.

Con la publicación de la secuencia del gen *rdl* para *H. hampei* en febrero por French-Constant se diseñaron nuevos oligonucleotidos y con éstos se amplificó una banda de alrededor de 500 pb a partir del DNA de brocas sensibles y supuestamente resistentes. Esta banda fue clonada en pGEM-T easy. Las secuencias obtenidas fueron muy similares a la reportada en GenBank. Sin embargo, en ninguno de los casos se observó la mutación puntual que confiere la resistencia. Esto se puede deber a un problema de muestreo al clonar los fragmentos de PCR en vectores. Para asegurar que todos los posibles alelos del gen sean detectados en el proceso de secuenciación se enviará a secuenciar todo el producto del PCR sin clonar en vectores.

Además, se han venido manteniendo en dietas artificiales bajo condiciones de laboratorio colonias de broca provenientes de lotes donde se ha registrado disminución en el control de la broca empleando endosulfan y lotes que no han sido nunca asperjados con insecticidas. Con estas colonias se

han realizado evaluaciones para determinar la eficacia de productos químicos que contienen endosulfan como ingrediente activo. Los resultados indican que existen diferencias con respecto a la susceptibilidad de estas colonias al endosulfan, aunque en todas las colonias evaluadas al cabo de 48 h la mortalidad fue del 100%, al cabo de 24h se observan variaciones en mortalidad que oscilan entre 15 y 40 % para una población y 30 y 60 % para otra, el hecho de que los insectos estén vivos luego de 24 horas puede estar indicando la presencia de individuos que tienen copias tanto del gen sensible como del gen resistente. Mas evaluaciones a este nivel deben realizarse.

De igual forma, cuando se evaluó en el campo la eficacia de uno de estos productos usando cuatro poblaciones diferentes de broca una de las poblaciones provenientes de un lote previamente asperjado con el producto mostró mortalidades del 87%. Mientras que la población que nunca había sido expuesta al endosulfan la mortalidad fue del 97%.

Es necesario seguir evaluando estas poblaciones en el laboratorio y campo y, respaldados por la información al nivel molecular, será posible entender la naturaleza del comportamiento de la broca del café ante los insecticidas.

Estudios de patogenicidad de *Paecilomyces lilacinus* sobre la broca del café. *Paecilomyces lilacinus* se ha encontrado infectando adultos de *H. hampei* que emergen de frutos del suelo. Por esto, se realizaron estudios para determinar su efecto sobre poblaciones de la broca del café. En este estudio se evaluaron en laboratorio los aislamientos de *P. lilacinus* (PL9601, PL9301 y PLHT) y también un producto comercial (Micosplag®) recomendado para el control de la broca, que contiene una mezcla de *P. lilacinus*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*.

Los resultados de la prueba de germinación a las 24 horas mostraron diferencias significativas entre aislamientos. El mayor porcentaje fue para PLHT

(98,7±0,5%), el cual fue estadísticamente (Tukey 5% = 1,5) diferente de los otros. El producto comercial tuvo una germinación de 96,5 ± 0,8%; los aislamientos PL9601 y PL9301 presentaron germinaciones del 96,5±1.1 y 96,2 ± 0,9%, respectivamente. Para la prueba de patogenicidad se utilizaron los mismos aislamientos de *P. lilacinus* y un testigo cuyas brocas no estuvieron en contacto con esporas del hongo. Los resultados mostraron diferencias significativas ($P > 0,0001$) con mortalidad del 90 ± 3,9% para PL9301; 83,3 ± 4,1% para el comercial; 70 ± 3,9% para PL9601 y 65 ± 8,4% para PLHT. La mortalidad en el testigo fue de 11,7 ± 3,3%, la cual fue atribuida a muerte natural. Una prueba de comparación de Duncan (5%) agrupó a PL9301 y el comercial, los cuales fueron diferentes al resto. Con base en estos resultados, se seleccionaron los aislamientos PL9301 y el comercial, a los cuales se les evaluó la patogenicidad sobre la broca en cafetales.

En primera instancia, los aislamientos seleccionados se evaluaron en tres dosis diferentes: 1×10^8 , 5×10^8 y 1×10^9 esporas/árbol, en donde, con el fin de determinar el efecto real de los tratamientos, la mortalidad total de broca se corrigió por la del testigo que presentó una mortalidad del 5,63% y fue diferente de todos los tratamientos (Dunnett 5%). Los porcentajes de mortalidad corregida fluctuaron entre un 15,08% y un 23%, en donde el análisis de varianza no mostró efecto de los tratamientos ($P = 0,1475$), al igual que efecto de la interacción aislamiento x dosis ($P = 0,3334$), ni de los factores por separado: aislamiento ($P = 0,2876$) y dosis ($P = 0,0838$). Lo anterior se corroboró bajo análisis de comparación de diferencia mínima significativa (prueba de t (5%)), en la que no se presentaron diferencias entre aislamientos. El porcentaje de infestación como covariable estuvo por encima del 95% para todos los tratamientos, para el cual, el análisis de varianza no mostró efecto de los tratamientos ($P = 0,6485$).

En segunda instancia, se evaluaron los dos aislamientos seleccionados en cuatro tiempos de aspersión con respecto a la infestación artificial con

broca: Tres Días Antes de la Infestación con broca (TDAI), Dos Horas Antes de Infestación (DHAI), Dos Horas Después de la Infestación (DHDI) y Tres Días Después de la Infestación con broca (TDDI). Se aplicó una dosis de 1×10^{10} esporas / árbol. La mortalidad total se corrigió por la del testigo que presentó una mortalidad diferente a todos los tratamientos (8,07%) (Dunnett 5%). El análisis de varianza para mortalidad de broca total corregida no mostró efecto de la interacción aislamiento x tiempos de aplicación del hongo ($P = 0,7652$) ni de los aislamientos por separado ($P = 0,2338$), pero sí mostró efecto para los tiempos de aplicación del hongo ($P = 0,0006$). La mayor mortalidad de broca, 29,90% (A), se presentó a las dos horas después de la infestación (según prueba de Tukey al 5%), Cuando el hongo se aplicó tres días después de la infestación artificial la mortalidad de broca fue de 28,56% (AB). Las mortalidades de broca para los tiempos: dos horas antes de la infestación artificial y tres días antes de la infestación artificial fueron de 21,43% (BC) y 19,35% (C), respectivamente. Lo que se explica debido a que las brocas al encontrarse a mayor exposición a las esporas del hongo, son más vulnerables.

Debido al posible efecto de repelencia del aislamiento PL9301 y del comercial, se evaluaron en laboratorio los aislamientos PL9301 de *Paecilomyces lilacinus*, Bb9205 de *Beauveria bassiana*, Ma9236 de *Metarhizium anisopliae* y de un aceite agrícola (Carrier). Para este propósito se estableció el porcentaje de infestación a los ocho días de inoculados los frutos de café cereza. El análisis de varianza mostró efecto de tratamientos ($P = 0,0001$). Los aislamientos PL9301 y Ma9236 fueron diferentes a los demás (según prueba de Tukey al 5%) debido a que presentaron un menor porcentaje de infestación: 72,60% (B) y 76,60 (B) respectivamente. El aislamiento Bb9205, el aceite agrícola y el testigo presentaron porcentajes de infestación por encima del 90% (A). Este efecto posiblemente se debe a que las esporas de estos hongos emiten químicos que repelen a las brocas adultas y las hace buscar otros sitios de anidación.

Uso de la diversidad genética de *Beauveria bassiana* para el diseño de alternativas de control de la broca del café. El objetivo de este trabajo es darle un uso a la diversidad genética inherente del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, mediante la evaluación en laboratorio de mezclas de esporas, tanto de hongos genéticamente cercanos como distantes, y de esta manera proponer alternativas para mejorar el biocontrol de insectos plaga en campo.

Dada la dificultad para identificar y clasificar taxonómicamente cepas de este hongo mediante criterios morfológicos y bioquímicos, se utilizaron marcadores moleculares, los cuales permitieron analizar directamente el genoma de las cepas. Se seleccionaron 10 cepas de *B. bassiana* y una cepa de *B. brongniartii* del cepario de Cenicafé por su distancia genética, teniendo como base los resultados previos obtenidos con RAPDs e ITS-RFLPs. Para la caracterización molecular, a cada una de las cepas se le extrajo el ADN y se amplificaron por PCR los ITSs de los genes del ADN ribosomal y parte del gen de la β -tubulina, con lo que se obtuvieron marcadores moleculares de alrededor de 600pb y 900pb respectivamente, que fueron clonados y secuenciados. Además, de cada cepa se obtuvo un patrón de bandas característico o «huella dactilar» mediante AFLPs. El análisis de estos marcadores permitió la agrupación de las cepas en tres grupos, confirmando la diversidad intraespecífica entre las cepas de *B. bassiana* estudiadas.

Adicionalmente, a cada cepa se le realizaron las pruebas de calidad referentes a germinación de las esporas y patogenicidad frente a la broca en condiciones de laboratorio. La patogenicidad de las cepas, utilizando una concentración de 1×10^6 esporas/ml, fluctuó entre el 89,91% para la cepa Bb9205, la que en la actualidad se usa en campo y 61,67% para la cepa Bb9024 procedente de Canadá. Basados en las pruebas de patogenicidad y en los resultados de los análisis moleculares, se están realizando mezclas de las diferentes cepas con el fin de observar posibles efectos sinérgicos o antagonicos con respecto a la patogenicidad sobre

la broca del café. Adicionalmente, las «huellas dactilares» asignadas a cada cepa permitirán en un futuro hacerle seguimiento a las cepas asperjadas en campo.

Transformación de *Beauveria bassiana* con genes de *Metarhizium anisopliae* y evaluación de su patogenicidad sobre la broca del café.

Beauveria bassiana cepa Bb9205 se transformó con genes de proteasas tipo subtilinas (*pr1A*, *pr1J*) y esterasa (*ste1*) aislados de *Metarhizium anisopliae* que están involucrados en la patogenicidad contra insectos. El objetivo del experimento fue aumentar la patogenicidad de la cepa Bb9205 y, para esto, se clonaron los genes en el plásmido de transformación de hongos pBarGPE1, se obtuvo un cultivo monoespórico de la cepa Bb9205, cuya patogenicidad fue del 78%, usando 1×10^6 esporas/ml. Con este monoespórico se produjeron protoplastos. Con respecto a la producción de protoplastos se optimizó la metodología obteniendo una concentración de 3×10^7 protoplastos/ml después del pre-tratamiento enzimático, durante 4 horas en agitación lenta a 37°C. Se realizó la transformación de estos protoplastos con los plásmidos pBarGPE1-*pr1A*, pBarGPE1-*pr1J* y pBarGPE1-*ste1* mediante dos métodos PEG y electroporación. Dos transformantes del hongo con el gen *pr1A* y uno con el gen *ste1* resistentes a 25 mg/ml del herbicida glufosinato de amonio exhibieron incremento de actividad proteolítica y esterolítica, respectivamente. Se evaluó la patogenicidad de las cepas de *B. bassiana* transformadas comparándolas con la cepa Bb9205 monoespórica. La expresión constitutiva de la proteasa en la cepa transgénica Bb9205-*pr1A* mejoró su actividad contra insectos al demostrar un incremento de mortalidad del 21,7% y una disminución del 14,3% en el tiempo de mortalidad sobre la broca del café, el transformante Bb9205-*ste1* disminuyó en un 9,5% el tiempo de mortalidad sobre broca al compararse con Bb9205 sin transformar.

Construcción de vectores de transformación con genes de quitinasas y un inhibidor de tripsina, para producir plantas transgénicas

resistentes a plagas. Se trabajó en la construcción de los «cassettes» que contienen las secuencias promotoras y el gen inhibidor de tripsina o las secuencias promotoras y los genes de quitinasas, en el plásmido pGEM -3Z (Promega), para su posterior clonación en los plásmidos de transformación pCambia 1300 y pCambia 2300. Sin embargo, luego de realizar varias pruebas con los plásmidos pCambia se concluyó que tenían problemas inherentes a su «multiclonning site». Debido a esto, se optó por usar el plásmido de transformación pBIN 19, donde quedaron clonados cada uno de los siguientes cassettes: arabicina-inhibidor de tripsina, alfatubulina-inhibidor de tripsina, arabicina-quitobiosidasa, alfa tubulina-quitobiosidasa, arabicina-endoquitinasa, alfa tubulina-endoquitinasa. Con estos plásmidos conteniendo los promotores y los genes de interés se procedió a transformar la cepa *Agrobacterium tumefaciens* LBA 4404 por medio de electroporación.

Una vez transformada la bacteria se hicieron las transformaciones de tejido de tabaco, *Nicotiana bentamiana*, usando como explantes hojas cortadas en cuadros de 1cm x 1cm. Por cada uno de los vectores se transformaron 50 explantes, los cuales se sembraron en medio de regeneración con kanamicina 300mg/ml y cefotaxime 300mg/ml. Dos meses después de la transformación los explantes originaron callos y plántulas, los cuales están siendo transferidos a medio de elongación más kanamicina.

Hasta el momento se tienen 170 plántulas: 10 para Arabicina/inhibidor de tripsina, 56 para Alfa tubulina/inhibidor de tripsina, 45 para Arabicina/quitobiosidasa, 23 para Alfa tubulina/quitobiosidasa, 19 para Arabicina/endoquitinasa y 17 para Alfa tubulina/endoquitinasa.

Se escogió una plántula por cada «construct» para iniciar la evaluación por PCR que confirma la presencia del gen de selección *nptII*. Al final, todas las plántulas serán evaluadas para determinar la presencia de todos los genes para proseguir con la última parte del experimento que consiste en la

evaluación de la actividad enzimática quitinolítica y de inhibición de tripsina, verificación del número de copias de los genes por Southern Blot y por último, los bioensayos para determinar efecto de estas plantas sobre insectos.

Transformación genética de café con vectores que tienen genes de quitinasas y un inhibidor de tripsina.

Los tejidos embriogénicos de café, genotipos BK 625 y BI 620, se evaluaron por su capacidad de regeneración obteniéndose porcentajes de regeneración del 75% para el genotipo BK 625 y del 12,5% para el genotipo BI 620. Una vez constatada la capacidad de regeneración de este tejido se realizaron transformaciones usando la cepa LBA 4404 de *A. tumefaciens* conteniendo los vectores pBIN 19 arabicina-inhibidor de tripsina, alfatubulina-inhibidor de tripsina, arabicina-quitobiosidasa, alfa tubulina-quitobiosidasa, arabicina-endoquitinasa, alfa tubulina-endoquitinasa. La técnica empleada para ello fue la sonicación durante un período de 300 segundos. El tejido embriogénico transformado se está subcultivando cada 15 días en medio de regeneración más 50 mg/L de geneticina para seleccionar el material transformado y 300 mg/ml de cefotaxime para inhibir el crecimiento de *Agrobacterium*. Con el fin de tener disponible tejido embriogénico de café, genotipos BK 625 y BI 620, para futuros ensayos de transformación, se ha venido haciendo el subcultivo de éste, en medio líquido de propagación con 2,4 D.

Hongos entomopatógenos como endofíticos para el control de la broca del café.

En cooperación con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) se inició un trabajo de investigación innovativo que busca emplear los hongos entomopatógenos como endofíticos del árbol del café para el control de la broca. Previo a la inoculación de los hongos entomopatógenos se realizó un reconocimiento de los hongos endofíticos presentes en muestras de árboles de café provenientes de Colombia, Hawaii, México y Puerto Rico. Se han aislado 460 muestras de hongos los cuales se están identificando utilizando métodos

de biología molecular. Conocer que especies de hongos existen previamente en el árbol del café es el primer paso necesario para investigar las posibles interacciones que puedan ocurrir con las inoculaciones de los entomopatógenos, el árbol y

la broca. Adicionalmente, se evaluó la patogenicidad de 50 aislamientos de *Beauveria bassiana* y se seleccionaron tres, con los cuales se inició la evaluación de los métodos de inoculación a las plantas de café.

ENFERMEDADES DEL CAFÉ

1. LA ROYA DEL CAFETO

Determinación de nuevas razas fisiológicas de *Hemileia vastatrix*. Las razas de roya del café que existen en Colombia han sido parcialmente identificadas después de varios años de estudios. Aunque hay amplia evidencia de que existen varias razas en el país y de que el patógeno está evolucionando constantemente en el campo, no hay certeza de cuántas o cuáles razas prevalecen en Colombia. Debido a esta incertidumbre y a los costos implicados en su estudio, se redujo el número de razas que son incrementadas en invernadero hasta que se desarrolle una metodología que permita determinar la identidad genética de los aislamientos de roya del país. Con estos aislamientos se desarrollarán estudios para la identificación por vía molecular las razas de roya presentes en Colombia.

Resistencia inducida de café contra el ataque de roya. Durante el presente período se logró establecer que el producto BION®, aplicado a una concentración de 100ppm, es efectivo como inductor de resistencia 8 días antes de aspersiones de la roya del café, logrando la reducción de la enfermedad en plantas de variedad Caturra en invernadero. Este tratamiento se está utilizando para tratar de identificar los genes de defensa de la planta de café que son inducidos por la aplicación de productos químicos de origen biológico.

Caracterización molecular de la resistencia. Se inició la construcción de librerías diferenciales que pretenden aislar genes expresados en café por tratamiento con inductores de resistencia. En el

desarrollo de dicha metodología fue necesario estandarizar primero la técnica de extracción de ARN total y mensajero. Posteriormente, se compararon los ARN mensajeros de dos poblaciones en estudio (tratada con inductor y sin tratar) y se obtuvieron fragmentos de genes con tamaños desde 500 pb hasta 1300 pb, que fueron clonados y en estos momentos se adelanta el estudio de sus secuencias. En la determinación del polimorfismo de genes homólogos de resistencia y defensa de *Coffea arabica* a la roya del cafeto, se han probado satisfactoriamente 3 sondas correspondientes a regiones NBS relacionadas con genes de resistencia. De la hibridación de estas sondas con genotipos contrastantes en sus reacciones de resistencia a la roya, se hallaron marcadores RFLPs que pueden estar asociados a resistencia como el r4 y el r15, y otros marcadores que no exhiben asociación con alguna característica de interés, como son el r5 y el r3. El número de copias encontrado en las tres sondas evaluadas es mayor a 10. Para los genes análogos de resistencia (RGAs) encontrados en plantas, incluyendo los correspondientes de café generados en Cenicafé y en el IRD de Francia, se construyó el árbol filogenético. Allí se agruparon los clones de café en las familias de genes NBS-LRR con las familias H e I. El clon RGAc3 de Cenicafé se asoció con los genes NBS-LRR TIR, siendo el primer gen de este tipo reportado en café.

Búsqueda de sistemas alternativos de selección de la transformación para el sistema café/tabaco. Se evaluó la selección positiva con azúcares en el comportamiento, peso y número de plántulas formadas por explante foliar provenientes

de hojas de dos especies de tabaco (*N. benthamiana* L. y *N. tabacum* L.) frente a diferentes combinaciones de manosa/sacarosa y xilosa/sacarosa transcurridas seis semanas de cultivo. En suspensiones celulares de café (*C. arabica* BK625) se evaluó el comportamiento, peso fresco, en diferentes combinaciones de xilosa/sacarosa, cada quince días por diez semanas. Se observó que en presencia del azúcar manosa en diferentes combinaciones no hubo inhibición del comportamiento para las dos especies de tabaco. En presencia de xilosa como única fuente de carbono, la inhibición del crecimiento fue total para *N. benthamiana* y para *C. arabica* BK625, mientras que no se pudo concluir para *N. tabacum* debido a que presentó un bajo porcentaje de regeneración. Se concluye que el sistema *xyIA*/xilosa se perfila como una alternativa al uso de antibióticos para transformación genética de café, con tabaco como organismo modelo. Este sistema presenta bajos costos respecto a los sistemas tradicionales y puede aliviar preocupaciones potenciales de los consumidores, disminuir tiempos y aumentar la efectividad del proceso de transformación.

2. LA MANCHA DE HIERRO

Efecto del potasio en el estado nutricional y en la mancha de hierro. Bajo condiciones hidropónicas se apreció una baja incidencia de la enfermedad en el follaje de las plantas cuando la disponibilidad de K en la solución nutritiva fue alta, con valores de 33% y 0,6 para el porcentaje de hojas enfermas (PHE) y número de lesiones por hoja (NLH), respectivamente. Plantas sometidas a concentraciones medias o bajas de K en la solución nutritiva obtuvieron valores de 81 y 69% para PHE y de 2,5 y 2,4 para NLH, respectivamente. Cuando se sometieron a una concentración en balance deficiente de todos los elementos, los valores obtenidos fueron de 74% para PHE y 2,2 para NLH. La mayor susceptibilidad de las plantas al ataque de mancha de hierro se registró cuando se sometieron a concentraciones en un balance adecuado de nutrimentos (Solución de Hoagland's al 100%) con valores en el PHE de 85% y en el NLH de 2,6. Las

plantas sometidas a concentraciones altas de K tuvieron un nivel de severidad de 2% y este valor se incrementó a 14,7% cuando se sometieron a bajas concentraciones de K. El promedio de número de lesiones por hoja empleando el sistema de inoculación por gota (concentración de 15.000 conidias ml⁻¹) fue superior al obtenido en estudios previos, aumentando de 1,86 a 2,59. Al analizar los contenidos foliares de los elementos, se observó que los contenidos de N, Ca, Mg y Cu disminuyeron en función de la alta disponibilidad de K en el sustrato, el cual a su vez disminuyó la presencia de mancha de hierro. Los resultados de este estudio, indican que el Potasio se correlaciona inversamente con la incidencia y severidad de la mancha de hierro en hojas de café.

Efecto de las micorrizas *Glomus manihotis* y *Glomus fistulosum* en la mancha de hierro.

Chapolas de café de la variedad Caturra y de la Línea CX 2720, componente de la variedad Colombia, se sembraron en un sustrato estéril (Turba-Lapilli) y se inocularon con las Micorrizas Arbusculares (MA) *Glomus manihotis* y *G. fasciculatum* al momento de la siembra. Por especie de MA, variedad y para los testigos (sin MA), se asignaron aleatoriamente 60 plantas a 3 tiempos de inoculación de *C. coffeicola* (90, 120 y 150 días). A los 8 días después de la inoculación de *C. coffeicola* y por un tiempo de 11 semanas, cada ocho días, en las plantas inoculadas con el hongo se registró por unidad experimental el porcentaje de área de hojas afectada por mancha de hierro (Índice de severidad) y la defoliación (hojas caídas, HC). Las plantas inoculadas con *G. manihotis* presentaron un promedio de 72% y 69% de colonización, para Caturra y CX2720, mientras que la colonización con *G. fasciculatum* fue de 35% y 19%, respectivamente. A los 90, 120 y 150 días antes y después de inoculadas las plantas con *C. coffeicola*, no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre la variedad Caturra y la Línea CX 2720 inoculadas con *G. manihotis* en las variables porcentaje de colonización, materia seca de raíz y parte aérea. De igual manera, entre los testigos no inoculados con las micorrizas. En esta primera etapa fue

evidente que las plantas de café de la variedad Caturra y la Línea CX 2720 asociadas con las micorrizas e inoculadas con *C. coffeicola*, presentaron tolerancia al ataque de mancha de hierro (Figura 32), con menores valores en severidad (8,89% y 7,35% con *G. manihotis*, y 10,3% y 3,43% con *G. fasciculatum*, para los dos genotipos) y defoliación, y una mayor materia seca de raíz y parte aérea, comparados con los testigos (Figuras 33).

Desarrollo de una metodología para la evaluación de genotipos de café en etapa de almácigo. Se avanzó en el conocimiento de la biología y la epidemiología de *Cercospora coffeicola*

en el campo, gracias a trabajos que indicaron la alta variabilidad morfológica, patogénica y molecular de más de 30 aislamientos obtenidos de tres zonas donde la enfermedad es endémica (Chinchiná, Caldas; Sasaima, Cundinamarca y Buenavista, Quindío). Esta variabilidad no se asoció con el origen geográfico, ni con el genotipo de café del cual se aisló, ni con el órgano afectado. De acuerdo con los resultados, se seleccionó un inóculo con la más alta patogenicidad, agresividad y con mayor distancia genética, para inocular en genotipos de cafeto contrastantes. La metodología determinó diferencias en susceptibilidad a los aislamientos a los 40 días después de inoculación, medidas como



Figura 32. Proceso infeccioso de la Mancha de Hierro en hojas de café. Planta sin MA (A) y Planta con MA (B).



Figura 33. 90 días después de inoculadas las plantas con *C. Coffeicola*. las dos primeras plantas corresponden a los tratamientos del la línea CX2720 y la var. Caturra sin micorriza arbuscular. Las plantas en tercer y cuarto lugar son los dos materiales genéticos asociados con *G. fasciculatum*. Las dos últimas, corresponden a los mismos materiales asociados con *G. manihotis*.

Porcentaje de Lesiones Expresadas, entre el Híbrido de Timor 1343 (71,18%) y *C. arabica* variedad Caturra autofecundada (54,34%), mientras que *C. canephora* presentó un comportamiento intermedio (62,84%).

3. LA LLAGA MACANA

Incidencia de Llagas radicales en el sistema café-yuca en el Departamento del Quindío.

Mediante el «Estudio de caso» en una finca cafetera del Municipio de Quimbaya con dos siembras anteriores de yuca, se caracterizó la incidencia de llagas radicales en la siembra nueva de café. Así, en el lote de 5,2 ha, se observaron 205 focos de llagas de raíz, identificando en el 69% de ellos a la llaga estrellada (*Rosellinia pepo*), mientras el 31% corresponde a llaga negra (*Rosellinia bunodes*). El 50% de los focos de llagas se encontraron junto a residuos de árboles de sombrío; el 33% alrededor de árboles de sombrío vivos y el resto de focos dispersos en el lote. Los dos patógenos iniciaron su ataque en focos pequeños cuando se estableció el primer cultivo de yuca, hace dos años; en la segunda siembra de yuca causaron la pérdida de 3.000 plantas de yuca, generando pérdidas por \$5'000.000. En la subsiguiente siembra de café y hasta el momento ha ocurrido la muerte de 2.291 plantas de café por efecto de los patógenos. Las causas de la alta incidencia y dispersión de las llagas está relacionado con la abundancia de residuos de yuca en todo el lote. Finalmente, se determinó la rentabilidad aceptable del cultivo de yuca, pero a un precio muy alto en cuanto a la gran contaminación del suelo por los patógenos causantes de las llagas radicales, convirtiéndose en un problema de difícil manejo que a mediano y largo plazo puede impedir el desarrollo de cualquier actividad agrícola.

Caracterización de aislamientos de Ceratocystis fimbriata y búsqueda de aislamientos hipovirulentos. Se evidenció la ausencia de hipovirulencia de algunos aislamientos del hongo que anteriormente fueron preseleccionados. Al caracterizar molecularmente 20 aislamientos de *C. fimbriata* (ITS, RAPDs y

microsatélites), originados de un sólo lote (suelo y plantas de una finca en Palestina, Caldas), la población del hongo no fue de tipo clonal, sino de una alta variabilidad debida posiblemente a un frecuente intercambio genético por el tipo de reproducción sexual del hongo. Mediante los análisis por microsatélites se determinó que todos los aislamientos de un mismo lote corresponden al denominado Linaje I. Finalmente, mediante inoculación de tres aislamientos contrastantes del hongo obtenidos de un solo sitio, se determinó la alta patogenicidad de éstos sobre plantas de café, Naranja Valencia y Cacao, demostrando así la ausencia de especialización por parte de este patógeno.

Evaluación de resistencia a llaga macana y roya en materiales promisorios. En plantas adultas de seis progenies F3 derivadas del cruzamiento entre Borbón Resistente x Caturra x Híbrido de Timor y después de 8 meses de la inoculación de *C. fimbriata* se determinaron niveles de resistencia entre 55% a 86% en comparación con la muerte del 80% de plantas de la variedad Caturra y del 63% en variedad Colombia (testigos de referencia). En las plantas preseleccionadas hasta el momento como resistentes a macana se encontraron igualmente niveles promedio de ataque de roya entre 1 y 2 (según escala de Eskes), en comparación con plantas de Caturra que tuvieron niveles entre 5 y 6.

Manejo de llaga macana en zocas de café. Se encontró que con el uso de los productos carbendazim (Derosal, SC 50%) y *Trichoderma harzianum* (Tricho-D, PM 20%) en forma individual, se presentaron niveles de infección de 9 y 7%, respectivamente, comparado con el testigo absoluto que presentó 44% de infección. En zocas previamente inoculadas con *Ceratocystis fimbriata*, con la aplicación de Tricho-D se obtuvo una infección de 18% y con Derosal se presentó 7%, comparado con el testigo de referencia (inoculación de *C. fimbriata* inmediatamente después de realizado el corte) que presentó 83% de infección. En las mismas zocas de café, la aplicación de Bacthon

(bacterias fijadoras de nitrógeno y levaduras) al suelo dio como resultado mayores promedios en las variables de crecimiento y desarrollo de los chupones definitivos, al compararlos con los tratamientos testigo. Así mismo, se observó que la incidencia de mancha de hierro en estos chupones fue de 0,5%, comparada con la del testigo absoluto que fue de 3,6%.

4. NEMATODOS

Efecto de variedades de café, sustratos y micorrizas en el ataque de nematodos. En raíces de plantas de café sometidas a una alta presión de inóculo del nematodo (2.500 huevos/chapola), la población de estadios del complejo *Meloidogyne incognita* y *javanica* no es igual si se tiene un sustrato esterilizado o un sustrato natural (suelo + pulpa). En el primer caso el nematodo destruye la raíz, ya sea inoculado desde el momento de la siembra o 30 días después; los estadios del nematodo son bajos al no disponer de un sistema radical que le permita satisfacer sus necesidades de alimentación y reproducción. En el segundo caso, las condiciones físico-químicas del sustrato y la microbiota nativa favorecen el desarrollo de las raíces pero también se incrementa la población del nematodo. Igualmente, el deterioro del sistema radical es más rápido y con una mayor tasa de reproducción del nematodo en Caturra que en variedad Colombia.

Las especies *G. manihotis* y *G. fistulosum* favorecieron el desarrollo del sistema radical y la parte aérea de las plantas de café en ambos sustratos (natural y suelo + pulpa). Bajo estas circunstancias, los nematodos presentaron una alta reproducción, especialmente en la variedad Caturra, mas cuando se inocularon simultáneamente al momento de la siembra las MA y el nematodo. En la variedad Colombia cuando se inocularon primero las MA y 30 días después el nematodo fue donde se obtuvo la población más alta del nematodo. Entre especies de MA fue más alta la población del nematodo en las raíces protegidas con *G. fistulosum* en el sustrato suelo + pulpa que con *G. manihotis*, que tuvo valores más altos en el sustrato esterilizado.

La reproducción de *M. incognita* y *M. javanica* mostró valores similares a los obtenidos con las especies de MA cuando se aplicó el producto comercial Conidia al momento de la siembra de la chapola y 15 días después se inoculó el nematodo. El nematicida Furadán 3% G mostró ser más efectivo en la reducción de la población del nematodo nodulador en la variedad Colombia, comparado con la variedad Caturra donde se presentaron niveles más altos de estadios del nematodo. Este producto tuvo un efecto menor sobre la población del patógeno cuando su formulación no es reciente.

5. *Colletotrichum* spp.

Caracterización y diferenciación de aislamientos de *Colletotrichum* spp de café. Se continuó con el estudio de las regiones ITS de los genes ribosomales, así como con el gen de la beta-tubulina en aislamientos procedentes de Colombia y en DNA de la especie *C. kahawae*, de origen africano y causante de la enfermedad de las cerezas del cafeto CBD. Para el caso de la beta-tubulina, se amplificó mediante PCR una región de 800 bp comprendida entre el exón 6 y 7. El análisis CLUSTAL de las secuencias del DNA muestra dos grandes grupos, uno de ellos correspondiente a la especie *C. acutatum* y su estado perfecto *Glomerella acutata*, y el otro que incluye a *Glomerella cingulata*, *C. gloeosporioides* y *C. kahawae*. A pesar que los análisis de estos genes indican una alta similitud entre *C. kahawae* y *C. gloeosporioides*, las pruebas de patogenicidad realizadas anteriormente en CENICAFÉ con 45 aislamientos colombianos indican que estos últimos no tienen el potencial de atacar granos verdes de café, con o sin heridas, y por tanto, deben buscarse diferencias genéticas más sutiles entre estas poblaciones con el fin de diseñar sistemas de diagnóstico más efectivos en el caso de detectarse un brote de CBD fuera del continente africano.

6. VIROSIS

Determinación de hospedantes. Se confirmó mediante Microscopía Electrónica de Transmisión (MET) la presencia de partículas virales isométricas

de 50 a 60 nm de diámetro en *Mirabilis jalapa* L., iguales a las observadas en café y similares a *Caulimovirus* o géneros afines (Figura 34). Esta especie presentó una eficiencia de transmisión del 52% después de 28 días de la inoculación por insecto, y entre el 45 y 70% por transmisión mecánica después de 21 días de inoculado, expresando mosaicos, islas de color verde rodeadas por tejido clorótico, formación de ampollas, deformación de nervaduras y reducción del tamaño foliar. Las pruebas de patogenicidad por transmisión mecánica a partir de *M. jalapa* infectado reprodujeron los síntomas en esta especie, pero en café se obtuvo infección asintomática sistémica detectada por MET. Mediante tinción de epidermis foliar de *M. jalapa* y café, con Phloxine B al 1%, se observaron cuerpos de inclusión similares a los descritos para *Caulimovirus* y géneros afines.

7. CRESPERA

Verificación y caracterización del fitoplasma causante de la crespera. Se utilizaron técnicas de biología molecular basadas en la Reacción en Cadena de la Polimerasa PCR, que permitieron la detección de DNA ribosomal de fitoplasmas en plantas de café afectadas por esta enfermedad. Se utilizó PCR anidada con una primera ronda usando los pares de

primers P1/P7 y en segunda ronda los primers R16F2N/R16R2 y FU5/rU3, respectivamente. El fragmento amplificado con el primer FU5/rU3 fue clonado y secuenciado y se pudo establecer su pertenencia al grupo **16SrIII (X- Disease Group)** (Figura 35). Los resultados permiten confirmar la asociación de un fitoplasma con la crespera del cafeto en Colombia. En todas las especies afectadas por fitoplasmas, para el patógeno llegar a su hospedante, en la naturaleza utiliza un insecto que le sirve como vector, y generalmente los del orden Homoptera «Chupadores de savia», son considerados los más importantes. Dentro de este grupo, ya se han evaluado trece especies en estado adulto pertenecientes a diferentes familias. Entre las últimas especies evaluadas se cuentan cuatro de la familia Cicadellidae y una de la familia Membracidae. Los materiales están dentro del invernadero para su posterior evaluación.

8. MICORRIZASY BIOFERTILIZACIÓN

Efecto de Bacthon con *Glomus manihotis* y *Glomus fasciculatum* en almácigos de café. Seis meses después de sembradas chapolas de variedad Colombia, se observó que el desarrollo del sistema radical y aéreo se vio beneficiado por la inoculación al momento de la siembra de las MA o el Bacthon,

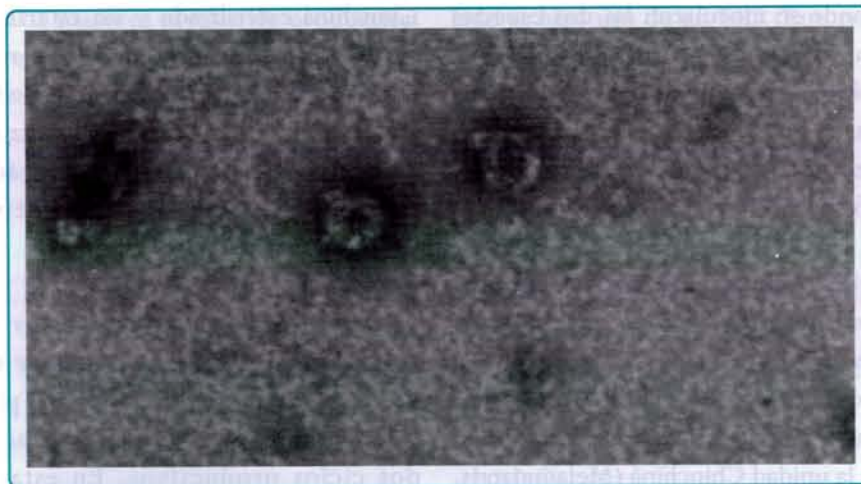


Figura 34. Partículas virales isométricas de 50 a 60 nm de diámetro observadas en el microscopio electrónico de transmisión

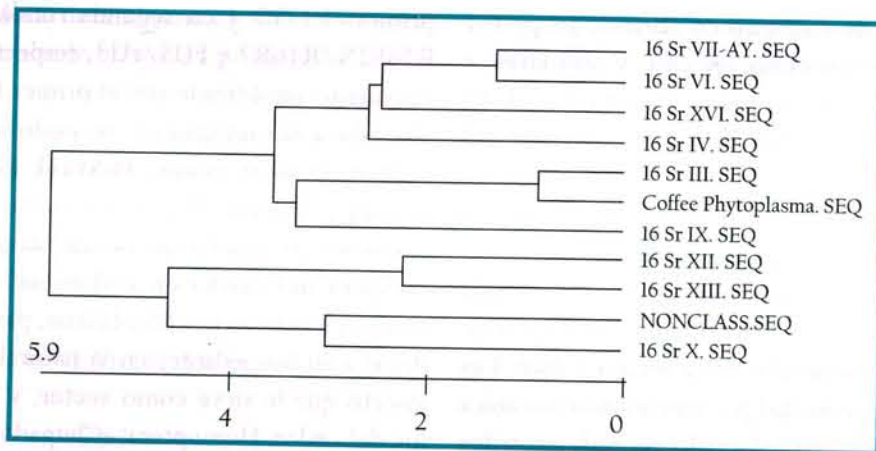


Figura 35. Ubicación taxonómica en el grupo 16SrIII del nuevo fitoplasma asociado a la crespada del café, basado en el estudio de la secuencia de los genes ribosomales.

más el DAP 90 días después. La asociación de las MA nativas e introducidas con los microorganismos presentes en el Bacthon mostraron niveles de colonización radical superiores al 60%. Los valores más altos de colonización se presentaron en el tratamiento testigo de suelo Venecia + pulpa (3:1) y suelo de Naranjal, ambos con MA nativas. En la parte nutricional se detectó que los mayores niveles de nitrógeno estuvieron correlacionados con los valores más altos en el desarrollo de las plantas, información que se obtuvo en los tratamientos donde se inocularon las dos especies de MA + DAP y donde se aplicó Bacthon + DAP. En los tratamientos donde se inocularon las dos especies de MA en forma individual + DAP; *G. manihotis* + Bacthon, y donde se sembró un testigo de referencia (Suelo Venecia + pulpa) se presentó la mayor asociación entre el crecimiento de las plantas y contenido de fósforo en la parte aérea de éstas.

Influencia de *Glomus manihotis* y *Glomus fistulosum* sobre plantas de café sembradas en dos suelos con características diferentes. Se estudió el efecto de *Glomus manihotis* y *G. fistulosum* sobre plantas la variedad Caturra y su interacción con un suelo de la unidad Chinchiná (Melanudands, materia orgánica mayor al 12%, mayor de 12ppm de fósforo y densidad aparente 0,7g/ml) y un suelo de la unidad Guamal (Typic Eutropepts, materia

orgánica menor al 3%, 2ppm de fósforo y densidad aparente 1,2g/ml), ambos en condiciones de esterilizado y sin esterilizar. La mitad de las plantas se fertilizaron con fosfato diamónico (DAP). Las plantas sembradas en el suelo de la unidad Chinchiná esterilizado y sin esterilizar presentaron los mayores valores promedio en peso seco de raíz (PSR), peso seco aéreo (PSA), área foliar (AF) y clorofila total (Cl) (1,13g, 2,17g, 207,49cm² y 2,40mg/gpf, respectivamente) con respecto a las sembradas en el suelo de la unidad Guamal (0,328g, 0,836g, 84,65cm² y 2.401mg/gpf). En general, las plantas sembradas en el suelo de la unidad Chinchiná esterilizado y sin esterilizar, inoculadas con *G. manihotis*, presentaron el mejor comportamiento de acuerdo con las variables evaluadas. En la condición Guamal esterilizado, sólo las plantas inoculadas con *G. manihotis* con la adición de DAP mostraron valores estadísticamente mayores en las variables evaluadas.

Beneficios de las Micorrizas Arbusculares *G. manihotis*, *G. fasciculatum* y *G. fistulosum* plátano y banano. En campo, las plantas tuvieron valores similares en el peso de racimo, luego de dos ciclos productivos. En estas condiciones experimentales, las plantas tuvieron un mayor desarrollo aéreo comparado con las plantas testigo y con las que recibieron la adición de fertilizantes

químicos o compuestos orgánicos. Sin embargo, esa característica en los procesos vegetativos y reproductivos no se tradujo en un racimo de mayor peso en la etapa productiva. Aspecto de interés resultó la precocidad de las plantas asociadas con estas especies de MA y su grado de sobrevivencia en condiciones de campo.

9. DIVERSIDAD DE CONTROLADORES BIOLÓGICOS

Actividad antifúngica de metabolitos. La Beauvericina (BEA) es una de las micotoxinas producidas por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*. La toxina ha sido frecuentemente involucrada en el proceso de infección del hongo sobre el hospedante. Para determinar variabilidad en la producción de BEA entre accesiones de la micoteca de Cenicafé (Colombia), se estudiaron 10 aislamientos de *B. bassiana* pertenecientes a diferentes grupos genéticos. Cultivos líquidos de 10 ml de SDA se inoculados con $1,0 \times 10^7$ esporas / ml de cada aislamiento, y los extractos filtrados se evaluaron a los 9 días de crecimiento mediante ELISA, utilizando anticuerpos policlonales contra esta toxina. En todos los casos se usaron 5 repeticiones por tratamiento. Las producciones de toxina fueron significativamente diferentes entre los tratamientos con el testigo (extracto del hongo *Metarhizium anisopliae* Ma 9236) y entre aislamientos de *B. bassiana*. Los mayores niveles de producción de toxina los presentaron los aislamientos Bb 9024 (98,56 mg/L de medio de cultivo) y Bb 9010 (98,30 mg/L); mientras que los niveles más bajos corresponden a los aislamientos Bb 9119 (18,81 mg/L) y Bb 9001 (15,66 mg/L). No se observó una

correlación entre producción de BEA y la agrupación filogenética de los aislamientos. Estos aislamientos se usarán para producir toxina que será evaluada en ensayos *in vitro* sobre patógenos.

10. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS DE BIOINFORMÁTICA

Sistema de información y transferencia para el servicio de la comunidad cafetera nacional.

En un proyecto cofinanciado por CINTEL y Colciencias, se establecieron los diferentes grupos de trabajo conformados por el grupo de desarrolladores, el grupo de asesoría técnica y el grupo de diseño los cuales han tenido funciones específicas durante el desarrollo del Portal Web de CENICAFÉ. El portal tendrá información dirigida principalmente al caficultor en temas como variedades de café, manejo integrado de plagas y enfermedades del café, suelos y clima de la zona cafetera, sistemas de producción de café y estudios del genoma del café entre otros. Cada uno de estos temas se desarrolló por miembros del grupo de desarrollo en coordinación con la disciplina de sistemas y los líderes de las disciplinas respectivas. Para tal efecto se hizo uso de herramientas computacionales de libre uso (GNU), tales como PHP (Lenguaje para paginas dinámicas), MySql (Motor de base de datos), PHPNUKE (Manejador de contenido); por otro lado se hizo uso de un EID (Entorno Integrado de desarrollo), en este caso el denominado Dreamweaver MX en su versión 6.1, con el cual se hizo posible la creación de las paginas Web correspondientes al desarrollo de cada uno de los módulos componentes del portal.

MEJORAMIENTO GENÉTICO

SELECCIÓN POR RESISTENCIA COMPLETA A LA ROYA DEL CAFÉ. MEG01.00

Evaluación regional de posibles componentes de la variedad Colombia. Treinta y nueve progenies, 33 F₄ y 6 F₅, seleccionadas de tres poblaciones de Caturra x H de T e identificadas como H3001, H3004 y H3005, se evaluaron por rendimiento, resistencia a roya y características de grano. Para producción se evaluaron cuatro cosechas en 5 localidades de la zona cafetera (Libano-Tolima, Naranjal-Caldas, Paraguaicito-Quindío, Rosario-Antioquia y Santa Bárbara-Cundinamarca). Se sembraron como testigos las variedades Colombia y Caturra con control y sin control de roya (CCC y CSC). Para este informe los análisis parciales para cada cosecha y para el acumulado de los cuatros se realizaron a partir del promedio de planta por parcela (kg/café cereza). Los análisis por año muestran diferencias estadísticas significativas entre progenies para producción en cada una de las localidades evaluadas. En el análisis combinado a través de localidades se encontraron diferencias altamente significativas para las fuentes de variación genotipos, localidades y la interacción genotipo por localidad. Las mayores diferencias (prueba dunnet 5%) entre las progenies y la variedad Caturra (CCC) se encontraron en las localidades de Rosario, Líbano y Santa Barbara. Treinta y tres progenies en Paraguaicito, 30 en Naranjal, 22 en el Rosario y 16 en Líbano fueron iguales estadísticamente en producción al testigo Caturra (CCC). Santa Barbara no se encontraron diferencias. El buen comportamiento de la mayoría de progenies en las diferentes localidades muestra la ventaja en el control químico de roya (Tabla 22).

Todas las progenies evaluadas mostraron resistencia completa a la roya en el Líbano, Rosario y Santa Bárbara, mientras en Naranjal todas fueron afectadas y en Paraguaicito solo 7 posibles

componentes estuvieron libres de la enfermedad. Lo anterior pone de manifiesto la presencia de razas complejas de roya capaces de atacar a derivados del híbrido de Timor en estas dos últimas localidades.

Dos localidades, Naranjal y Santa Bárbara fueron las de menor producción, situación que se explica por problemas de fertilidad en Naranjal y gradientes de suelo en la estación de Santa Bárbara.

SELECCIÓN POR RESISTENCIA INCOMPLETA A LA ROYA DEL CAFÉ. MEG02.00

Evaluación agronómica y de la resistencia incompleta en germoplasma avanzado de diferente origen desarrollado en Cenicafé.

Durante el período 1997 a 2002, se finalizó la evaluación agronómica y de la resistencia incompleta a la roya, en la progenie de un grupo de 78 progenitores, obtenidos por cruzamiento y retrocruzamiento, especialmente de Caturra X (Caturra X *C. canephora*) y Caturra o Catuai X (Caturra X Híbrido de Timor). De los genotipos evaluados, 51 poseen como progenitor donante de la resistencia a *Coffea canephora*, y proceden de los híbridos H.4025 y H.4213, veinticuatro tienen como progenitor resistente el Híbrido de Timor, de ellos 10 vienen del cruzamiento entre Caturra por Híbrido de Timor, de los H.3001, H.3024, H.3029, y 14 son de retrocruzamiento de (Caturra X Híbrido de Timor) hacia Caturra y Catuai, finalmente, tres poseen como probable donante de la resistencia a la introducción N.197 de *Coffea arabica*, y se derivan del H.2213. A partir de la observación de campo en experimentos anteriores en los cuales fueron seleccionados, se sabe que han experimentado el fenómeno de «quiebra de la resistencia completa», por la aparición de razas compatibles del patógeno, con excepción de los derivados de N.197 que son portadores del gen SH5 y siempre han presentado roya.

TABLA 22. Producción y características del grano en los materiales del experimento. MEG01.86.

Tratamiento	F 5	Pro (1)	Pro (2)	Vanos	Caracol	Supremo	Defecto. Ppal
17	BH.1223	5.0	396	7.6	12.1	73.7	
8	BH.1230	5.3	426	5.4	11.5	77.0	
29	BG.516	5.2	416	6.0	10.5	64.6	c s
	Media	5.2	416	6.3	11.4	71.8	
24	BG.369	6.6	531	11.3	15.2	57.1	van, car, c s
25	BK.33	6.3	503	7.8	15.6	47.5	van, car, c s
	Media	6.5	516	9.6	15.4	52.3	
2	BK.54	5.6	444	4.4	15.1	71.1	caracol
3	BK.59	6.4	513	4.1	12.6	71.0	
5	BI.651	5.9	468	4.3	14.1	75.4	caracol
7	BI.658	6.1	488	4.6	13.0	69.7	
12	BG.498	6.9	553	3.6	13.5	76.8	
16	BH.961	6.1	488	6.3	13.2	65.2	c s
27	BI.598	6.2	496	6.4	11.2	70.1	
30	BK.638	5.3	425	4.8	13.2	61.6	c s
	Media	6.1	484	4.8	13.2	70.1	
6	BH.756	5.7	457	6.0	10.9	69.5	
11	BK.35	6.6	525	8.8	9.8	72.5	vanos
19	BH.1296	6.2	496	5.5	10.5	60.6	c s
20	BH.1002	6.5	521	8.1	12.0	66.6	van, c s
21	BH.1010	6.4	516	6.0	9.1	51.6	c s
22	BH.1188	6.5	522	8.9	10.2	72.2	van
	Media	6.5	516	7.5	10.3	64.7	
13	BH.1243	6.1	486	6.3	10.5	65.6	c s
14	BH.1042	6.1	486	7.6	10.4	67.3	van, c s
15	BG.452	6.1	485	6.6	12.5	70.7	
23	BI.716	5.9	471	5.1	8.7	78.5	
9	BH.811	5.4	432	6.4	9.9	74.9	
28	BH.1260	5.3	422	5.8	9.0	60.9	c s
1	BK.491	5.8	467	6.6	11.7	75.9	
	Media	5.8	464	6.3	10.4	70.5	
10	BG.34	5.5	437	7.2	12.2	58.1	van, c s
18	Colombia	5.7	458	6.6	11.3	63.7	
26	Colombia	5.6	445	7.9	11.7	56.9	
4	Caturra	5.7	452	7.3	13.3	56.7	

(1) Producción en kg. de c.m.pl./año y (2) Producción en @ de c.p.s./ha-año.

En los dos experimentos analizados se tuvo como propósito observar el comportamiento agronómico y el nivel de resistencia incompleta existente en estos genotipos, que se hace visible cuando la resistencia completa es vencida por el patógeno.

Los atributos agronómicos se evaluaron de acuerdo con los procedimientos de campo de uso corriente de la Disciplina. La resistencia incompleta se apreció por medio del efecto de la roya en la producción de los genotipos evaluados, y a través

del seguimiento periódico del progreso de la enfermedad en las regiones productiva y en crecimiento vegetativo de las plantas, asociados con ciclos de cosecha con alta epidemia de roya, tal como ocurrió durante el período de las observaciones hechas ese año.

En cada experimento se incluyeron cuatro testigos poseedores de resistencia incompleta (BI.74, BI.625, FK.105 y FK.139), uno susceptible (Caturra) y uno con resistencia durable a la roya (Colombia).

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

La producción media de tres cosechas de los genotipos varió entre 2,2 y 4,9 kilogramos de café cereza/planta-año, con promedio de 3,68 kilogramos, y una amplitud de 2,5 kilogramos, que equivale a 51% respecto del mayor valor. Los testigos rindieron en kilogramos: 4,06 los de resistencia incompleta, 3,3 variedad Colombia y 2,82 el Caturra sin protección química contra roya. La comparación del testigo Colombia vs. Caturra, para estimar el efecto detrimental de la roya fue de 15,0% menos en el promedio de tres cosechas registradas en dos experimentos. El mismo contraste entre el promedio de las 78 progenies estudiadas y variedad Caturra, fue de 24,0% menos en el testigo susceptible. Respecto de los testigos con resistencia incompleta, la variedad Caturra redujo su producción en 31,0% (Tabla 23)

Los estimados de heredabilidad en sentido amplio fueron muy altos (76,6 a 80,8%), lo que indica predominio de la variación genética.

Las características de las semillas fueron similares a las observadas en los testigos de referencia, se destaca la normalización de los defectos del grano dentro de los valores de común aceptación en las variedades comerciales, y los valores medios de una alta proporción de los genotipos probados, superiores al 65% de café supremo (Tabla 24).

Los valores observados en las variables asociadas con el crecimiento vegetativo sugieren que las pequeñas diferencias entre las progenies y los testigos no son de magnitud importante y que su manejo en altas densidades de siembra no ofrece obstáculo para su cultivo. Los valores de heredabilidad de estas variables fueron notablemente altos (78,9 a 96,1%), lo cual significa que la variación genética predomina sobre la ambiental en su expresión.

El análisis del progreso de la roya sobre los genotipos y su agrupamiento genealógico mostró en los dos experimentos que las progenies forman grupos homogéneos entre sí pero estadísticamente diferentes del testigo susceptible Caturra. Las diferencias entre los genotipos y el testigo susceptible son muy notables; mientras en Caturra alcanzó los valores máximos la enfermedad al iniciar las lecturas entre febrero y marzo (9 a 30%), en las progenies durante el período de las observaciones no llegó siquiera al 5%. La expresión de resistencia incompleta en las progenies impidió el progreso de la enfermedad sobre ellas.

La resistencia dilatoria existente en la mayoría de las progenies estudiadas les brinda protección efectiva contra la enfermedad sin requerir de control químico.

El interés de estos resultados radica en que la mayoría de progenies evaluadas tienen como progenitor común a la especie *C. canephora*, lo que permitiría ampliar la diversidad genética utilizando otras fuentes de resistencia diferentes del Híbrido de Timor que hasta ahora ha sido intensamente explotada.

TABLA 23. Comportamiento de la producción media de tres cosechas. Experimento MEG0248.

Trat	Genotipo	Max	Min	Med/trat	Std	CV(%)
1	GR.618	6,9	1,7	4,0	1,3	32,7
2	GR.381	5,2	0,2	3,0	1,1	36,7
3	HE.554	6,6	2,1	4,1	1,3	32,5
4	GX.107	5,9	1,4	3,8	1,2	31,3
5	GR.1263	7,5	2,7	3,9	1,1	28,3
6	Caturra	5,6	0,5	3,2	1,4	44,6
7	HE.541	5,4	3,2	4,2	0,7	17,4
8	GF.351	6,3	1,1	4,7	1,2	26,5
9	BL.625	7,0	1,1	4,4	1,5	34,6
10	DJ.459	6,4	2,6	4,7	1,0	20,4
11	GR.460	7,3	0,7	4,0	1,5	38,8
12	HE.811	6,8	1,6	4,1	1,4	34,5
13	Caturra	5,7	0,9	3,4	1,3	36,8
14	GR.1256	5,7	1,7	3,5	1,0	28,4
15	Colombia	4,7	1,2	3,3	0,9	27,0
16	GU.10	5,9	2,2	3,9	1,0	26,4
17	GF.9	5,9	1,5	3,4	1,2	35,6
18	DJ.46	6,6	1,6	3,8	1,5	38,9
19	GR.1177	5,2	2,0	3,4	1,0	29,2
20	GR.1249	6,1	1,3	4,0	1,3	33,5
21	HE.674	5,7	0,1	3,2	1,6	48,3
22	GF.11	7,0	1,3	4,0	1,4	35,3
23	BL.74	7,6	1,6	4,5	1,6	34,7
24	GR.1267	4,9	3,1	3,8	0,5	13,0
25	GF.221	6,4	2,3	4,5	1,2	27,0
26	GU.291	6,1	2,9	4,2	0,8	19,8
27	GR.1355	6,6	0,9	4,4	1,3	30,4
28	GX.428	6,1	2,2	4,6	1,0	22,7
29	FK.139	6,1	0,6	4,2	1,5	35,7
30	GF.374	7,3	1,2	5,4	1,4	25,2
31	GX.445	6,8	3,2	4,3	0,9	21,7
32	HE.571	5,4	0,5	3,0	1,6	54,6
33	GR.645	6,2	2,1	3,7	1,1	29,6
34	HE.563	5,9	2,0	3,9	1,1	28,4
35	DJ.375	6,9	1,0	4,1	1,3	31,6
36	FK.105	8,4	1,0	4,5	1,9	41,6
37	GR.1270	5,6	1,2	3,5	1,2	34,2
38	HE.659	6,9	1,2	3,7	1,2	33,6
39	HE.821	5,4	1,6	3,3	1,0	30,7
40	GR.386	5,2	1,2	3,5	1,1	30,9
41	GF.146	7,5	2,4	4,9	1,6	33,0
42	HE.701	10,4	1,7	4,4	2,0	44,6
43	GF.116	7,1	1,9	4,1	1,3	32,3
44	GX.90	6,2	2,1	4,0	1,1	28,3
45	HE.931	7,7	2,3	4,5	1,4	30,8
46	GU.320	7,6	2,2	4,5	1,6	35,8
47	GX.500	5,2	2,1	3,4	0,9	26,3
48	GU.107	6,4	1,1	3,9	1,3	31,9
49	GF.334	6,7	2,0	4,7	1,0	21,6

TABLA 24 Resumen de grano vano, caracol y porcentaje de café supremo por tratamiento. Incluye el rango, promedio y coeficiente de variación. Experimento MEG0248.

Genotipo	Trat	Granos vanos				Granos caracol				Café supremo			
		Max	Min	Med/trat	CV (%)	Max	Min	Med/trat	CV (%)	Max	Min	Med/trat	CV (%)
GR.618	1	19,3	1,3	5,5	87,4	15,5	6,7	10,4	23,5	87,1	45,6	71,9	18,8
GR.3 81	2	24,0	2,0	6,5	86,5	15,4	5,8	8,9	36,8	87,6	42,7	72,7	19,6
HE.554	3	9,0	1,0	3,5	62,5	10,3	6,5	8,3	13,2	78,9	27,0	53,2	26,2
GX.107	4	6,5	1,0	4,2	35,5	14,6	9,4	11,8	14,8	80,7	46,0	64,0	13,2
GR.1263	5	8,0	0,0	3,2	63,2	12,0	6,3	8,3	19,4	81,7	45,9	62,9	15,7
Caturra	6	8,0	1,0	3,1	60,0	16,6	6,9	10,9	24,4	72,0	35,9	51,5	20,0
HE.541	7	7,0	0,7	3,1	59,6	12,1	3,8	7,6	24,5	74,2	42,9	58,5	15,2
GF.351	8	16,5	2,0	4,7	68,3	22,0	5,4	9,7	36,8	87,4	54,9	71,8	14,1
BL.625	9	15,7	2,3	6,2	58,6	19,2	6,0	12,2	22,8	86,6	48,9	65,4	16,1
DJ.459	10	7,0	1,0	3,9	39,9	12,2	5,1	8,6	20,7	86,7	51,0	71,0	13,1
GR.460	11	9,0	1,3	3,6	52,4	19,0	6,6	12,4	25,9	86,1	47,7	75,7	13,8
HE.811	12	6,0	0,0	2,9	63,6	12,3	4,3	7,5	30,0	88,6	49,9	69,2	15,4
Caturra	13	6,0	1,3	3,4	49,0	14,3	5,9	10,0	20,7	66,5	37,7	55,0	15,6
GR.1256	14	24,0	1,0	5,9	89,1	15,6	7,0	11,7	19,4	73,0	37,2	53,7	21,3
Colombia	15	38,0	2,0	7,6	106,2	16,0	6,1	11,7	24,7	86,7	32,6	67,1	22,0
GU.10	16	15,3	5,0	8,2	36,4	12,0	4,3	7,3	28,1	93,5	75,3	85,4	6,8
GF.9	17	8,8	0,5	4,4	56,0	11,3	4,3	8,3	23,3	84,3	44,1	61,4	23,1
DJ.46	18	11,0	2,0	4,9	52,9	25,1	7,3	11,5	42,2	88,5	40,1	73,9	18,5
GR.1177	19	11,0	2,3	5,3	38,1	11,8	4,0	7,8	21,7	89,1	56,9	73,8	11,3
GR.1249	20	5,3	0,8	2,8	45,7	18,3	8,7	13,6	21,7	87,8	49,2	71,3	14,6
HE.674	21	9,0	1,0	4,4	52,8	13,0	6,6	10,1	23,6	81,6	43,0	64,7	18,1
GF.11	22	14,7	0,0	4,9	78,2	16,8	4,0	8,6	46,8	75,3	12,0	48,7	29,2
BL.74	23	16,0	1,0	7,4	61,1	21,3	11,8	16,6	17,2	82,9	42,2	68,2	15,9
GR.1267	24	6,0	1,0	2,9	49,1	10,4	3,5	7,2	23,3	65,8	30,2	48,0	23,1
GF.221	25	11,0	0,7	4,2	64,6	28,8	6,4	11,4	60,9	84,7	36,4	62,7	21,5
GU.291	26	17,7	3,7	7,6	48,6	15,7	6,7	9,1	26,7	95,1	69,8	84,3	8,6
GR.1355	27	7,0	1,0	3,1	46,6	16,6	7,3	11,7	24,7	87,4	54,4	71,8	15,0
GX.428	28	7,0	2,3	4,3	38,2	14,0	7,6	10,9	13,5	88,9	56,6	77,6	13,1
FK.139	29	15,0	1,0	4,9	77,6	15,7	6,1	9,6	25,0	83,3	38,5	66,1	19,0
GF.374	30	7,7	1,0	3,4	42,9	14,9	7,6	10,3	20,6	85,5	34,8	69,0	15,5
GX.445	31	14,0	1,5	3,9	72,3	14,4	9,7	11,7	12,4	74,6	41,7	63,3	15,0
HE.571	32	6,0	0,0	2,8	60,9	14,1	6,4	9,7	23,0	71,3	21,1	47,9	29,1
GR.645	33	9,0	1,0	3,1	60,2	15,3	7,3	10,8	19,0	86,2	42,3	70,1	17,3
HE.563	34	4,5	0,0	2,7	49,8	21,5	5,1	9,0	40,3	83,1	39,4	68,3	16,0
DJ.375	35	11,0	1,3	3,7	65,1	25,0	7,4	12,3	39,9	87,3	26,7	68,5	20,9
FK.105	36	8,3	2,0	4,3	37,5	16,7	6,6	10,4	29,5	81,1	44,1	67,3	16,0
GR.1270	37	8,7	1,3	3,8	57,1	11,6	3,9	7,7	24,0	72,1	23,4	56,9	20,4
HE.659	38	6,3	1,7	3,4	41,6	19,3	4,5	9,2	32,1	65,2	39,9	52,3	14,2
HE.821	39	11,0	1,0	4,2	57,1	12,1	4,7	8,0	26,8	76,9	34,6	53,7	21,8
GR.386	40	11,0	2,0	5,3	43,8	11,5	5,3	7,3	23,4	88,1	51,0	73,9	12,2
GF.146	41	5,0	1,0	2,9	39,1	13,1	6,4	9,4	19,2	79,7	31,7	61,8	21,5
HE.701	42	7,0	0,7	4,3	47,8	36,2	6,6	11,1	72,9	80,3	29,8	64,0	24,2
GF.116	43	18,0	2,0	5,2	66,0	18,5	5,0	9,4	35,0	83,9	36,7	66,4	17,7
GX.90	44	11,0	2,5	4,7	49,9	16,3	7,0	11,0	19,6	92,2	38,1	75,5	18,0
HE.931	45	13,3	0,7	3,1	93,1	16,3	5,7	8,5	32,9	91,0	56,7	74,5	14,2
GU.320	46	42,0	2,0	9,6	92,0	17,7	4,8	7,9	37,7	94,4	48,2	82,5	14,5

Como resultado de la evaluación agronómica y de la resistencia a roya, se seleccionó un grupo de 18 progenitores derivados de cruzamiento con *C. canephora* y con el Híbrido de Timor que poseen atributos agronómicos sobresalientes.

Evolución de la roya del café en Introducciones originales del Híbrido de Timor, en progenies de autofecundación, y en generaciones tempranas y avanzadas de cruzamiento con la variedad Caturra. Con el objetivo de observar la evolución de la roya del café sobre los materiales básicos que han participado en la obtención de la variedad Colombia, con la finalidad de definir estrategias de manejo para lograr resistencia durable a la misma, se registró la presencia de la enfermedad sobre Introducciones S0 del Híbrido de Timor CIFC #s 832-1, 832-2, 1343, y 2252, y en plantas de generaciones S1, S2, S3 y S4 derivadas de las mismas. También se calificó la presencia de la enfermedad sobre plantas F1, F2, F5 y F6 derivadas del cruzamiento (Caturra X Híbrido de Timor), que se encuentran localizados en el Banco de Germoplasma, y que son parte de dicho programa.

De la evaluación de campo se pudo establecer que las introducciones CIFC #s 832-1, 832-2, y 1343, no han sido afectadas por la roya del café, lo que significa que después de veinte años en presencia de la enfermedad conservan combinaciones de genes de resistencia específica vigentes que podrían ser utilizados en el programa de mejoramiento.

Este notable resultado sugiere que el desarrollo de nuevas progenies a partir de cruzamientos con los progenitores de cada una de las introducciones del Híbrido de Timor que aún conservan su resistencia completa, constituye una estrategia adecuada de mejoramiento para obtener resistencia durable a la enfermedad; así como la reconstitución de los genotipos presentes en la población original del mismo.

Como era de esperarse, cuando las plantas originales S0 se sometieron al proceso de la autofecundación

obteniendo plantas S1, S2, S3 y S4, los genes de resistencia se separaron y sobre algunas de estas plantas se detectó presencia de roya, lo que sugiere que la población del patógeno es bastante compleja en combinaciones de virulencia.

Todas las plantas F1s observadas presentaron roya, aunque no todas las plantas F2s derivadas de ellas fueron afectadas por la roya como era de esperarse. Este comportamiento sugiere que el proceso de generación de nuevas razas del patógeno a pesar de ser muy dinámico, por efecto de la diversidad genética y por la resistencia incompleta presente en una porción muy importante de derivados de ese origen, limita grandemente el establecimiento y posterior dispersión de las mismas.

Los 401 progenitores F5 y F6, de (Caturra X Híbrido de Timor), propagados vegetativamente y ubicados en el Banco de Germoplasma II (Parque clonal de constituyentes de variedad Colombia), desde abril/1995 y hasta agosto/2003 cuando se realizó la vigésima evaluación, han presentado la siguiente variación en la presencia de roya sobre ellos: 13,7% en abril/1995 cuando se iniciaron las observaciones, 98,8% en febrero/1999 cuando llegó al máximo, y 83,0% en agosto/2003 en la última observación de campo. Estos resultados confirman la existencia de numerosas razas de roya de diferente complejidad en virulencia, compatibles con los derivados de (Caturra X Híbrido de Timor).

El desarrollo de nuevas progenies a partir de las introducciones del Híbrido de Timor que aún conservan su resistencia, la reconstitución del genotipo de la población original del mismo, y el uso de la resistencia incompleta existente en una porción muy importante de los derivados de (Caturra X Híbrido de Timor) que han participado en la composición de variedad Colombia podría ser el principal soporte para la estabilización del sistema, reforzándolo con resistencia completa que hasta ahora ha sido su principal sostén, y que aún está vigente en una fracción importante de la población.

Evaluación de la resistencia a Hemileia vastatrix Berk. y Brooke a la raza II y mezcla de inóculo en plantas de (Caturra X Híbrido de Timor) del grupo fisiológico «E» en condiciones de campo. Se finalizó un experimento de campo en el cual se evaluaron 131 plantas del grupo fisiológico de resistencia «E», obtenidas de 27 progenitores de (Caturra X Híbrido de Timor) de los híbridos H.3001, H.3004 y H.3005. Se evaluaron los componentes de resistencia incompleta directamente en el campo, mediante inoculación artificial con la raza II y mezcla de inóculo de *Hemileia vastatrix*, recolectado en el Banco de germoplasma II, donde se localizan los clones de los componentes de variedad Colombia.

Quince días después de cada sesión de inoculación y hasta los sesenta con posterioridad a la misma, se midieron las variables de respuesta PI (Período de incubación), PL (Período de latencia), FI (Frecuencia de infección), y TML (Tamaño de la lesión). A partir de las curvas de progreso de las lesiones se estimó la variable ABCP (Área bajo la curva de progreso de la lesión).

Los resultados de las sesiones de inoculación mostraron que no hubo efecto de razas, ni especificidad con los hospedantes. Los genotipos evaluados portan niveles de resistencia incompleta de interés para la selección. Las variables utilizadas permiten caracterizar exitosamente el germoplasma de acuerdo con el nivel de resistencia incompleta que posee.

El parámetro ABCP es un componente de la resistencia de primer orden que permite la discriminación nítida de los genotipos por su reacción a la roya. Finalmente, el empleo de plantas del grupo fisiológico de resistencia «E» es de gran utilidad para esclarecer el determinismo de la resistencia que se manifiesta cuándo los genes mayores de la serie SH6-10,?, son vencidos por razas compatibles del patógeno.

SELECCIÓN POR RESISTENCIA A LA ENFERMEDAD DE LOS FRUTOS DEL CAFÉ (*Colletotrichum kahawae*). MEG03.00

Este proyecto tiene por objeto la búsqueda de fuentes de resistencia a CBD mediante evaluación en Portugal de materiales avanzados de mejoramiento y materiales de la colección de germoplasma, mediante pruebas de hipocótilos; la evaluación en Zimbabwe mediante pruebas de campo de materiales avanzados de mejoramiento; así como también la evaluación agronómica en CENICAFÉ de los materiales que presenten resistencia. Las actividades más importantes en este proyecto durante el período correspondiente a este informe están relacionadas con la identificación de resistencia en germoplasma de CENICAFÉ, mediante pruebas efectuadas en Portugal en condiciones de laboratorio, y el análisis de resultados del segundo año de evaluación de material en Zimbabwe.

Pruebas efectuadas en el CIFIC. Con el fin evaluar la resistencia a los aislamientos Kenya, Zimbabwe1, Zimbabwe9, y Camerún, se enviaron 100 genotipos. Se presentan los resultados del segundo y tercer envíos del año 2002 y del primer envío del año 2003. Los resultados de los otros dos envíos aun no han sido recibidos. Es importante anotar que 4 de las 5 introducciones de Híbrido de Timor 1343 probadas, presentaron resistencia a los cuatro aislamientos. De las probables fuentes de resistencia citadas en la literatura Jackson 2 y Local Bronze 8 presentan resistencia a todos los aislamientos incluido el de Camerún. Igualmente, dos progenies F1 y dos progenies F4 de materiales de porte alto x el Híbrido de Timor presentaron resistencia a los cuatro aislamientos. Se confirmará la resistencia a Camerún de las probables fuentes de resistencia para planear cruzamientos con estos genotipos.

Pruebas de campo en Zimbabwe. Se recibieron los datos de campo de la segunda evaluación por resistencia a CBD enviados por el Dr. Dumisani

Kutywayo. Se presenta el informe con los análisis de los resultados. Infortunadamente el bajo nivel de infección en los experimentos no permitió la discriminación de genotipos por su reacción de resistencia o susceptibilidad. Se está planeando con el Dr. Dumisani realizar inoculaciones artificiales con el fin de incrementar el nivel de infección.

CONSERVACIÓN Y EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA DE CAFÉ. MEG05.00

Diferentes actividades propias del germoplasma se realizaron en la Colección Colombiana de Café. Estas actividades fueron específicas de cada uno de los lotes en que se encuentran las entradas de la Colección. Comprenden modificaciones en el manejo de las entradas sembradas en algunos experimentos de acuerdo con su estado y la información disponible sobre su reacción a la roya; así se programaron controles en selecciones susceptibles de los clones del Internacional y el Internacional renovación (Meg 0526), y se suspendieron los controles en varias entradas portadoras de genes de resistencia, se programaron renovaciones por soqueo, estaca y ocasionalmente por semilla de introducciones en mal estado, para completar los ejemplares de determinadas accesiones. También se mejoró notablemente el estado de las entradas que se encuentran en la Colección de Especies y variedades de Cenicafé (Meg 0525), y su representatividad, al llevar nuevos híbridos y especies diploides a ella.

Se realizaron nuevas evaluaciones de roya en los nuevos componentes de variedad Colombia que se encuentran en el parque Clonal de la variedad Colombia (Meg 0527) y de roya y grano, en selecciones o introducciones en las cuales estas estaban incompletas. Dentro del experimento Meg 0833, se evaluaron por antixenosis y antibiosis introducciones de la colección de la Fao a Etiopía. (Ver informe del Meg 0800). También se enviaron muestras para evaluación de la calidad en taza.

Se llevaron nuevas selecciones a la Colección. Estas selecciones son clones de las mejores plantas

estudiadas en los experimentos de la disciplina y que en general recombinan buenos atributos agronómicos con caracteres destacados de resistencia a la roya y al CBD.

Se actualizó la información relativa al estado, planes de manejo, evaluación, nuevas siembras, duplicaciones y usos de las introducciones de la Colección Colombiana de café. Esta información fue la base para programar todas las actividades.

Se eliminaron los duplicados de algunas entradas, lo mismo que algunas selecciones en cuyas características no se tiene interés. También dentro de algunas entradas se eliminaron plantas que no tenían los caracteres que las identifican.

Finalmente, como consecuencia del cada vez mejor manejo y estado del germoplasma Colombiano de Café, aumentó su importancia y uso, no sólo dentro de la disciplina, y otras disciplinas del Centro, sino el uso por parte de otras entidades.

MEJORAMIENTO POR HIBRIDACIÓN INTERESPECÍFICA EN CAFÉ. MEG06.00

Se presentan los resultados del experimento Meg 0649, el cual fue sembrado con el objetivo de evaluar 28 progenies F_1RC_2 (4), F_2RC_1 (16), F_2RC_2 (4), F_3RC_1 (2) y F_4RC_1 (2), provenientes de plantas seleccionados en poblaciones de retrocruzamientos de *Coffea arabica* X *Coffea canephora* y seleccionar las mejores plantas de las mejores progenies para la próxima generación.

El experimento se sembró en campo en diciembre de 1997, en la Estación Central Naranjal de Cenicafé, bajo el diseño de látice cuadrado de 5X6 con dos repeticiones. La unidad experimental un surco de 12 plantas, de las cuales 10 eran efectivas. Los testigos fueron las variedades Colombia y Caturra. La distancia de siembra fue de 1,6 m x 1 m. Se midió la altura de planta a los 12 y a los 24 meses, se hicieron 9 evaluaciones de roya de acuerdo con la escala de Eskes y Braghini, se midió la producción durante 4 años y las características

de fruto y de grano durante dos cosechas principales.

Al hacer la evaluación y el análisis estadístico de los principales caracteres agronómicos se obtuvieron los siguientes resultados: Cerca del 10% de las plantas no mostraron roya y más del 50 % tuvieron calificaciones máximas menores o iguales a 2, mostrando que la mayoría de las progenies se comportaba como altamente resistente, mientras que la variedad Caturra tuvo calificaciones máximas mayores o iguales a 4. La altura de planta de las progenies a los 24 meses fue estadísticamente significativa, 4 progenies fueron en promedio más altas que Caturra y sólo una fue de menor altura; También hubo diferencias significativas en la frecuencia de frutos vanos, en los granos caracoles y en el tamaño del mismo. Al considerar simultáneamente estas características, ocho progenies fueron iguales, o superiores en tamaño a Caturra. La producción promedia de las cuatro cosechas para las progenies estuvo entre 4,3 kg de café cereza/planta (432 @ c.p./ha) y 1,0 kg de café cereza/planta (102 @ c.p./ha). Las progenies FA338 y EX1 fueron estadísticamente superiores a la variedad Colombia, mientras que 5 progenies fueron inferiores. Las producciones en los diferentes años, lo mismo que la altura de planta, correlacionaron positivamente. La heredabilidad progenie - progenitor para características del fruto y del grano fue de media a alta. Al considerar simultáneamente todos los caracteres se destacan 4 progenies FA 338, FA 76, EY2 y FA 350, de ellas se seleccionaran para evaluar la próxima generación de 3 a 4 plantas. También se seleccionarán plantas altamente resistentes de otras progenies para estudiar las progenies de autofecundación o para retrocruzarlas a otra variedad comercial que las complemente.

PROPAGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE VARIEDADES MEJORADAS. MEG0700

Caracterización morfológica de componentes de variedad Colombia en dos

ambientes. De la recombinación entre Caturra X Híbrido de Timor, resultado de la segregación genética, se expresan en sus descendientes diferencias en sus características morfológicas tales como altura y diámetro de las plantas, curvatura, longitud y ángulo de inserción de ramas, forma, tamaño y color de las hojas, entre otras.

En la selección de los primeros componentes de la variedad Colombia, el proceso se basó en la correlación entre vigor vegetativo, grado de similitud a Caturra, frecuencia de plantas sobresalientes, y proporción de fenotipos indeseables.

En la actualidad, debido a la necesidad de «mantener actualizada» la resistencia durable a roya, y de mejorar sus características agronómicas iniciales, se han involucrado en la variedad selecciones cuyo fenotipo no corresponde al tipo Caturra, lo que ha introducido alguna heterogeneidad a las mezclas que se distribuyen a los caficultores sin que ello constituya obstáculo para su cultivo.

En el presente trabajo se caracterizaron 24 progenies componentes de variedad Colombia, con varios propósitos: facilitar su identidad, orientar la conformación de mezclas específicas, satisfacer las exigencias para la certificación de semillas, aportar conocimiento para el diseño de implementos para la cosecha asistida, y para las diferentes prácticas agronómicas de la fitotecnia del cultivo.

Las variables de respuesta se midieron en dos ambientes contrastantes por brillo solar y productividad, en las Subestaciones Experimentales del Rosario y Maracay, en dos edades de siembra. Las variables se agruparon de acuerdo a la conformación de las plantas, a la conformación de los frutos, a la conformación foliar y las descriptivas. Se utilizó un diseño de investigación transversal que permite describir variables y establecer interrelaciones entre ellas.

Como resultado se pudo establecer que el ambiente más adecuado para observar la expresión de las

variables es Maracay, ya que el ambiente particular del Rosario homogeniza la expresión de las mismas. Utilizando los cuartiles de la distribución normal, para los registros tomados en Maracay, se separaron grupos de progenies con mayor similitud fenotípica para el conjunto de variables consideradas, que de acuerdo con el criterio y experiencia de la Disciplina de Mejoramiento Genético y Biotecnología podrían utilizarse sin detrimento de la diversidad genética necesaria para mantener la resistencia durable a la roya del cafeto.

BÚSQUEDA DE FUENTES DE RESISTENCIA GENÉTICA A LA BROCA *Hypothenemus hampei* EN GERMOPLASMA DE CAFÉ. MEG08.00

Evaluación de Resistencia por Antibiosis y Antixenosis de Introducciones de Café a Hypothenemus hampei (Ferrari). MEG08.33. La disciplina de mejoramiento genético realiza un proyecto de identificación de fuentes de resistencia a la broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), como primer paso en el desarrollo de variedades con resistencia a este insecto. En este informe se presentan los resultados de la evaluación, en condiciones controladas ($26^{\circ}\text{C} \pm 1$; $75\% \pm 5$ H.R.), de 20 introducciones de café para los dos mecanismos de resistencia.

En la evaluación de antibiosis se estudiaron 20 introducciones (18 etíopes de *Coffea arabica* L., una de *Coffea liberica* Bull., y la variedad Caturra como testigo), en un diseño completamente al azar. Se hizo análisis de varianza y prueba de Dunnett para el total de estados y para el estado predominante en cada evaluación. El desarrollo de huevo a adulto fue de 20 días para la mayoría de las introducciones, y la oviposición de la hembra fundadora duró 28 días aproximadamente. Entre las introducciones se destacaron *C. liberica*, CCC 534, CCC 359 y CCC 363, las cuales tuvieron menor número de estados que Caturra en la mayoría de las evaluaciones. En ellas, el número de huevos acumulados a los 16 días, cuando casi había finalizado la oviposición de la hembra fundadora, fue de 20, 26, 24 y 23,

respectivamente, y el de adultos al terminar el experimento 21, 22, 23 y 25, mientras que en el testigo fue de 34 huevos y 31 adultos. Luego se estudió la tabla de vida de las dos introducciones más destacadas en el anterior experimento, *C. liberica*, CCC 534, y de Caturra. Se calcularon las funciones de supervivencia hasta los 72 días y al compararlas no hubo diferencias significativas. La oviposición acumulada y el número de estados fueron significativamente menores en las introducciones (CCC 534: 32 ± 2 , 28 ± 2 ; *C. liberica*: 28 ± 2 , 28 ± 2) que en Caturra (42 ± 2 , 41 ± 3). Se calcularon los parámetros poblacionales: el tiempo generacional fue muy similar para las tres introducciones entre 45 y 48 días; mientras que las diferencias en el experimento de fertilidad se reflejaron en la tasa intrínseca de crecimiento (r_m): 0,071 para Caturra, 0,066 para CCC534 y 0,058 para *C. liberica* y en la tasa reproductiva neta (R_0), 25, 20, 16 huevos, respectivamente. Estos resultados confirmaron los obtenidos en el primer experimento.

Por antixenosis se evaluaron 8 introducciones etíopes, *C. liberica* y Caturra en tres experimentos: Dos estudiaron la susceptibilidad de los genotipos a la broca, cuando esta podía elegir entre varios, «selección libre». Se colocaron en una jaula entomológica (1,7 x 1,7 x 1,8 m), bandejas con frutos de cada una de las introducciones a diferentes niveles (55, 85, 115, 145 cm), se liberaron brocas recién emergidas en proporción 1:1 en la parte central del piso, y se usó un diseño de bloque completos al azar, con la altura como bloque. En el tercer experimento, «sin selección», se infestó cada introducción individualmente en jaulas de 1,2 x 0,4 m de diámetro con una bandeja a 100 cm de altura, nuevamente el diseño fue de bloques al azar, el tiempo fue el factor para formar los bloques. En todos los experimentos hubo diferencias significativas entre bloques. En los dos primeros, las bandejas colocadas a mayor altura tuvieron más frutos colonizados por la broca pero en ninguno de los experimentos se encontraron diferencias significativas entre introducciones.

CONSTRUCCIÓN DE UN MAPA GENÉTICO EN CAFÉY SU UTILIZACIÓN PARA LA DETECCIÓN DE QTL.

MEG14.00

Los mapas genéticos basados en marcadores moleculares son una herramienta de gran utilidad para determinar la herencia de caracteres agronómicos de importancia, para conocer el número de genes que influyen un carácter, su localización en los cromosomas, el efecto del número de copias en el genoma en la expresión de un carácter, para estudiar la transmisión de genes específicos o partes del genoma de progenitores a progenies, para clonar genes de importancia con base en sus efectos en el fenotipo, sin requerir conocimiento de sus funciones específicas.

Durante este período las actividades se concentraron en el diseño de primers, su optimización y su evaluación en una muestra representativa del germoplasma de café de Cenicafe.

Se diseñaron primers para 153 secuencias de DNA, de las cuales algunas corresponden a secuencias EST's (Expressed Sequence Tags), otras a secuencias SSR's. (*Simple Sequence Repeats*) y las demás, a secuencias del grupo Francés obtenidas en la base de datos: «*Coffea arabica* microsatellite DNA

(<http://www.univ.trieste.it/~biologia/ricappl/Genetica/COFFEE%20MICROSAT.htm>)

Respecto a la optimización de los marcadores microsatélites se hizo una primera amplificación de todos los microsatélites con el fin de establecer cuales de ellos amplifican de manera clara y cuales requerían ser optimizados en sus parámetros de amplificación para ser utilizables.

En total se evaluaron 326 primers, 157 primers del motif «CA» y 169 primers del motif «GA». De ellos, 290 presentaron una buena amplificación, mientras los restantes 36 primers no amplificaron

o su amplificado no fue muy bueno por lo que se procedió a optimizarlos.

Con los microsatélites que presentan un patrón de amplificación claro, se iniciaron los trabajos de caracterización, utilizando una muestra de 31 genotipos representativa del germoplasma, que contiene especies diploides y dentro de *C. arabica* variedades comerciales e introducciones de Etiopía. Hasta el momento se han evaluado 167 microsatélites mediante la determinación del número de alelos y el valor del polimorfismo para cada uno de ellos en los 31 genotipos.

Igualmente, se inició el mapeo materno en la población F1 de *C. liberica* 24 x *C. eugenoides* oficina que consta de 94 individuos. Hasta el momento se han mapeado 173 microsatélites en la población.

Se hizo el análisis de polimorfismo de las tres poblaciones F2 potenciales para la construcción del mapa genético utilizando 426 marcadores microsatélites. La población que presenta mayor polimorfismo es la que está a partir de los padres Caturra 6 y BGB 910 con un polimorfismo de 26,05%.

Se esta estandarizando la técnica de AFLP para café.

ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE LOS GÉNEROS PASSIFLORAY CARICACEAE EN LA ZONA CAFETERA. MEG19.00

Se desarrolló una interfase ACCESS para los descriptores morfológicos de Passifloras con los datos de localización, interfase que fue llamada «Flor de la Pasión». Este programa está listo para iniciar su ejecución con las colectas, el cual facilitará los análisis de diversidad propuestos en los programas Floramap y DIVAGIS.

Los programas DIVAGIS Y FLORAMAP, se equiparan con los SIGs disponibles en el Centro (ILWIS Y ARC VIEW), con respecto al programa DIVAGIS, por su especificidad y por ser un

programa de dominio público es el más adecuado. Con respecto al programa FLORAMAP por sus características para las cuales fue desarrollado y por ser un programa altamente especializado al utilizar datos climáticos y datos históricos de accesiones disponibles en accesiones. A este programa se le adicionarán los datos climáticos de la red climatológica de la Federación Nacional de Cafeteros.

Con la metodología para calcular el índice de rendimiento-estabilidad y la varianza de Shukla estimada por REML (Restricted Maximum Likelihood), y para la interpretación de la interacción genotipos por ambiente, para seleccionar genotipos con adaptabilidad específica a condiciones de fertilidad y para complementar los análisis de evaluación regional de componentes de variedad Colombia. Por tanto, los genotipos seleccionados por esta metodología concuerdan con los genotipos de mayor producción a través de las cosechas. De esta manera, los genotipos sobresalientes (BI712, CATUSC, CX2567, CATUCC, CU1951, CX2188, CU1778, VARCOL, BH813) por su producción en las condiciones imperantes en el lote en la Estación Central Naranjal, poseen un potencial para estudios con adaptación específica a condiciones por estrés de fertilidad.

Hacia el futuro se podrá aplicar la estructura de SIG a cada uno de los experimentos desarrollados en la Disciplina de Mejoramiento Genético, lo que permitirá el manejo de la información en forma de mapas (distribución de los lotes, ubicación precisa de progenies o genotipos de interés, producción, altura, enfermedades, plagas, fertilidad, etc.), lo que favorecen la implementación y ajuste de los conceptos de Agricultura de Precisión en la investigación realizada en Café, que permitirá la selección de variedades adaptables a condiciones agroecológicas específicas, a condiciones de estrés y, condiciones de manejo (sombra, libre exposición, Caficultura Orgánica, Cosecha mecanizada, entre otras).

EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE TRANSFORMACIÓN GENÉTICA DE *Coffea arabica* VAR. COLOMBIA EN CONDICIONES DE LABORATORIO DE CENICAFÉ. BTE05.05

Se desarrolló un protocolo para la regeneración *in vitro* mediante la embriogénesis somática indirecta de nuevos componentes de la variedad Colombia que han mantenido su resistencia de tipo específica a la roya del café (*Hemileia vastatrix*). El protocolo de laboratorio consistió en inducir la formación de un callo primario que al ser transferido a un medio de inducción generó una población de células embriogénicas. Estas células se multiplicaron rápidamente en un medio de cultivo líquido suplementado con auxina y citoquinina donde han mantenido su capacidad embriogénica después de 9 meses de cultivo. La eliminación en el medio de cultivo de la auxina detuvo drásticamente el crecimiento celular e indujo la formación de gran cantidad de embriones somáticos. Los embriones germinaron y formaron plántulas enraizadas después de 2 meses de cultivo en un medio sin reguladores de crecimiento.

También se logró la clonación del gen de un inhibidor de amilasas proveniente del frijol (*Phaseolus vulgaris*, var. Radical) que ha demostrado su actividad inhibitoria contra extractos crudos de amilasas extraídas de la broca del café. Con este gen se construyeron vectores de transformación que fueron usados para la obtención de plantas transgénicas de tabaco (*Nicotiana benthamiana*). Estas plantas están creciendo en el invernadero esperando la producción de semillas para evaluar su naturaleza transgénica y su actividad inhibitoria contra la broca.

Aislamiento y caracterización de lectinas e inhibidores de proteasas de las semillas de café en la búsqueda de proteínas insecticidas. En café la búsqueda y caracterización de proteínas insecticidas como lectinas e inhibidores de proteasas, que han sido utilizadas con éxito en otras especies para el control de insectos, son una

alternativa para la identificación de una variedad resistente a la broca, *Hypothenemus hampei*. Las lectinas son proteínas o glicoproteínas de origen no inmune que se unen a carbohidratos con gran especificidad y causan aglutinación de células. Su toxicidad involucra la unión específica a glicoconjugados expuestos sobre las células epiteliales del intestino medio del insecto alterando la superficie celular, lo cual permite la absorción de sustancias perjudiciales, y privan al insecto de los nutrientes para su crecimiento y desarrollo. Estas proteínas insecticidas pueden usarse para la producción de plantas resistentes a insectos por mejoramiento tradicional o por ingeniería genética.

Para la identificación de lectinas en las semillas, en café cereza y en hojas de *Coffea arabica* variedad Caturra se probaron varias soluciones amortiguadoras para la extracción de proteínas de estos tejidos encontrando que el buffer Tris-NaOH pH 8,0 presentó una eficiencia similar al resto de los buffers probados, con la ventaja que no produjo oxidación después de 10 días de almacenamiento a 4°C. Se determinó que la precipitación de las proteínas de las semillas de café con $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ se debe realizar en dos pasos al 30% y al 70%. Se inició la purificación de la proteína mediante la separación cromatográfica en Sephadex G-25 y Sephadex G-100, obteniendo tres picos que aglutinaron los eritrocitos de los tipos sanguíneos A y O positivos, y los eritrocitos de equino, pero no aglutinaron los eritrocitos de bovino, canino, ovino y caprino. Mientras que los extractos proteínicos de las semillas, de café cereza y de hojas de *Coffea arabica* no aglutinaron los eritrocitos de los tipos sanguíneos A y O positivos ni los eritrocitos de las diferentes especies animales probadas. Se emplearon dos métodos de inmunoprecipitación, Dot Blot y Western Blot para el reconocimiento de polipéptidos en los extractos proteínicos de las semillas, de café cereza y de hojas, así como de los picos obtenidos de la separación en Sephadex G-100, usando anticuerpos anti-lectina de *Ricinus communis*. Se encontró que los anticuerpos anti-lectina de *R. communis* reconocieron las lectinas presentes en las semillas, en café cereza, en hojas y

en los picos 1 y 2 de la separación cromatográfica en Sephadex G-100.

Este es el primer reporte de la presencia de lectinas en semillas, en café cereza y en hojas de *Coffea arabica* variedad Colombia. La identificación de lectinas e inhibidores de proteasas en café que confieran resistencia a la broca sería muy conveniente porque podría mejorarse genéticamente el cultivo creando resistencia con proteínas insecticidas propias lo cual tendría menos rechazo que la introducción de proteínas de otras especies que no están relacionadas genéticamente como bacterias, hongos, y otras especies de plantas etc. Además, si las proteínas son de origen vegetal, tienen la ventaja de poseer un alto grado de compatibilidad con el sistema metabólico de las plantas hospedantes.

Avances en la selección precoz por producción en generaciones avanzadas de café (*C. arabica* L.) Se busca disminuir el tiempo para la selección por producción en café, en el cual este carácter se evalúa en cada generación en segregación por la producción acumulada durante cuatro o más años (cosechas), y se evaluaron métodos de selección precoz basados en genética cuantitativa y estadística. Uno de estos es la respuesta correlacionada entre la producción acumulada durante todo el ciclo del cultivo (producción total) y las producciones acumuladas en determinados períodos (producciones parciales). La comparación entre el avance genético teórico obtenido por unidad de tiempo, con la selección efectuada con las producciones parciales (selección indirecta) y con la producción total (selección directa), mide la eficiencia del procedimiento. Adicionalmente, la coincidencia entre las progenies seleccionadas por uno u otro procedimiento corrobora su bondad. Como esta respuesta puede depender de la población y la generación estudiada, el método se estudió en varios experimentos con diferentes diseños, en generaciones F_4 y F_5 de híbridos intra e interespecíficos. Se determinó el mes a partir del cual la correlación fue mayor del 80% y se calculan los avances genéticos respectivos en función del

tiempo. Los resultados indican que es posible reducir el tiempo de selección entre el 25 y el 38% y obtener una disminución significativa en los

costos en el proceso de selección. La concordancia entre las progenies seleccionadas precozmente y las seleccionadas al final del ciclo es del 90%.

FISIOLOGÍA VEGETAL

Distribución foliar del cafeto, área foliar e índice del área foliar. Se estudió la distribución foliar del cafeto *Coffea arabica* L. cv. Colombia, en plantaciones de 5, 17, 31, 43 y 53 meses de edad y para densidades de 5.000 y 6.666 plantas por hectárea. Mediante el análisis de frecuencias de los ángulos observados se encontró que el mayor porcentaje de las hojas se encuentra en el rango de ángulos de 0 a 30°, lo cual es típico de las plantas con una distribución foliar planófila, resultado similar al encontrado en estudios previos. Se midió el área foliar e índice de área foliar por métodos directos e indirectos, mediante la interceptación de la radiación con el sistema Licor LI-1200 «medidor de la fronda vegetal», el cual sobrestima los valores reales obtenidos entre un 19 y 21%, debido a que el equipo no discrimina la presencia de otros órganos de interceptación de la radiación como ramas y frutos. Sin embargo al relacionar los valores estimados por métodos indirectos, con métodos directos, se encontró una relación lineal, con altos valores de determinación estadística, lo cual permite realizar las mediciones con el equipo mencionado y hacer los ajustes para obtener los valores reales para el cultivo.

Composición química del fruto de café. Se estudiaron los azúcares y lípidos presentes en el fruto de café en diferentes etapas de su crecimiento, encontrando los de mayor cantidad del primer grupo químico, la sacarosa, la fructosa y la glucosa. La fructosa disminuye a través del tiempo, en tanto que los otros dos compuestos permanecen constantes. En cuanto a los lípidos presentes, se estudiaron los ácidos grasos libres de cadenas de 9 a 22 carbonos, donde los compuestos de mayor concentración son el ácido hexadecanóico y 9 octadecadienóico, ambos ácidos aumentan su

concentración a medida que el fruto se desarrolla tanto la pulpa como en el endospermo. En la pulpa, se presenta el ácido 9,12,15 octadecatrienoico más concentrado que en el endospermo. Se logró identificar algunos hidrocarburos en menor concentración pero hasta el momento no se ha determinado una relación directa con el crecimiento del fruto.

Crecimiento y fotosíntesis del fruto de café.

Se cuantificaron en períodos quincenales la fotosíntesis y los cambios en la composición del pericarpio de los frutos de *Coffea arabica* L. cv. Caturra, durante su desarrollo, en condiciones de la zona cafetera central. Los frutos alcanzaron su máximo crecimiento a los 224 días después de la floración. La acumulación de materia seca se lleva a cabo en cuatro etapas, una de crecimiento lento, una de crecimiento rápido, una fase de estabilización y otra de disminución asociada a procesos degradativos y de post-maduración (Figura 36).

Se encontró que aproximadamente el 33% de los fotoasimilados almacenados en el grano provienen de la fijación del CO₂ realizada por los tejidos del pericarpio. Este resultado confirma los resultados obtenidos en estudios previos, según los cuales la fotosíntesis realizada por los tejidos de la cubierta del fruto (pericarpio), es responsable del 30% de acumulación de fotoasimilados. Los cambios en la composición de la cubierta del grano se caracterizaron por un decrecimiento del contenido de clorofila ocasionado por su degradación y por la formación de otros pigmentos (antocianinas y carotenoides), durante la época de maduración del fruto. También se reduce el contenido de proteína total y la actividad enzimática de Rubisco. La actividad de PEPC y SPS se incrementó con el

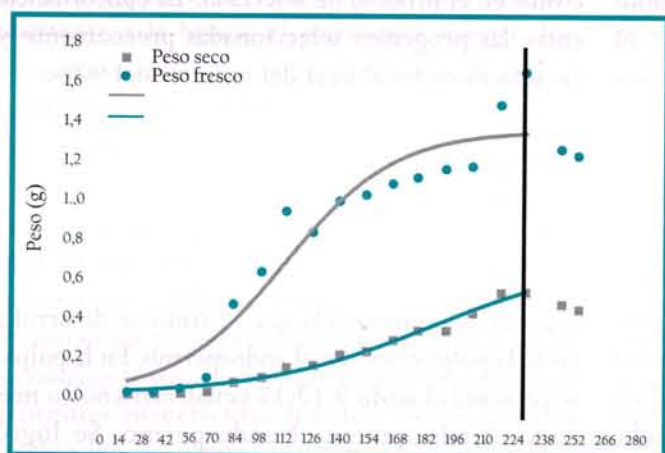


Figura 36. Comportamiento del crecimiento del fruto en término del peso fresco y el peso seco, en *Coffea arabica* L. cv Caturra. Las barras verticales indican el error estándar

desarrollo del fruto hasta un valor óptimo a los 98 días después de la floración, momento en el cual la tasa de crecimiento en términos del peso fresco es máxima y luego disminuyó.

Incremento de las concentraciones de CO_2 en el aire y su efecto sobre la fotosíntesis y el crecimiento del café. Las plantas de café sometidas a los tratamientos de enriquecimiento de CO_2 (concentración normal del aire + 200 ppm y concentración normal del aire + 400 ppm) han mostrado, en términos generales, una respuesta positiva en cuanto a crecimiento, acumulación de materia seca y balance de asimilación de CO_2 . Las tasas fotosintéticas en las plantas de café

pertenecientes a los dos tratamientos de enriquecimiento de CO_2 (+ 200 ppm y + 400 ppm), han sido superiores en todos los ciclos de medición, comparando con los valores obtenidos para el tratamiento testigo (aire normal). El incremento en la actividad fotosintética, se traduce en mayor acumulación de materia seca en los diferentes componentes y por tanto, en variables de la mayor importancia en la productividad de la especie como el área foliar (Figura 37). Los resultados permiten concluir que la planta de café presenta un metabolismo típico de planta C_3 .

Efecto de la disponibilidad del nitrógeno y el fósforo sobre el proceso fotosintético de la

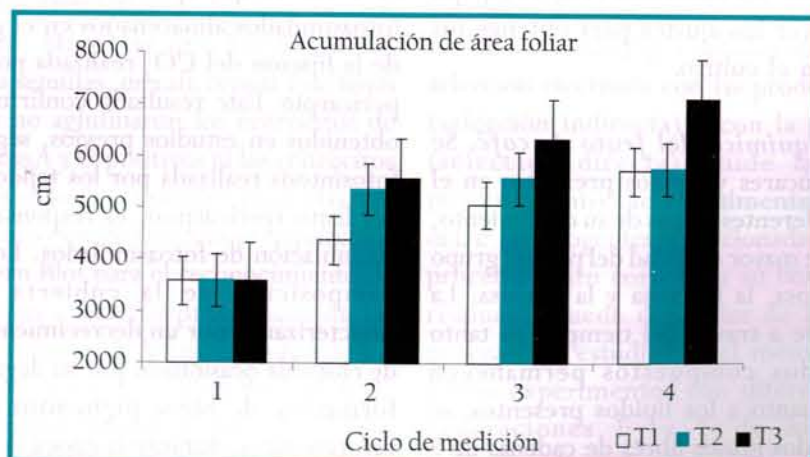


Figura 37. Acumulación de área foliar en los distintos tiempos de muestreo. T1 = Aire normal. T2 = Aire normal + 200 ppm de CO_2 . T3 = Aire normal + 400 ppm de CO_2 .

hoja del cafeto. Al comparar el efecto de la disponibilidad del nitrógeno y el fósforo sobre el proceso de intercambio gaseoso de la hoja del cafeto se puede considerar que la reducción en la disponibilidad del nitrógeno tiene mayor efecto sobre la fotosíntesis que la del fósforo. Mientras que una reducción del 25% en el nitrógeno disponible para la planta afectó la fotosíntesis, para el fósforo se observó que la fotosíntesis disminuyó solamente cuando la reducción fue del 75% (Tabla 25). En relación con el efecto del nitrógeno y el fósforo sobre los contenidos de clorofila y proteína, la deficiencia de nitrógeno afectó más que la del fósforo. Mientras que una disminución del 25% o más en la disponibilidad de nitrógeno tuvo efectos significativos sobre el contenido de clorofila, para el fósforo se observó que la cantidad de clorofila foliar disminuyó significativamente cuando la reducción del fósforo fue del 50% o más. Igualmente, en plantas sometidas a deficiencia de nitrógeno una disminución del 25% o más afectó significativamente el contenido de proteína total soluble, pero no así en plantas con deficiencia de fósforo, donde no se observó ningún efecto. Estas respuestas diferenciales de la planta al nitrógeno y al fósforo, tienen su origen en la dependencia que la clorofila y la proteína tienen por el nitrógeno

para su síntesis, por tanto, debe tenerse en cuenta que cerca de la mitad de la proteína foliar se encuentra en el cloroplasto y que además, 1/4 a 1/2 de la proteína foliar tiene función enzimática (Rubisco). La actividad enzimática de Rubisco de plantas sometidas a dosis diferenciales de nitrógeno y fósforo presentó valores mínimos cuando la disponibilidad de estos nutrientes fue baja, lo que indica que a concentraciones de 4 mM para el nitrógeno y de 0,5 mM para el fósforo se estaría sobrepasando el umbral mínimo de aporte a partir del cual se afecta significativamente el funcionamiento de la enzima. La respuesta de la planta a la variación en la disponibilidad del nitrógeno y del fósforo en términos del crecimiento y acumulación de materia seca y de acuerdo a los resultados, demuestra que el cafeto es más sensible a las modificaciones en la disponibilidad de nitrógeno. Esto se debe probablemente a que la planta para su asimilación demanda gran cantidad de energía, obtenida de la oxidación de carbohidratos translocados desde la parte aérea a la raíz, mecanismo que en plantas con deficiencia estaría determinando un desbalance en la relación «fuente - vertedero» que repercutiría en la acumulación de biomasa. A diferencia, para la asimilación del fósforo no se tiene éste

Tabla 25. Valores promedio de la fotosíntesis neta (P_n) y transpiración (E), de la hoja de plantas de café luego de 130 días de cultivadas bajo diferentes concentraciones de nitrógeno y fósforo (mM) suministrado en solución nutritiva.

Nitrógeno	P_n	E
	$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\text{mmol}(\text{H}_2\text{O}) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
16 mM	3,07 a	1,10 c
12 mM	2,79 b	1,25 b
8 mM	2,33 c	1,14 c
4 mM	2,41 c	1,37 a
Fósforo	P_n	E
	$\mu\text{mol}(\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	$\text{mmol}(\text{H}_2\text{O}) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
2,0 mM	1,91 a	1,40 a
1,5 mM	1,97 a	1,44 a
1,0 mM	1,88 a	1,25 b
0,5 mM	1,58 b	1,22 b

*Promedios con la misma letra no presentan diferencias significativas (Duncan 0.05).

requerimiento, ya que la planta lo absorbe en forma oxidada (fosfato o ácido fosfórico) quedando activo en la célula para ser transportado. Esto conduciría a que en plantas bajo diferentes dosis de fósforo no se presente un gasto energético de carbohidratos que genere un desbalance en la relación fuente - vertedero» o distribución de asimilados que afecte el crecimiento y la acumulación de materia seca.

Fotosíntesis y relación fuente demanda en la planta de café *Coffea arabica* L. La fotosíntesis, proceso mediante el cual las plantas verdes son capaces de sintetizar su propio alimento (Organismos autótrofos) y generar excedentes para la alimentación y uso humano y animal, es el proceso más importante en la biosfera. Los diferentes tipos de sustancias generadas a través de este proceso (carbohidratos y azúcares principalmente) deben ser transportados a los diferentes órganos que componen la planta, esto en función de la etapa fenológica en que ella se encuentre.

Mediante la aplicación de 8 tratamientos se varió el tamaño y fuerza de los órganos fuente de carbohidratos (hojas a través del proceso fotosintético), el tamaño y fuerza de los órganos de demanda (frutos en crecimiento y desarrollo), y por último, a través de un corte radical severo se pretende entender como es dicha relación, que

tanto afecta el crecimiento y la acumulación de materia seca en los diferentes órganos, en concordancia con el tratamiento aplicado.

Los datos muestran un comportamiento diferencial de los órganos que componen la planta. Aquellas plantas a las cuales se les retiró manualmente el 25% de su follaje no se muestran tan afectadas como aquellas que se les retira el 50% ó 75% de sus hojas, siendo más severo el último. El retiro de un porcentaje diferencial de frutos en pleno crecimiento permite que esos carbohidratos, que inicialmente debían llegar a los frutos separados de las plantas, sean transportados hacia otros órganos. El corte radical severo afecta notablemente el crecimiento y acumulación de materia seca en los diferentes órganos, comportándose similar a lo que sucede cuando la planta pierde el 75% de su aparato fotosintético (Figura 38).

Caracterización de Rubisco en introducciones de café y su relación con la actividad fotosintética.

La enzima Ribulosa 1,5 bisfosfato carboxilasa - oxigenasa (Rubisco), es la principal proteína de carboxilación fotosintética en la biosfera y es responsable de gran parte de la productividad vegetal. La actividad de Rubisco por gramo de peso fresco de las plantas de 18 genotipos varía entre $0,2172 \mu\text{mol}_{(\text{RuDP})} \text{g}^{-1} \text{PF min}^{-1}$ en el genotipo Kent y

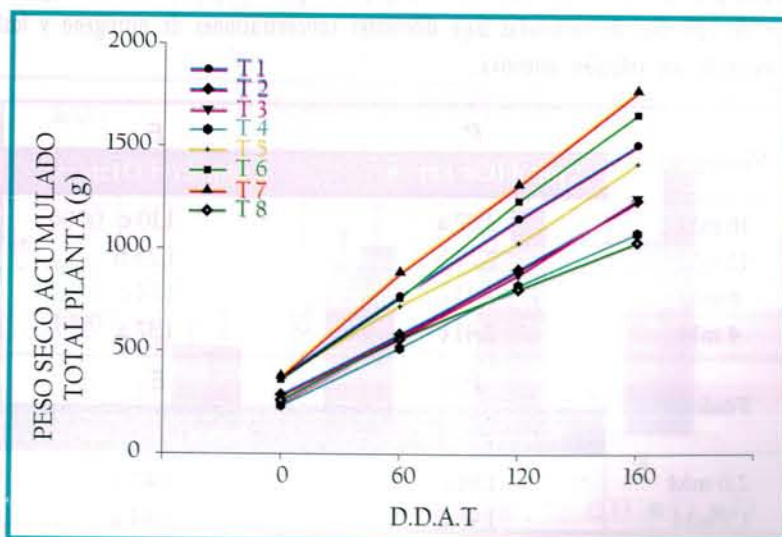


Figura 38. Peso seco acumulado de la planta total (g) para los 0, 60, 120 y 160 d.d.a.t. T1 = testigo, T2 = -25% hojas, T3 = -50% hojas, T4 = -75% hojas; T5 = -25% frutos; T6 = -50% frutos; T7 = -75% frutos; T8 = corte radical.

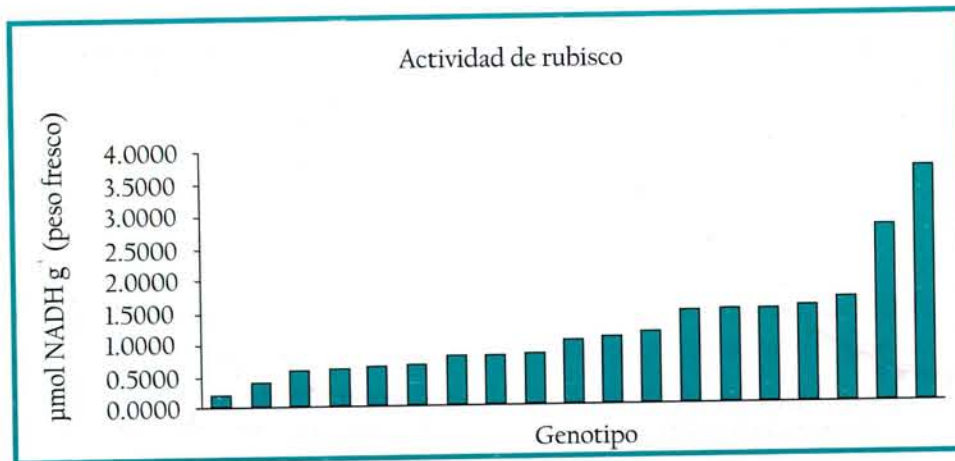


Figura 39. Actividad de Rubisco en base fresca para 19 genotipos de Café

3,6813 $\mu\text{mol RuDP g}^{-1} \text{PF min}^{-1}$ en el genotipo Mundo Novo Brasil (Figura 39). Según el análisis de varianza, existe diferencia altamente significativa entre genotipos. Los genotipos se discriminan de acuerdo con su actividad enzimática en tres grupos bien definidos: (1) Constituido por la variedad Mundo Novo Brasil (procedente del cruce de Típica por Borbón) (2) Constituido por Etiópe 186 (3) constituido por el resto de los genotipos.

Los resultados indican la alta variabilidad genética de los diferentes genotipos estudiados. Es notable que dentro de los genotipos con actividad $>1,0 \mu\text{mol}_{(\text{RuDP})} \text{g}^{-1} \text{PF min}^{-1}$, solamente se encuentran dos genotipos silvestres (*C. liberica* y Sudán Rume). El resto de los genotipos de este grupo pertenecen a los cafetos tipo arábico (*C. arabica*).

Extracción de nutrimentos por el caféto. La información obtenida en varios experimentos de la disciplina de Fisiología Vegetal, llevados a cabo bajo diferentes condiciones de oferta climática y altitud, permitieron determinar que el comportamiento de la acumulación de la materia seca en el conjunto de la planta es similar y es afectado principalmente por la densidad de población (Figura 40).

La tasa de extracción de nutrimentos sigue el mismo curso de la acumulación de biomasa,

independiente de la producción obtenida, pues esta última depende de la redistribución de la materia seca en los diferentes componentes de la planta. Los resultados indican que la extracción de nutrimentos tiene un fondo genético de alto peso específico, lo cual permitiría seleccionar genotipos por su eficiencia en el uso de los diferentes minerales. La Tabla 26, muestra la cantidad de cada uno de los elementos mayores requerida para obtener un gramo de materia seca. Se puede observar que no hay diferencia entre las localidades.

Desverdización de Naranja Valencia. Proyecto financiado en su totalidad por el Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola. Se desarrolló mediante convenio Asocítricos - Cenicafé. Se culminó el estudio sobre desverdización de Naranja Valencia sobre dos patrones [Sunky x English (SE) y CPB]. Lo ideal es cosechar la fruta en estado 4 de coloración externa (norma técnica - NTC 4086), debido a que es en éste, donde se presentan los menores valores de clorofila en la corteza, y de acidez titulable; los mayores contenidos de carotenos en la corteza y jugo, así como de sólidos solubles totales, que se traducen en los mejores índices de madurez. Esta característica, permite llevar a cabo el proceso en el menor tiempo, garantizando que las pérdidas en peso sean inferiores al 3,5%. Para la fruta procedente de SE en esta coloración, las mejores condiciones se

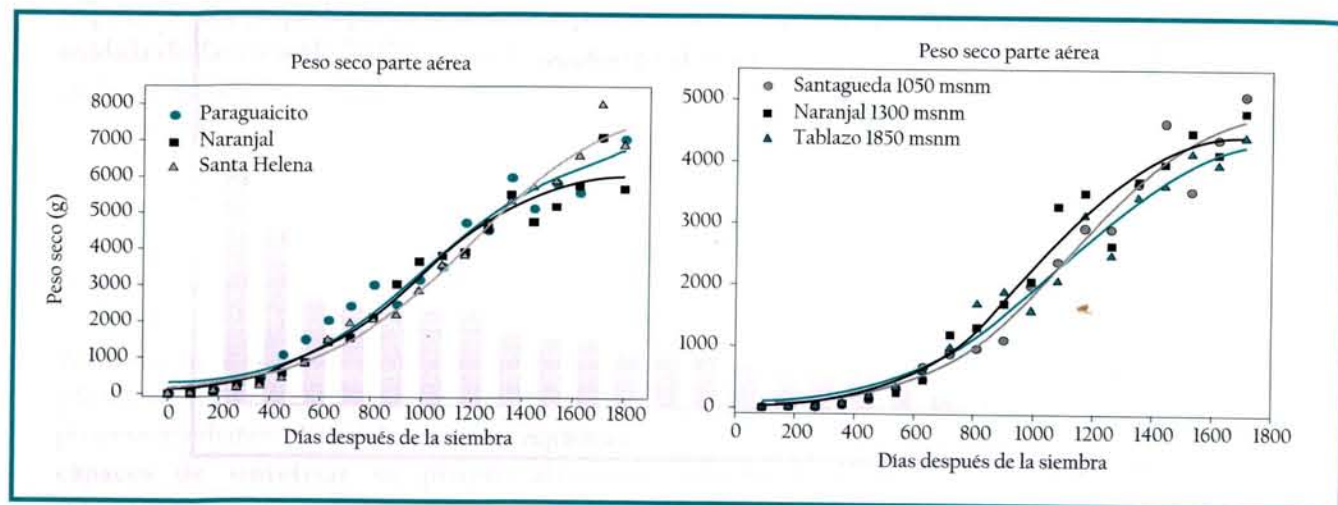


Figura 40. Acumulación de materia seca en la parte aérea de plantas de *Coffea arabica* L. cv. Colombia en diferentes localidades. En la izquierda la densidad de población (3.906 plantas Ha⁻¹). En la derecha la densidad de población (5.000 plantas Ha⁻¹).

Tabla 26. Cantidad de nutrimentos mayores extraídos, para la producción de un gramo de materia seca de la parte aérea de plantas de *Coffea arabica* L.

LOCALIDAD	NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO	CALCIO	MAGNESIO
	gN / gMs	gP / gMs	gK / gMs	gCa / gMs	gMg / gMs
Paraguaicito (Buenavista - Quindío)	0,015	0,0011	0,015	0,006	0,002
Naranjal (Chinchiná - Caldas)	0,014	0,0011	0,018	0,007	0,001
Santa Helena (Marquetalia - Caldas)	0,015	0,0010	0,013	0,006	0,002

desverdizado son 8 ppm de etileno, 25°C, 85% de humedad relativa, y tiempo de 5 a 6 días. Mientras que para CPB, las mejores condiciones son 12 ppm, 25°C, 85% de humedad relativa y tiempo de 8 a 9 días. La información obtenida permite afirmar que las frutas de coloración 2, son efectivamente desverdizadas bajo los mismos tratamientos, pero el color final que se obtiene en mayor tiempo es más claro y heterogéneo. De acuerdo con las observaciones y mediciones realizadas, es importante tener en cuenta el manejo de la fruta en la cosecha, puesto que la presencia del etileno incrementa visualmente el deterioro físico,

presentando manchas en la corteza y heterogeneidad en la calidad de la fruta.

Potencial de captura de carbono por ocho especies forestales nativas e introducidas.

Investigación financiada en su totalidad por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), se desarrolla en convenio Conif – Cenicafé. Se estudió la arquitectura, el intercambio gaseoso en hojas individuales y plantas completas y la acumulación y distribución de biomasa de las especies *Aliso* *Alnus acuminata*; *Nogal* *Cordia alliodora*; *Eucalipto* *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus pellita*; Pino

Pinus caribaea, *Pinus oocarpa* y *Pinus patula*; Guayacán rosado *Tabebuia rosea*; Melina *Gmelina arborea*; Pochota *Pochota quinata*. Los resultados indican que hay gran variabilidad entre las especies estudiadas en cuanto a su actividad como capturadores de carbono. Se obtuvieron las relaciones entre la radiación fotosintéticamente activa y la temperatura con el intercambio gaseoso, presentando comportamientos similares a los descritos para otras especies. El resultado más sobresaliente, es el haber podido encontrar una estrecha relación entre la actividad fotosintética en término de la producción de asimilados (CH_2O) y la acumulación de biomasa (Figura 41). Esta relación en conjunto con las distribuciones porcentuales de biomasa en los órganos de la planta, permiten rápidamente estimar la captura de carbono por las especies estudiadas en cada zona agro climática.

Producción de hortalizas bajo cubiertas plásticas. Proyecto cofinanciado por Productos Químicos Andinos (PQA) y Colciencias. Ejecutado

por Cenicafé. En la búsqueda de alternativas para los caficultores se lleva a cabo este proyecto en el cual se desarrolla una tecnología sencilla, de fácil acceso para los agricultores que les permita obtener ingresos adicionales, bajo el criterio de agricultura intensiva y limpia.

Los resultados más sobresalientes hasta el momento muestran que en un ciclo de producción de 5 meses, bajo el sistema de cubiertas plásticas, con fertirrigación, un agricultor en 480 m², puede obtener rendimientos de 7.3 toneladas en tomate tipo Milano (Híbrido Larga Vida), ó 6,8 toneladas de tomate tipo chonto. Así mismo podría obtener en un ciclo de 2,5 meses de 3.4 toneladas de pepino cohombro ó 0,7 toneladas de habichuela.

La tecnología probada, le puede permitir al agricultor en un lapso de dos años, amortizar la inversión y obtener ingresos equivalentes a un salario mínimo legal vigente (\$13'200.000) por año, en un área de producción de 480 m².

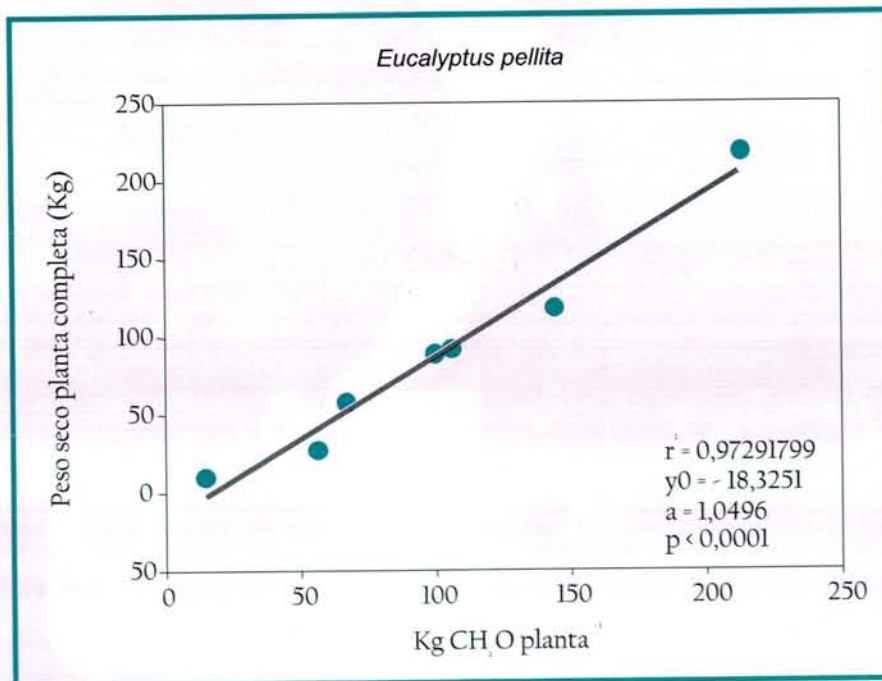
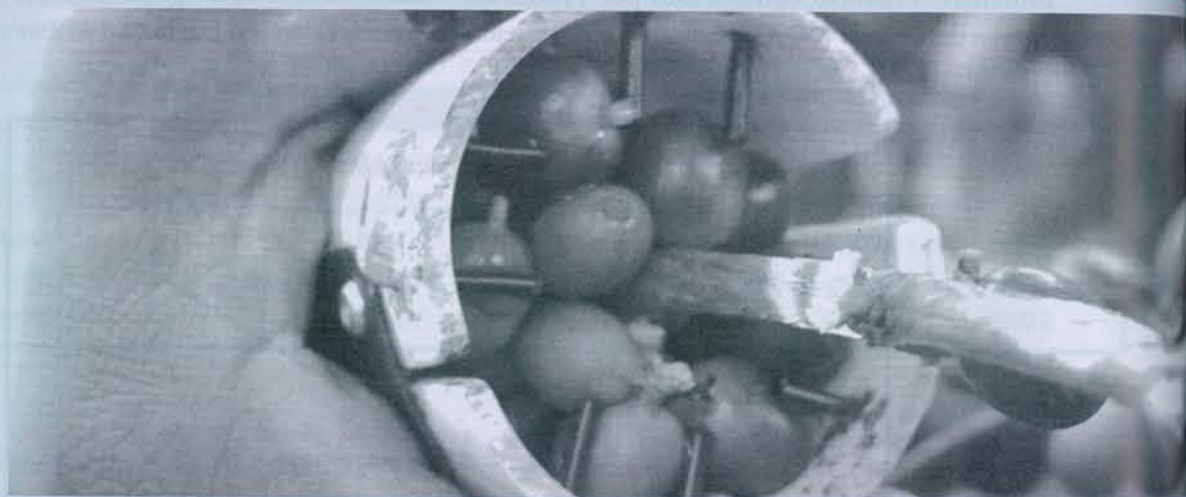


Figura 41. Relación entre la actividad fotosintética y la acumulación de biomasa en árboles de *Eucalyptus pellita* de varias edades, sembradas bajo las condiciones de Villanueva - Casanare.

POSTCOSECHA



que para CPR, la producción de...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

de carbono por...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

INGENIERÍA AGRÍCOLA

La disciplina adelanta investigaciones en las áreas de Recolección de frutos del suelo, Cosecha y Beneficio de café. Participa en investigaciones con otras disciplinas de Cenicafé en otras áreas de la producción de café, en la poscosecha de productos diferentes del café y en la capacitación de técnicos del servicio de Extensión de la Federación, Caficultores, Estudiantes y Docentes de Universidades del país.

RECOLECCIÓN DE FRUTOS DEL SUELO

Por solicitud de caficultores se adelantan investigaciones con el fin de desarrollar equipos apropiados para recoger frutos de café que caen, principalmente, durante la recolección. Se han desarrollado equipos de accionamiento manual y con succión neumática. Adicionalmente se evalúa tecnología portátil fabricada comercialmente en Italia para recoger otros frutos.

Evaluación de dos dispositivos en la recolección de frutos caídos al suelo. ING 0148. La recolección de los frutos de café caídos al suelo es importante para el éxito en el manejo integrado



Figura 42. Dispositivo Cifarelli V77S comercialmente para coger castañas, nueces y aceitunas

de la broca (MIB). Actualmente no se dispone de tecnología que permita hacerlo en forma eficaz y económica. En esta investigación se evaluaron tres dispositivos, dos neumáticos, uno portátil fabricado comercialmente para frutos diferentes al café (Cifarelli V77S) y un equipo de accionamiento manual, en el cual se utilizó un rodillo con púas en su superficie para espetar los frutos y depositarlos en una cubeta (Figuras 42, 43 y 44)

Con los equipos neumáticos la eficacia de recolección de frutos varió en el rango de 79% a 85% y la eficiencia de 15 a 17s/sitio. Con el equipo de accionamiento manual la eficacia y la eficiencia promedias de recolección de frutos fueron 77,3% y 23,5s/sitio, respectivamente. Distancias entre surcos inferiores a 1,5m y la presencia de hojarasca y trozos de ramas en los platos de los árboles son los mayores limitantes observados para el empleo de los equipos.

Evaluación de una aspiradora portátil en la recolección de frutos de café caídos al suelo durante la cosecha. ING 14-3. Los equipos a utilizar son aspiradoras marca Cifarelli modelo



Figura 43. Dispositivo neumático



Figura 44. Recogedor manual de malla y rastrillo

V77SD, de espalda, accionadas con motor de dos tiempos de 3.6kW, con peso de 13,6kg y capacidad para almacenar temporalmente hasta 10kg de producto aspirado del suelo (café y hojarasca).

Se evaluarán en 10 fincas localizadas en los departamentos de Antioquia (1), Caldas (5), Risaralda (1), Quindío (1), Valle (1) y Cauca (1), con la participación activa de propietarios y/o administradores. En cada finca se seleccionarán cuatro parcelas, cada una con 1000 sitios, separadas entre sí por lo menos 25m. Aleatoriamente en cada parcela se asignarán los siguientes tratamientos: Aspiración en el 35%, 70% y en 100% de los sitios y sin aspiración (Testigo). Todas las parcelas recibirán el manejo agronómico y el control de la broca empleados en cada finca. En cada parcela se colocarán dos trampas para broca con el fin de conocer la dinámica del insecto durante los dos años de duración de la investigación.

Las actividades a desarrollar son: 1) Socialización de la propuesta con caficultores. 2) Capacitación en la operación y mantenimiento del equipo. 3) Selección de las parcelas en cada finca. 4) Caracterización de cada parcela (variedad cultivada, número de sitios con árboles, patrón de siembra, edad, pendiente del terreno). 5) Infestación de broca (utilizando la metodología propuesta por Cenicafé). 5) Pérdidas por frutos caídos al suelo (en 30 sitios escogidos aleatoriamente). 6) Aspiración

de frutos en la parcela y registro de información (Rendimiento, Eficacia y Consumo de combustible). 7) Producción y calidad de café, en cada parcela. Las variables a medir serán: Porcentaje de frutos dejados en el suelo con relación a lo recolectado, Porcentaje de frutos brocados de los dejados en el suelo y Porcentaje de frutos brocados en los árboles de la parcela. Se hará un seguimiento al funcionamiento y operación de los equipos, con el fin de hacer correctivos oportunamente y evitar alteraciones en el desarrollo de la investigación. De común acuerdo con el propietario y/o administrador de cada finca el café recogido del suelo con la aspiradora se enterrará.

El análisis de la información comprende:

- ▣ Promedios y variación por cada tratamiento, tanto de las variables de interés como de las complementarias.
- ▣ Para cada cosecha, se realizará un análisis de varianza, con las dos primeras variables de interés, bajo el modelo de análisis para el diseño bloques completos al azar, donde el factor de bloqueo son las condiciones de cada finca.
- ▣ Si el análisis de varianza muestra efecto de los tratamientos, se evaluará la componente lineal y cuadrática, a través del estadístico de prueba f , al 5%.
- ▣ En cada finca, y para cada parcela o tratamiento, se evaluará el comportamiento de la infestación en los frutos del árbol. En el

COSECHA MANUAL DE CAFÉ

caso que todas las parcelas, en todas las fincas tengan un porcentaje de infestación constante, se procederá a aplicar el análisis descrito anteriormente, con la variable infestación media por lote y evaluación. Si la infestación no es constante, se procederá a determinar por parcela, la expresión que mejor la describa a través del tiempo. Una vez obtenida la expresión se aplicará el análisis descrito con la variable tasa diaria de infestación.

- ▣ Si el análisis de varianza no muestra efecto de tratamientos con las variables de interés, se procederá a aplicar el análisis de varianza propuesto con las variables complementarias.

Para el análisis económico de la tecnología se considerará: el valor de la inversión y los costos de mantenimiento y reparación; el costo de los insumos para su operación (gasolina y aceite); el costo de la mano de obra asociada a su operación, para recoger los frutos del suelo; el costo de la mano de obra empleada en el transporte, manejo y «destrucción» del café recogido del suelo; los beneficios derivados de la aspiración de frutos del suelo (reducción en los costos del manejo de broca con relación al testigo, mejoramiento de la productividad de la parcela en términos de conversión cereza/seco, mejoramiento de la calidad del café en términos de calidad física, rendimiento en trilla y precio obtenido).

Se investiga en el desarrollo de dispositivos para asistir la cosecha manual que permitan incrementar la eficiencia del recolector, con alta calidad de cosecha y bajo porcentaje de frutos caídos al suelo. Adicionalmente se evalúan metodologías para el manejo eficiente de las mallas y nuevos dispositivos para capturar los frutos desprendidos manualmente o con equipos portátiles.

Evaluación de dos sistemas para recoger los frutos desprendidos con herramientas portátiles. ING 01-47.

En la recolección manual de café se presenta caída de frutos durante el desprendimiento y transporte de los frutos a la mano o al canasto, durante el vaciado a la estopa y durante el desplazamiento del operario a través del dosel del árbol y del surco.

En investigaciones realizadas en Cenicafé se ha observado que las mallas colocadas en las calles a recolectar son la mejor alternativa conocida para disminuir las pérdidas por frutos caídos al suelo (Figura 45). En efecto, se puede atrapar más del 99% de los frutos desprendidos por un recolector. Sin embargo el tiempo empleado en labores con ellas (extensión, separación de hojas, recolección del café y descarga al empaque), especialmente en cafetales de 2ª cosecha en



Figura 45. Mallas extendidas sobre las calles del cafetal para recoger los granos desprendidos.

adelante, es alto y afecta el rendimiento del recolector.

Con el fin de hacer viable el empleo de mallas en la cosecha del café en Colombia, en la subestación experimental la Catalina, en un lote con distancias de siembra 2m x 1m, con dos árboles por sitio, con pendiente del 0 al 30%, se evaluaron dos metodologías para el manejo de mallas: 1) Soportándola sobre cables de poliamida que permiten su desplazamiento por debajo de las ramas bajas, a manera de rieles, denominada **ITALIANNET**; 2) colocando la malla en rollos y luego extendiéndola por debajo de las ramas bajas de los árboles con la ayuda de un dispositivo, denominado **ROLLERNET**. Con ITALIANNET las pérdidas fueron **0,081%** y el rendimiento por jornada laboral fue de **90,5 kg/jornal**. Con el segundo dispositivo ROLLERNET, las pérdidas fueron **0,092%** y el rendimiento por operario **100,3 kg/jornal**.

El tiempo empleado por sitio en labores con malla (extender, recoger la malla, separar hojas, almacenar frutos) con ITALIANNET fue 3,7s y con ROLLERNET 3,8s, lo cual significa un avance notorio en el manejo de las mallas en cosecha de café con relación a resultados anteriores obtenidos en Cenicafé: reducción del tiempo superior al 95%.

A partir de los resultados obtenidos con los dos dispositivos mencionados anteriormente se diseñó y evaluó uno nuevo, denominado **BELTNET**, en el cual se utiliza una malla de forma trapezoidal con un extremo colocado en sobre cable de poliamida localizado debajo de las ramas del tercio inferior del árbol y en el otro extremo fijado a la cintura del operario. El dispositivo combina las principales ventajas de sus predecesores. En pruebas exploratorias realizadas en la subestación La Catalina en un lote sembrado con variedad Colombia, con distancia de siembra de 2m x 1m y pendiente del 40%, se obtuvieron pérdidas del **0,1%**, y rendimientos que superan al canasto tradicional en aproximadamente 2 kg/h.

Evaluación de un método para la cosecha manual de café con el empleo de una herramienta de asistencia. ING 0143. A partir de los resultados obtenidos por Buenaventura (2002) con la herramienta para asistir la cosecha manual RASELCA I (RASpador SElectivo para CAFé), en cafetales de 2ª cosecha, con porcentaje de maduración inferior al 40% y distancias de siembra de 1,0m x 1,0m, se rediseñó la herramienta y su operación con el fin de mejorar la calidad de la recolección y la eficiencia. Se reemplazó el material utilizado en los palpadores ó dedos en el modelo anterior (nylon de guadaña) por poliamida, un plástico con rigidez 100 veces superior a la del nylon; se colocaron solamente 8 dedos, dispuestos en cruz, con el fin de disminuir el desprendimiento de frutos inmaduros y facilitar la construcción de la herramienta y disminuir el desprendimiento observado en el modelo anterior. El nuevo modelo, denominado RASELCA II, pesa 73g (Figura 46). En ensayos preliminares con la nueva herramienta realizados en el Lote La Vitrina, variedad Colombia de 2ª cosecha sembrada a 2,0m x 0,7m, se observó incremento en el rendimiento de 41% con relación al método tradicional de recolección con un máximo de 10% de frutos inmaduros en la masa cosechada.

Adicionalmente, la herramienta RASELCA II, por su diseño, facilidad de uso y bajo costo, es promisoría para el «repase» de lotes de café próximos a la renovación, en los cuales el método tradicional puede ocasionar lesiones en las manos de los operarios.

Cosecha asistida de frutos maduros por vibraincursos controlados a ramas de café. ING 0144. Se adelantaron actividades de investigación de cosecha manual asistida, en dos aspectos, en el sistema estrictamente manual y en sistema de perturbación electro-mecánica, con sistema de control realimentado. Los dos proyectos fueron beneficiados simultáneamente por el buen desarrollo de un sistema de captación y de almacenamiento temporal de los frutos maduros,



Figura 46. Dispositivo de asistencia *RASELCA II*. Detalle de la bisagra plástica de poliuretano remachada al dispositivo y el diente en forma de U pegado al dispositivo con soldadura epóxica estándar.

mediante un aro flexible, manga y dispositivo de espalda, que fue desarrollado y que se estima que pueda ser competitivo, técnica y económicamente, con relación al sistema tradicional de depositar los frutos en el canasto sujetado en la cintura del cosechador. Un proyecto especial, liderado por un estudiante, validará esta hipótesis.

Con relación al proyecto de cosecha manual asistida con perturbación mecánica controlada por realidad virtual se adquirieron e instalaron los principales componentes que consisten en el montaje de un banco especial para las pruebas de laboratorio; la instalación de una cámara de alta velocidad, que trabaja directamente con una estación de trabajo; y un sistema de adquisición de datos, con hardware y software especializado para analizar los efectos dinámicos resultantes de las perturbaciones mecánicas recibidas por las ramas cargadas de frutos de café.

Cosecha manual asistida del café cereza mediante el uso de aro, manga y dispositivo de

espalda (AM&DE). ING 0151. En CENICAFE se viene desarrollando el experimento ING-0151 «Cosecha manual asistida de café cereza mediante el uso de aro, manga y dispositivo de espalda» con el cual se busca desarrollar un dispositivo ergonómico de asistencia para la recolección manual de café cereza, que permita mejorar los índices operativos de la recolección con relación a la cosecha convencional.

En este experimento se plantea una metodología fundamentada en una revisión de la literatura disponible, en los resultados obtenidos por los asesores y en las experiencias adquiridas en CENICAFÉ en trabajos anteriores. Básicamente la investigación comprende dos aspectos, los aspectos de ingeniería (re-diseño del equipo propuesto por Roa 2003) y los aspectos relacionados con la evaluación operativa del prototipo obtenido (Figuras 47, 48 y 49).

En la primera etapa de la metodología propuesta, se plantea evaluar el funcionamiento de los componentes que integran el sistema de una manera



Figura 47. Conjunto del Aro y Manga con un Dispositivo de Espalda (equipo AM&DE) para capturar, almacenar temporalmente en la manga y depositar el café en la espalda, durante la labor de la cosecha manual asistida.

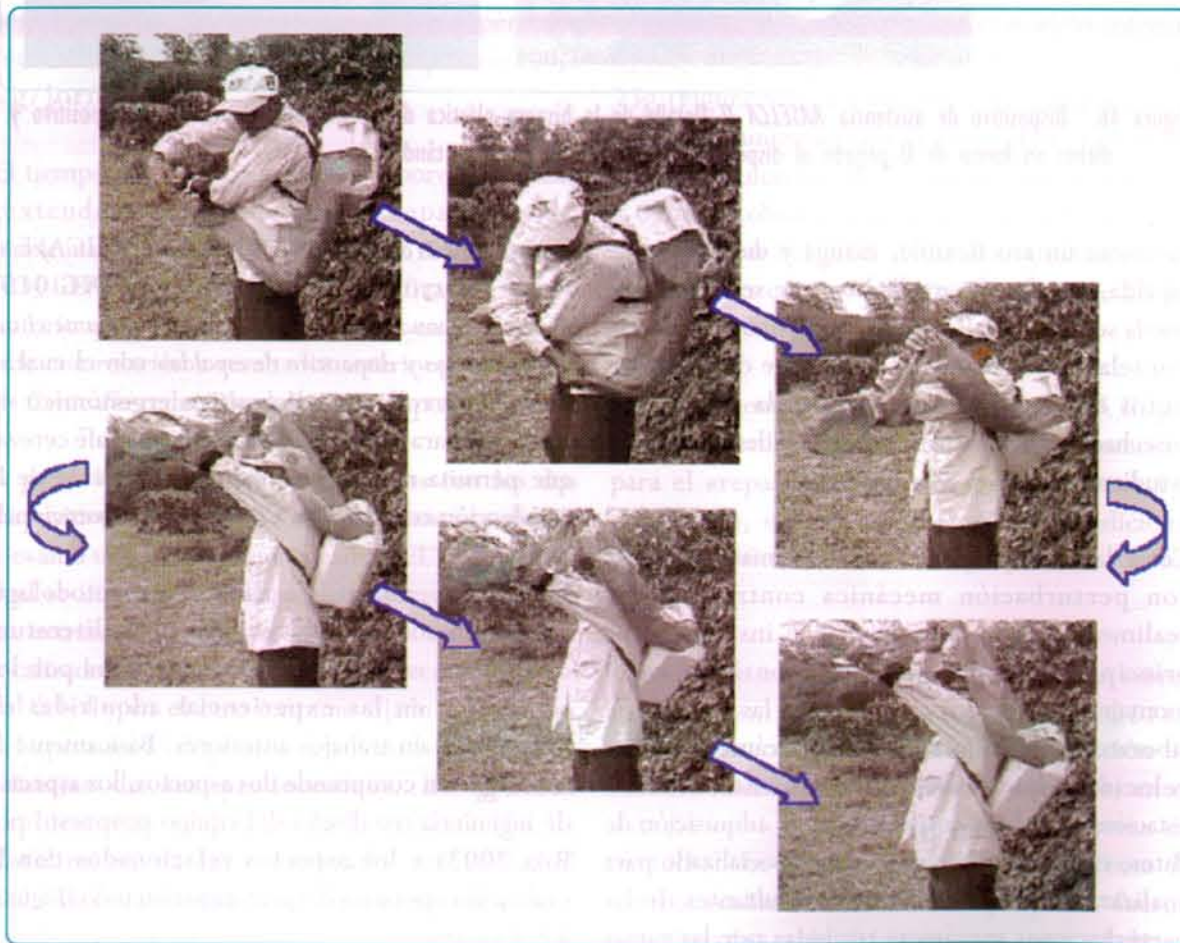


Figura 48. Proceso de descarga de frutos; se observa cómo el recolector fácilmente traslada, por la malla, los frutos cosechados al dispositivo de espalda.



Figura 49. Descarga del dispositivo de espalda a una estopa

sistemática y sin dejar de lado la ergonomía para tener como resultado un prototipo adecuado para la evaluación operativa. En la segunda etapa se medirán los índices operativos logrados con el equipo y se compararán con los índices para la recolección tradicional.

Los resultados obtenidos permitirán optimizar el equipo y obtener un prototipo ergonómico, adaptable a cualquier tipo de cultivo, económico, de fácil fabricación y para que el tiempo de cosecha, y por tanto los costos de producción, se reduzcan sensiblemente y así afrontar las difíciles condiciones por las que atraviesa la caficultura colombiana y al mismo tiempo mejorar la rentabilidad para los agricultores.

Bandeja para la cosecha manual y/o mecanizada del café (con equipos portátiles).

ING 0161. La caída de frutos al suelo ocasiona pérdidas inmediatas para el productor (hasta el 10%), por la cantidad de producto que deja de vender, y a mediano plazo, ocasiona pérdidas aún mayores al favorecer el desarrollo de la broca (hasta un 20%)

En Cenicafé se investigan dispositivos para disminuir la caída de frutos al suelo, entre ellos, el canasto modificado por Ramírez (2002), las mallas colocadas

en las calles de los árboles a cosechar por Ramírez (1999) y Ramírez (2002), la lengüeta y el método mejorado de recolección propuestos por Vélez *et al.* (1999). Los mejores resultados, desde el punto de vista de la disminución de la caída de frutos, se han obtenido con mallas (<0,5% del café cosechado). Sin embargo, las actividades requeridas para el manejo de las mallas (extensión, unión de bordes, separación de hojas, descarga) requieren de personal adicional y representan más del 50% del tiempo empleado en cosecha.

La bandeja diseñada por Oliveros para recoger frutos desprendidos en forma manual ó con equipos portátiles que se desarrollan y evalúan actualmente en la disciplina de Ingeniería Agrícola, denominada TT, puede ser utilizada en plantaciones en pendientes de hasta el 70% y distancia entre surcos de 1,0m a 2m. En cosecha manual reemplaza al canasto del recolector, con las siguientes ventajas observadas en campo: 1) Libera al operario del peso y las incomodidades del canasto, lo cual le permite desplazarse fácilmente a través de las zonas productivas del árbol, principalmente en el tercio inferior. Adicionalmente, la longitud de la bandeja se puede ajustar a la estatura del operario y a la altura de los árboles para facilitar las condiciones de trabajo. 2) El operario no realiza los 6 micro movimientos mencionados anteriormente.

Simplemente deja caer los frutos que desprende sin retenerlos en sus manos y sin estar pendiente de si caen al suelo o no. Por lo anterior y por las ventajas ergonómicas, el operario puede incrementar su rendimiento en más del 50%. 3) Al reducirse el ciclo de recolección con la bandeja a 4 micro movimientos (Acercar la mano a la zona de interés del recolector, Sujetar, Desprender y Volver), el operario se concentra más en el desprendimiento de los frutos maduros, por lo cual la eficacia es mayor. 4) El área de la bandeja, diseñada para atrapar los frutos que el recolector deja caer y que caen al mover las ramas con su cuerpo, es muy superior al área de la boca del canasto utilizado en la cosecha tradicional ($0,48\text{m}^2$ y $0,083\text{m}^2$, respectivamente, es decir 5,76 veces mayor), lo cual permite atrapar la casi totalidad de los frutos desprendidos (pérdidas inferiores al 0,5%).

COSECHA MECANIZADA CON EQUIPOS PORTÁTILES

Los equipos portátiles son una alternativa promisorio para la cosecha en las condiciones de la caficultura colombiana ya que se pueden utilizar en terrenos con pendientes moderadas a fuertes, en cafetales de alta densidad, en terrenos húmedos (típicos de cosecha en Colombia) y adicionalmente son tecnología de relativo bajo costo.

Dispositivo portátil para la cosecha de café con la aplicación de momentos flectores a los frutos –DESCAFÉ. ING 01-11. Proyecto – Código: 2251-07-1286 «Alternativas de cosecha manual y de pequeñas máquinas para la cosecha del café», CENICAFE, COLCIENCIAS, INGESEC. Se rediseñó el modelo inicial con el fin de simplificar la transmisión de potencia que acciona los piñones de caucho espumado que impactan los frutos y facilitar su manejo en campo. En el nuevo modelo se utilizan piñones fabricados en plástico de ingeniería en lugar de cadenas y «sprokets», lo cual permitió disminuir el tamaño y peso de la herramienta. El nuevo mecanismo diseñado para abrir y cerrar la herramienta, para colocarla en la

rama a cosechar, puede ser accionado con una sola mano del operario lo cual facilita su trabajo, especialmente en terrenos de mayor pendiente. Adicionalmente, el acelerador está conectado al mecanismo de apertura de la herramienta de tal forma que solamente se transmite potencia cuando la herramienta está cerrada.

Se midió la presión de contacto entre los piñones de caucho espumado (impactadores) y los frutos utilizando el equipo Tactilus, fabricado por XSENSOR Products. A partir de los valores de presión y área de contacto se obtuvo la fuerza de contacto. En el rango de operación del equipo (1.500rpm a 2.000rpm) la fuerza de impacto máxima medida fue 4,34N, la cual, aunque es superior a la medida por Álvarez (2001) para desprender frutos maduros e inmaduros, permite, debido al área libre entre los impactadores, desprender principalmente frutos maduros.

En la cosecha final de 2003 en la Subestación Experimental La Catalina (Risaralda) en una parcela con promedio de frutos maduros y sobremaduros del 45,23%, se realizaron las primeras pruebas exploratorias con la nueva herramienta, con el fin de conocer su funcionamiento y facilidad de operación. En las condiciones de maduración de los árboles, los resultados obtenidos, Rendimiento operativo y Calidad, 40,77 kg/h y 10 a 15% de frutos inmaduros en la masa cosechada, respectivamente, son promisorios e indican que el nuevo modelo DESCAFE-II podría ser una alternativa para la cosecha mecanizada del café en árboles con maduración superior al 60%, actuando principalmente en la zona del árbol que presente altos niveles de frutos maduros.

Cosecha de café con la aplicación de impacto a los frutos y/ramas (IMFRA). ING 0145. Proyecto – Código: 2251-07-1286 «Alternativas de cosecha manual y de pequeñas máquinas para la cosecha del café», CENICAFE, COLCIENCIAS, INGESEC. El principio de desprendimiento por impacto directo a los frutos y/o a las ramas es promisorio para la cosecha selectiva del café. En

los ensayos realizados se ha observado que se adapta bien a las condiciones de maduración y crecimiento del café en la zona central cafetera colombiana. Con la nueva herramienta, denominada IMFRA (IMPactador de Frutos y RAMas) se puede incrementar el rendimiento promedio de un recolector en más del 300%, con calidad de recolección aceptable (menos del 10% de frutos inmaduros en el café cosechado), eficacia cercana a la de la recolección manual (90%). Con el fin de hacer viable la tecnología económica y operativamente se evalúa dos formas de accionamiento: utilizando del motor de la guadaña, generalmente disponible en fincas medianas y grandes, y pequeños motores (50-70W) operados a batería (motores DC) que permitan diseñar equipos portátiles de relativo bajo costo, de fácil operación en terrenos con pendientes moderadas (50-70%) y en plantaciones con separación entre surcos superior a 1,5m. Los resultados obtenidos indican que estas alternativas son promisorias para el accionamiento de los nuevos dispositivos. Se elaboraron los planos para la construcción del dispositivo IMFRA.

Evaluación de un vibrador portátil del tallo en la cosecha del café. ING 0146. Proyecto – Código: 2251-07-1286 «Alternativas de cosecha manual y de pequeñas máquinas para la cosecha del café», CENICAFÉ, COLCIENCIAS, INGESEC. Se inició la evaluación de los vibradores portátiles del tallo (VPT's) Cifarelli SC 700 en la cosecha de café en mitaca del 2003 y en los primeros «pases» de la cosecha principal del 2003. Se trabajó en el lote La Vitrina, sembrado con variedad Colombia de 2a cosecha, un tallo/sitio, con distancias de siembra de 0,7m x 2,0m. Para la recolección del café desprendido se utilizaron bandejas diseñadas con la forma, dimensiones, materiales y peso apropiadas para ser colocadas ágilmente en la base de los troncos de los árboles. El equipo de trabajo estaba conformado por tres operarios (dos para manejar las bandejas y uno el vibrador). Para favorecer el desempeño de la tecnología (calidad y rendimiento especialmente) en la cosecha de mitaca el pase de cosecha se demoró dos semanas con relación al

criterio empleado en recolección manual tradicional con el fin de obtener la mayor cantidad posible de frutos maduros/árbol y disminuir la fuerza para desprenderlos (en promedio 6,1N). Debido a las múltiples floraciones de comienzo de año, la cosecha principal en el Lote la Vitrina no presentó la concentración de maduración necesaria para trabajar con VPT's, por lo cual fue necesario aplicar Ethrel en baja dosis (50mg IA/árbol).

Los resultados obtenidos tanto en mitaca como en la cosecha principal, especialmente en rendimiento (139 kg/h y 236,1 kg/h, respectivamente) indican que los VPT's podrían ser una alternativa para incrementar el rendimiento de la mano de obra empleada en cosecha y disminuir los costos de esta actividad.

COSECHA DE CAFÉ CON CAPTURA SIMULTANEA DE FRUTOS DESPRENDIDOS

Tecnologías de alto rendimiento diseñadas para cosechar café, en cafetales de alta densidad, con captura simultánea de los frutos desprendidos, en terrenos con pendiente moderadas y altas. Diseño, construcción y evaluación de un dispositivo para la cosecha mecánica del café, por vibración multidireccional al tallo. ING 0124. El VIBRAUTO (VIBRAción + captura AUTOMática de frutos) es tecnología concebida para alto rendimiento en cafetales de alta densidad, distancia entre surcos superior a 1,5m. En ella se integran las funciones desprendimiento y captura de frutos. El modelo actual está diseñado para trabajar en cafetales con distancias entre surcos de 2,0m, en terrenos húmedos y pendientes de hasta el 60%. Esta conformado por una estructura metálica en forma de pórtico montada sobre cuatro ruedas, un motor de combustión interna de 8HP, una unidad hidráulica que acciona el vibrador lineal de tallos, placas plásticas retráctiles para evitar la caída de café al suelo y bandejas de almacenamiento temporal. Se diseñó un sujetador de troncos en forma de "V" con el fin de agilizar el acople de árboles con distinto diámetro (entre 3 y 7 cm) sin

necesidad de intercambiarlo. Un nuevo sistema neumático de empaque de café y separación de hojas que utiliza un ventilador centrífugo (38 mm.c.a. y 0,114 m³/s) fue implementado, el cual permite extraer la masa cosechada de las bandejas inferiores a través de una manguera flexible de 3". En pruebas preliminares con este sistema se ha logrado transportar hasta 540 kg de café cereza/hora. Las pruebas en campo se realizaron en la primera semana de noviembre del 2003.

Cosechador de café por vibración del follaje - COVAUTO. ING-0114. Con el COVAUTO II se busca desarrollar tecnología para la cosecha continua del café, en plantaciones de alta densidad (distancias entre hileras de 1,5m a 2,0m), aplicando el principio de impacto múltiple al follaje. En los ensayos realizados en la Estación Central Naranjal con el equipo COVAUTO-II se observó que con este principio es posible alcanzar altos rendimientos en cosecha (promedio de 246 kg/h con un máximo de 526 kg/h) con calidad todavía no aceptable para Colombia, aunque superior a la obtenida con el modelo anterior (26,8% de frutos verdes en la masa cosechada vs. 44,5% del modelo anterior). Con el fin de mejorar la calidad de cosecha, incrementar el rendimiento, facilitar los ensayos en cafetales de alta densidad y disminuir los costos, se realizaron cambios al diseño anterior, básicamente: se diseñó, construyó e instaló un sistema neumático con el fin de recoger el café almacenado temporalmente en las bandejas del equipo, limpiarlo y descargarlo en una tolva que facilita su posterior empaque; se eliminó el motor de combustión interna y se diseñó una transmisión para accionar el equipo utilizando la toma de fuerza del tractor. Los ensayos con el COVAUTO-II se realizan actualmente en La Estación Central Naranjal, en un lote de variedad Colombia roja de 3ª cosecha, en una parcela de 1.000 árboles.

Evaluación del sistema mecánico de cosecha de café para terreno escarpado - ERGATIS. ING 0175. Este trabajo muestra la concepción de un sistema para moverse en plantaciones con alta pendiente, con potencialidad de ser usado en cosecha

mecánica de café y otras labores agrícolas como control biológico, control de arvenses, fertilización, siembra, poda y fumigación. El sistema consiste de dos máquinas unidas por un cable motorizado, una moviéndose transversalmente en la parte alta de la plantación y la cosechadora desplazándose hacia arriba y hacia abajo mientras cosecha los árboles en filas paralelas a la pendiente. El ciclo consiste en dejar que la cosechadora ataque los árboles en la primera fila mientras baja, cambiar a la segunda fila cuando termine y cosechar la segunda fila mientras es halada. La cosechadora tiene como estructura principal un pórtico en forma de «U» invertida para que los árboles pasen entre él cuando se mueve. Para adaptarse a las altas pendientes, tiene dos estructuras que siguen los cambios de pendientes, con el pórtico sobre ellos en posición vertical gracias a la acción de un sistema de control de verticalidad que extiende o retrae un cilindro hidráulico. El pórtico principal es mantenido paralelo a los troncos de los árboles para facilitar la posterior adaptación de sistemas continuos de agitación. El sistema fue diseñado en detalle con la ayuda de programas de computador y la simulación completa de la máquina demostró su gran potencialidad. En la actualidad la máquina se encuentra culminando su primera etapa de construcción, antes de empezar la evaluación en condiciones controladas. Posteriormente se realizarán evaluaciones de campo cuando el sistema esté más depurado.

BENEFICIO DEL CAFÉ

Aunque la mayor parte de las actividades en investigación en la disciplina de Ingeniería agrícola están orientados a la cosecha del café, se desarrollan y evalúan nuevas tecnologías que contribuyan al aseguramiento de la calidad del café en el proceso del beneficio del café.

Separador hidráulico con recirculación para café cereza. La calidad del café cereza que llega al beneficiadero afecta la calidad del café seco obtenido (física, en taza, rendimiento en trilla). El funcionamiento de los equipos utilizados

(despulpadora, desmucilagador, hidrociclón, secador, etc) está íntimamente relacionado con la calidad de la materia prima.

En reunión realizada en Pereira a comienzos del 2003, con la participación de la Gerencia Técnica, técnicos del Servicio de Extensión de los Comités de Caldas, Risaralda y Quindío e investigadores de Cenicafé, se acordó desarrollar tecnología para separar los frutos de inferior calidad (como inmaduros, muy brocados y secos, entre otros) al inicio del proceso de beneficio, con el fin de obtener un producto final de alta calidad física y en taza. Conjuntamente con el Ing. Freddy O. González, del Comité del Quindío, se diseñó un separador hidráulico con recirculación el cual fue fabricado por la empresa JMEstrada (Medellín). El equipo consta de: tanque con volumen de 1,0m³, tornillo sinfín de 4" de diámetro y paso 4", inclinado 30° con relación a la horizontal, separador agua/café (recuperador) fabricado en lámina con perforaciones oblongas. El tanque, el tornillo sinfín y el recuperador de agua están fabricados en lámina de acero inoxidable calibre 18. Para facilitar la movilización del equipo, está montado sobre 6 llantas. El equipo es operado por un motor de 1,0HP.

Los resultados obtenidos en seis ensayos con el nuevo equipo, con 600 kg de café cereza en cada uno, indican que es promisorio: rendimiento 2.380 kg cc/h a 3520 kg cc/h, Eficacia promedia 98,4%,

Consumo Específico de agua 0,0064 a 0,012 litros de agua/kg de cereza (0,032 a 0,060 litros/kg cps).

Evaluación de dos cubiertas plásticas en el secador solar del café. ING 0827. Se inició la evaluación del proceso de secado en equipos parabólicos utilizando cubierta sencilla y doble y dos materiales fabricados por la empresa Productos Químicos Andinos (PQA) de Manizales, AGROCLEAR y AGROPLAST. Los secadores se cargaron con capas de 3cm de altura, las cuales se revolviaron 3 veces cada día. Los resultados obtenidos indican que el tiempo de secado es igual en cualquiera de los secadores. En promedio en el periodo enero a julio de 2003, el tiempo para secar el café desde pergamino lavado (53%) a pergamino seco de trilla (10 a 12%) fue 13 días. Se obtuvo una expresión matemática que permite obtener el número de secciones ó sectores en que se debe dividir el piso de un secador para atender la producción de una finca, en función de tiempo de secado promedio y los días en los cuales no se carga el secador con café lavado. Luego de siete (7) meses de estar expuestos a las condiciones climáticas de Cenicafé (Chinchiná) las propiedades mecánicas resistencia al rasgado, resistencia a la tensión en rotura y elongación en el punto de rotura no han variado. Para facilitar la realización de dos actividades asociadas a la labor de revolver café en secadores solares (mezcla y transporte) se diseñó un nuevo dispositivo.

QUÍMICA INDUSTRIAL

CALIDAD DEL CAFÉ

Evaluación de riesgos para la calidad del café.

En desarrollo del proyecto Mejoramiento de la calidad del café por medio de la prevención de mohos, se continuó el estudio de evaluación de los riesgos para la calidad e inocuidad del café colombiano producido en fincas. Durante el año 2003 se visitaron 10 fincas ubicadas en varias veredas del municipio de Manizales. Se registró el

nivel de conocimiento y capacitación de la persona encargada del proceso del café, la organización e higiene del beneficiadero del café y las prácticas, controles y procedimientos que se realizan en la finca para el procesamiento y producción del café. Se evaluó la calidad del café cereza a procesar y la calidad del agua suministrada a la finca para el proceso, se midió la humedad, la calidad física y la calidad organoléptica del café pergamino seco producido

en la finca. Se analizó la presencia de mohos en granos, ambientes de beneficiadero, secadores, superficies de equipos y suelos, enfatizando en el estudio de *Aspergillus ochraceus* conocido como productor de ochratoxina A.

Variedad, manejo de broca y calidad del fruto recolectado de muestras de fincas visitadas. Se observó que en el 90% de las fincas se cultiva Variedad Colombia, de las cuales en el 80% de las fincas se cultiva solo esta variedad. Con respecto a la infestación por broca en campo varió del 1 al 12% para el 70% de las fincas, en el 30% no se llevan registros de la infestación por broca en los cafetales. Para el control de la broca en el 100% de las fincas se utiliza insecticida, en el 80% se hace manejo integrado con uso de insecticida y Re-Re. No se usan hongos entomopatógenos. En el café a procesar en las fincas visitadas el porcentaje de café cereza maduro sano varió de 41,8 % a 74,8% con un promedio de 58,73%. El café fruto verde comprendiendo frutos sanos y perforados por broca varió de 0 a 13,8% con un promedio de 3,21% para frutos verdes sanos. Los frutos dañados por broca variaron de 3,82 a 37,62%, con un promedio de 15,4%, lo cual evidencia el gran problema que representa esta plaga para la caficultura en la actualidad en Colombia.

Calidad física de las muestras tomadas en fincas visitadas. Se encontró que el 40% de las muestras de café pergamino y almendra presentaron olor a humo y un 30 % olor a grasa. La merma varió de 19,37% a 21,91% con un promedio de 20,53%, en tanto que el rendimiento en trilla varió de 102 a 141% con un promedio de 119,63%. Estos rendimientos tan bajos se debieron al alto porcentaje de granos perforados por broca, decolorados y vinagres, ocasionadas por la plaga y por inadecuadas prácticas de beneficio. El porcentaje de defectos en las muestras varió de 12 a 29,5% con un promedio de 20,5%. Los granos dañados por broca variaron de 0 a 12 % con un promedio de 4,9%. El porcentaje de granos vinagres varió de 0 a 10,5% con un promedio de 2,4%. En el 50% de las muestras la humedad del café pergamino estuvo

en el rango de humedad de establecido para su conservación.

Calidad organoléptica de muestras de café tomadas en fincas visitadas. Para el análisis organoléptico se utilizó el método descriptivo cuantitativo con escala de 9 puntos, donde 9,8 y 7 califican café de buena calidad, 6, 5, 4 califican desviaciones donde 6 es apenas aceptable, 3, 2, 1 corresponde a defectos. Se encontró que después de retirar los defectos físicos a las muestras solo el 38,7% de las muestras tomadas en las fincas visitadas alcanzaron una calificación muy buena en promedio para la bebida de café, el 49% de las fincas presentaron calificación de café de rechazo, por debajo de 3. Los defectos predominantes presentes en las muestras fueron el fermento, *stinker* en el 30% de las muestras y los sabores extraños, contaminado y ahumados con el 35%.

Calidad sanitaria de muestras de café tomadas en fincas visitadas. Los granos contaminados con mohos en las muestras de las 10 fincas visitadas variaron entre el 0 y el 25,7 %. *Fusarium spp.* fue el moho más frecuente encontrado en el 70% de las muestras de granos. *Penicillium spp.* se encontró en el 30% y *Aspergillus niger* solo en el 20% de las muestras de granos. *Aspergillus ochraceus* se encontró solo en dos muestras café pergamino, pero se encontró en el 50% de los ambientes de beneficiaderos, en los secadores del 40% de las fincas y en el 60% de los suelos. Solo en el 20% de las fincas no se encontró *Aspergillus ochraceus* en ninguna de las muestras de la finca. Este resultado muestra que *Aspergillus ochraceus* es un moho frecuente en los beneficiaderos; por tanto, es muy importante controlar las condiciones de higiene, la humedad del grano de café y la manipulación de los residuos del café en la finca, con el fin de prevenir el deterioro de la calidad del café.

Se realizó la inoculación de 89 aislamiento de muestras de café del moho *Aspergillus ochraceus* en medio de cultivo sintético con base en sacarosa precursora de la biosíntesis de la formación de la ochratoxina A, que se incubaron a 22 °C durante

15 días a oscuridad continua. Se evaluaron bajo una lámpara de luz ultravioleta a una longitud de onda de 365 nm para observar la fluorescencia emitida que es de color verde en 17 aislamientos de los inoculados. Se analizó el contenido de OTA en varias de las muestras positivas.

Descripción de métodos y prácticas de beneficio de café en fincas visitadas. Sólo en el 30% de las fincas se hace control del café cereza y se clasifica el café por medio de tanque sifón. En el 70% el café se despulpa con agua, el 50% tienen y usan una zaranda para clasificar el café después de despulpado. El 60% utilizan desmucilagador para la separación del mucílago, lo que muestra la alta adopción de este sistema sobre todo en las fincas de más altas producciones. Similar que en las 59 fincas evaluadas anteriormente la práctica de dejar el café en el café en tanques después del tiempo de fermentación o después del desmucilagado adicionando café despulpado y la mayoría agua durante 1 a 3 días se evidenció en el 80% de las fincas, no en todas de estas fincas se lava el café antes de su secado, pero sí en todas las que procesan por fermentación natural. En la mitad de las fincas se clasifica el café después del lavado. Solo en el 10% de las fincas no hay ningún tipo de secador, para el secado se tira el café al piso y se guarda húmedo en costales cuando llueve y en la noche, café que presentó muy mala calidad y defectos sucio y fermento en la bebida. No todos los secadores se usan y el 20% de las fincas vende café como pergamino húmedo.

Perfil sanitario. En el 80% de las fincas se evidenció falta de higiene en el beneficiadero y contaminación cruzada con equipos de aspersión, fumigación, pulpas y animales. En el 100% de las fincas no se hace ningún tratamiento o método de disposición o almacenamiento de aguas residuales de beneficio. Por el contrario en todas las fincas visitadas hay al menos una fosa o un sitio para disponer la pulpa sola o con el mucílago. La calidad del agua suministrada a la finca para el beneficio del café no es potable y todas presentaron presencia de coliformes fecales.

Apreciaciones del caficultor. Con relación a los problemas de la caficultura todos los caficultores o encargados del proceso en la finca entrevistados indicaron que los bajos precios del café, los altos costos y la broca del café son los mayores problemas de la caficultura en Colombia, uno indicó que es la mala calidad de sus suelos. El 50% de los entrevistados indicaron que sabían lo necesario para beneficiar el café. También el 50% indicó que no le interesaba aprender nada de café, solo uno respondió que le interesaría aprender sobre beneficio del café.

Análisis de la muestra de 69 fincas. Para las 69 fincas visitadas hasta fecha, si existen riesgos para la calidad y la inocuidad del café, ya que en la mayoría de las fincas predomina:

- ☐ Falta de higiene para manipular el café.
- ☐ Falta de capacitación adecuadas del personal encargado del proceso del café, en: beneficio, calidad, riesgos y cuidados para la calidad
- ☐ Falta de medidas e implementos de seguridad personal para la manipulación de agroquímicos usados en el cultivo.
- ☐ Falta de administración, organización y anotación de registros.
- ☐ No hay control en el café recibido para el beneficio en el 80% de las fincas.
- ☐ No hay control en el despulpado.
- ☐ El café se guarda húmedo en costales y pisos sucios.
- ☐ Deficiencias en secadores.
- ☐ Deficiencias de instrumentos para la medición de humedad del café.
- ☐ Deficiencias en la calidad del agua suministrada a la finca para el lavado del café, ésta no es potable ni apta para consumo humano.
- ☐ Las prácticas más frecuentes con el café en el proceso son: dejarlo en tanques después de despulpado o desmucilagado, mezclarlo con café de otros días de proceso, echarle agua al tanque, mantenerlos con agua rojizas y pulpas sobrenadantes, no controlar el desmucilagado, pasar el café con parte del mucílago al secador después del desmucilagado, no clasificar el café durante o después del lavado,

pisar el café durante el secado y permitir que los animales lo hagan. La mayoría de los secadores se operan sin intercambiador. Tirar el agua residual hacia las quebradas y ríos. Se guardan toda clase de materiales fumigadoras, pinturas, comestibles, plátanos, maíz, herramientas en el beneficiadero o en cuarto de secado o almacenamiento del café. Beneficiaderos mal diseñados con fosas, porquerizas y gallineros cerca al secador, en resumen contaminación cruzada con residuos, pulpas, animales, materiales y agroquímicos en todo el proceso

□ Los defectos físicos más frecuentes son el vinagre, los perforados por broca y decolorados. Los defectos predominantes en la bebida son el fermento, *stinker* contaminado químicos, el ahumado y el sucio.

□ *Aspergillus ochraceus* es un moho que puede encontrarse en ambientes de beneficiadero y granos con mayor frecuencia. *Fusarium* spp es el moho más frecuente. También se encuentran *Penicillium Aspergillus flavus* y *Aspergillus niger*.

En conclusión, si Colombia desea mantener su calidad y liderar en el mundo con cafés especiales debe implementar un sistema de aseguramiento de la calidad lo más pronto posible, mejorar los procesos del café e implantar la aplicación de buenas prácticas de proceso e higiene durante todas las operaciones y etapas de la cadena productiva del café para asegurar una buena calidad física, organoléptica e inocuidad del café.

Calibración y evaluación de medidores de humedad.

Se hicieron pruebas de calibración y verificación de 3 medidores de humedad, tanto para granos de café pergamino como almendra, referencias QCS-3Z y un medidor LSD-ID. Los medidores QCS-3Z fueron calibrados para café pergamino en las posiciones de fabricación arroz con cáscara y maíz, y en la posición trigo y arroz para café almendra. Se partió de muestras de café de humedad conocida, de las cuales se prepararon varias submuestras a las que se adicionó agua en volúmenes diferentes con el fin de obtener

muestras con humedad del 10 al 25 %, estas muestras se incubaron a 40°C con agitación constante por 48 horas. La humedad de las muestras se determinó en estufa a 105° C por 16 h + 2 h hasta peso constante, (ISO6673.2001). Con los valores de la humedad se calibraron los equipos siguiendo las instrucciones del fabricante. Para la precisión y la repetibilidad se evaluaron muestras preparadas en un rango de humedad del 10 al 20% se realizaron 5 lecturas por muestra, valor de humedad y equipo.

□ No se encontraron diferencias entre las dos calibraciones para café pergamino en las posiciones en medidores QCS-3Z con valores de coeficiente de determinación R^2 por encima de 0,96. Para granos de café almendra R^2 fue superior a 0,94. Para granos de café pergamino se obtuvo un R^2 de 0,94 para la precisión del medidor LSD-ID.

□ Sin embargo, las respuestas de las dos clases de medidores no se considera lo bastante buena para usar estos equipos en el aseguramiento de la calidad del café, ni para su uso práctico durante el secado o la compraventa del café, no se recomienda el uso de estos medidores para el café durante el secado de los granos de café debido al error tan grande que puede ser mayor a 20 o 40 % en ambos tipos de medidores.

□ En conclusión los medidores evaluados QCS-3Z y LSD-ID pueden ser usados solamente para obtener medida aproximada de la humedad el café pergamino o almendra secos.

□ Sería importante buscar y evaluar otro tipo de medidores de humedad que hayan sido diseñados específicamente para granos de café.

Evaluación del secado del café al sol. Con el fin de mejorar las prácticas durante el secado del café y evaluar los requerimientos energéticos y de tiempo para secar café pergamino a condiciones controladas, se realizaron 22 ensayos de secado del café al sol, colocando café pergamino procesado por fermentación natural o desmucilaginado mecánico en superficie de cemento en capas de 2 cm en secador parabólico cubierto con plástico. El perfil

de secado mostró una disminución de humedad y de la actividad del agua a través del tiempo de secado y una duración del secado que dependió de las condiciones ambientales en el secador y en el sitio de secado. Se requirió en general 6 a 8 días para días secos y con buen brillo solar y fueron necesarios de 11 a 20 días para épocas muy lluviosas con bajo brillo solar para alcanzar un contenido de humedad del 11%. Esto muestra que se requiere una gran área de secado y de organización en los secadores para secar el café en las fincas. Es muy importante que Colombia estudie y evalúe mejores secadores al sol y mecánicos para café, con el fin de que los caficultores los usen y se pueda controlar este proceso crítico para la calidad del café. Se estimó una ecuación para calcular el contenido de humedad del café dependiendo del tiempo de secado para las condiciones de Cenicafé y una ecuación que relaciona el contenido de humedad del café pergamino y las horas de brillo solar, las cuales pueden servir como base para que los caficultores estimen la humedad de los granos durante el secado. Con relación a la medición de la actividad del agua, propiedad de los alimentos que mide su estabilidad a su deterioro químico y por microorganismos se encontró que el café pergamino húmedo tiene un valor cercano a 0,98 y un valor de 0,60 a 0,65 en el grano de café pergamino seco. Es importante destacar que un valor de actividad del agua en los alimentos menor a 0,7 es un valor seguro para su conservación, y un valor inferior a 0,78 es un valor algo seguro para que no haya crecimiento de *Aspergillus ochraceus* en el café productor de ochratoxina A, se ha reportado producción de OTA de 0,83 a 0,86 de actividad del agua. Por tanto, se explica porque es tan importante disminuir el contenido de agua del café rápidamente para asegurar la calidad y la inocuidad del café y también no suspender el proceso de secado, ni almacenar el café húmedo.

Evaluación de equipos para clasificar y controlar el proceso de beneficio del café. Se evaluó la calidad del café cereza clasificado por zaranda de varillas y por medio de clasificación hidráulica en tanque sifón diseñado por el Comité

de Cafeteros del Quindío. Se encontró que el tanque sifón permite una mejor clasificación de la materia prima que la zaranda de varillas mecánica, obteniéndose café escogido húmedo con más del 80% de café maduro. En la operación se obtiene agua residual después de la clasificación del café cereza presentó una DQO de 1.580 ppm, pH 4 y sólidos suspendidos de 228 ppm, que debe ser tratado o neutralizada antes de su vertimiento. En la evaluación de la zaranda de varillas usada para la clasificación de los residuos del despulpado se encontró que aún después de la clasificación con zaranda del café maduro se obtienen residuos en el café despulpado que oscilaron de 0,5% hasta 7%, impurezas que si no separan del café despulpado y continúan en el proceso darían defecto fermento y sucio en la bebida, como se demostró con muestras que se dejaron con los residuos pulpas y frutos no despulados. Valores similares del contenido de impurezas se encontraron para el café despulpado y desmucilaginado. El café de mejor calidad y sin defectos se obtuvo de las muestras a las que se retiraron manualmente las impurezas no retiradas por la zaranda antes de fermentación o secado del café. Es muy importante entonces optimizar los diseños de los equipos para clasificar el café, con el fin de controlar el proceso y garantizar consistencia en la calidad. Para las muestras que se despulparon directamente sin previa clasificación de las cerezas, el porcentaje de residuos después del despulpado fue aún mayor. Se concluye que es muy importante que Federación y los fabricantes de equipos para beneficio del café investiguen y diseñen equipos que permitan la separación efectiva de los residuos y frutos defectuosos del café, para evitar que éstos continúen en el proceso, hacer más eficiente el proceso en operaciones y de esta forma poder controlar efectivamente el proceso y obtener una buena calidad del café.

Mejoramiento de procesos para el aseguramiento de la calidad. Con el fin de iniciar el mejoramiento de procesos y de la calidad del café producido en las fincas, se planeó, escribió y presentó un proyecto de investigación ante Cenicafé y la Federación de Cafeteros de Colombia, a ser

implementada en fincas de varios departamentos incluyendo fincas para proyectos de cafés especiales. La investigación busca mejorar los procesos en todas las etapas de la cadena de café, con el fin de evitar el deterioro y garantizar la calidad del café producido en Colombia; inculcar en las personas una cultura de calidad para el manejo del café durante el cultivo, beneficio, almacenamiento y transporte, establecer un sistema de aseguramiento de la calidad del café producido en Colombia y establecer procedimientos de certificación de café por calidad y de fincas por aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura. En la planeación de la implementación del proyecto en fincas se prestó asesoría continua por varios meses a coordinadores del proyecto en 4 departamentos.

Proyecto escuela de catadores. Se escribió y presentó ante Cenicafe y Federación un proyecto que tiene como objetivos disponer de un laboratorio acreditado para el análisis de la calidad del café y para la formación de personal para la evaluación de la calidad del café, con la meta de contar en Colombia y Federación con personal capacitado y certificado a distintos niveles para la evaluación y valoración de la calidad del café.

Funcionamiento del laboratorio de análisis de calidad del café y panel de catación. Durante el año 2003 se realizaron 10976 análisis sensoriales de café. Se analizaron 4601 tazas de muestras de investigaciones conducidas y lideradas sobre calidad del café, muestras de fincas, ensayos de beneficio ensayos de secado y variedades de café. Además, se efectuaron 6375 evaluaciones sensoriales de muestras de café de 19 investigaciones de otras disciplinas de Cenicafe y muestras de un exportador particular y de algunos Comités. Para los análisis de calidad del café se utilizaron métodos de diferencia y el método descriptivo cuantitativo para calificar y describir la calidad. Se atendieron varias visitas de estudiantes, agricultores y personal extranjero en el laboratorio de calidad con conferencias y explicaciones sobre la calidad del café. Se capacitó

a más de 80 personas entre caficultores, agricultores, estudiantes y visitantes en las técnicas de análisis sensorial, cualidades organolépticas del café y defectos del café.

Asesorías, publicaciones, conferencias en calidad. Se asesoró a 3 profesionales en métodos de investigación, planeación y análisis de datos. Se dictaron varias conferencias sobre los factores y riesgos para la calidad del café a cerca de 500 personas.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CAFÉ

Se continuó en el estudio del contenido de cafeína y la composición bromatológica de café almendra y tostado. Se actualizó el presupuesto y se estudiaron las técnicas para las investigaciones que buscan conocer las características sensoriales y la composición química del café colombiano que permiten diferenciarlo de café de otros orígenes geográficos.

Se investigó sobre las metodologías de análisis y se mejoró la documentación en el laboratorio para determinación de azúcares totales; cafeína, ochratoxina A, diterpenos, acidez titulable, elementos utilizando técnicas instrumentales (HPLC, TLC, CG, Espectrofotometría, Plasma. etc.) o volumétricos en el caso de los Azúcares Totales.

Para mejorar las Buenas Prácticas de Laboratorio, Higiene y Seguridad se mejoró la documentación de todos los equipos, materiales, reactivos y métodos utilizados y se implementó el monitoreo de Higiene y desinfección en superficies utilizando la Técnica de Luminiscencia, Prueba ATP para evaluar la higiene de los laboratorios de Microbiología, Análisis Físicos y la Sala de Catación.

Se mejoraron las instalaciones de seguridad en el laboratorio al contar con cabina de extracción para el análisis seguro y por tanto, se realizaron varios análisis de Ochratoxina A en muestras de café de investigación.

MANEJO DE RESIDUOS DEL BENEFICIO DEL CAFÉ

Investigación básica sobre el cultivo de hongos tropicales en residuos agroindustriales de la zona cafetera colombiana. Se determinó la factibilidad técnica y económica de cultivar el hongo comestible y medicinal *Lentinula edodes* y el hongo medicinal *Ganoderma lucidum* sobre sustratos preparados con los subproductos generados durante el proceso de cultivo e industrialización del café. Se evaluaron 14 formulaciones de sustrato (12 tratamientos y 2 patrones), en el rango C/N de 40 a 60, conformadas con aserrín de tallo de cafeto, borra de café y pulpa de café, esterilizadas a 121°C y sometidas a tratamiento térmico al vapor a 94.5°C, en el cultivo del hongo medicinal *G. lucidum* y de 3 cepas del hongo *L. edodes* (L13, L54 y L4055).

Se determinó, tanto para los sustratos esterilizados como sometidos a tratamiento térmico, que las cepas de *L. edodes* (L54 y L4055) cultivadas sobre un sustrato elaborado utilizando como materias primas los subproductos del cultivo e industrialización del café, formulado con una relación C/N de 40 permiten obtener unos rendimientos medios, a las condiciones de la zona cafetera colombiana, entre el 52 y el 76%. Los sustratos para este hongo no deben contener pulpa de café, el contenido de aserrín del tronco del cafeto debe estar en porcentajes superiores al 28% y la borra de café en porcentajes inferiores al 50%.

Para *L. edodes* se encontraron formulaciones, con rendimientos medios similares a los patrones, que se convierten en excelentes alternativas para el cultivo, debido a que resultan más económicas porque utilizan materias primas disponibles en la localidad.

Se encontró que el cultivo de las diferentes cepas de *L. edodes* sobre una misma formulación produjo un efecto similar, en el sustrato residual, en cuanto a los contenidos de proteína y cenizas. En promedio, la relación C/N de los sustratos residuales, a partir de formulaciones C/N de 40, fue de 24 por lo que

podrían reciclarse para el cultivo de hongos del género *Pleurotus*.

Se determinó, tanto para sustratos esterilizados como sometidos a tratamiento térmico, que el hongo *G. lucidum* se puede cultivar sobre sustratos, conformados con los subproductos del cultivo e industrialización del café, con relaciones C/N en el rango 40 a 60 y en los cuales la pulpa de café no sobrepase el 15%, logrando rendimientos medios en el cultivo, en el rango del 7 al 13%.

Se generaron alternativas viables y atractivas para nuestros caficultores en el cultivo del hongo medicinal, ya que las formulaciones más productivas contenían aserrín de tallo de café y pulpa de café, los 2 sustratos más abundantes en la zona cafetera, lo que aseguraría la disponibilidad de los mismos para el establecimiento de los cultivos, además que no contenían salvado, lo que las hace más económicas.

Las pérdidas en el cultivo de *G. lucidum*, sobre las diferentes formulaciones, oscilaron entre el 43,5% y el 58,0% y en aquellas formulaciones en las cuales la pulpa de café estuvo presente, las pérdidas en peso seco, del sustrato, fueron mayores.

Se determinó que un tiempo total de proceso de 9,25 horas, para el tratamiento térmico de 56 kg de sustrato, en recipientes sin presión, a las condiciones de Chinchiná, fue equivalente a un proceso de esterilización a 121°C, eliminando la necesidad de utilizar autoclave para la adecuación de los sustratos y abriendo; por tanto, la posibilidad para el establecimiento de cultivos artesanales de los hongos estudiados. Se encontró en un estudio económico que sin tener en cuenta las inversiones en el cultivo se alcanza una relación estimada costo/beneficio, para el cultivo de *L. edodes* de 0,58 y para el cultivo de *G. lucidum* de 0,53.

Se capacitaron 2 auxiliares de laboratorio en análisis de residuos, se dictaron varias conferencias y se atendieron visitas de estudiantes, caficultores y agricultores.

Cultivo del hongo comestible Shiitake. Se realizaron estudios del cultivo del hongo Shiitake en fincas con metodología artesanal y ensayos empleando equipos industriales. Para el tratamiento térmico de los sustratos se utilizaron equipos tales como un tambor rotatorio y una autoclave industrial. También se ensayaron diferentes tipos de bolsa para solucionar el problema que se tuvo en la metodología artesanal donde la bolsa fue considerada como punto crítico y fue la causa de la mayoría de los problemas de contaminación. Se repartieron bolsas con tratamiento térmico bajo el sistema de baño maría a todas las fincas participantes del proyecto, para evaluar el cultivo de Shiitake, con las modificaciones de la bolsa y asegurando una semilla más estéril, en esta experiencia se disminuyeron notablemente la contaminación a un 23% en promedio, Se demostró que con construcciones más firmes y aisladas en los sitios de cultivo se obtienen mejores producciones del hongo.

El cultivo de Shiitake es posible en fincas cafeteras bajo el siguiente esquema: 1. Personal completamente idóneo, capacitado y comprometido. 2. Sustrato con tratamiento térmico y siembra realizados en central de proceso, donde se garantice la eficiencia de dichos procesos. 3. Construcciones adecuadas con controles de temperatura, manejo de gas carbónico, y excelente asepsia.

La eficiencia biológica máxima obtenida durante el presente año fue del 55%, y la mínima fue del 6% durante la etapa de producción de sustrato en Cenicafé, y una eficiencia biológica promedio del 29% y estos valores fueron mejores que las obtenidas en la producción individual en fincas en la producción artesanal. Adicionalmente se realizaron ensayos para mejorar la formulación patrón, con suplementos que aumentaron la eficiencia biológica este no se realizó con anterioridad pues implica un aumento en el costo del sustrato.

Se prepararon 20 toneladas de sustrato, ensayando varios tipos de bolsas. El material preparado fue

llevado a 11 fincas cafeteras participantes en el proyecto QIN3603, ubicadas en los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda y se evaluó detalladamente para determinar la efectividad de los procesos ensayados.

Se llevaron registros por lotes, teniendo en cuenta porcentajes de contaminación, causas de contaminación, precocidad, eficiencia biológica y rendimiento medio.

En esta experiencia se obtuvieron porcentajes de contaminación promedio del 23%, la mayor contaminación fue de 58% y la menor de 6%. La principal causa fue la bolsa contaminada por perforaciones con un porcentaje del 24,63% sobre el total de bolsas contaminadas, la precocidad promedio para las fincas evaluadas fue de 59 días, la eficiencia biológica promedio obtenida fue del 29% y el rendimiento medio del 13%.

Se observó que en la etapa de producción se presentan algunos problemas por el manejo y esto se ve reflejado en las bajas producciones. Por este motivo se hicieron mediciones de las variables en producción como: temperatura, humedad y contenido de gas carbónico.

Se colaboró con la Asociación de Cultivadores de Hongos Tropicales –Ashongos- en la elaboración de proyectos para la consecución de recursos para continuar con la producción industrial del hongo comestible Shiitake.

Se dictaron capacitaciones en hongos comestibles a varios caficultores y agricultores que visitaron a Cenicafé y también se prestó asesoría en varios sitios de Colombia sobre el cultivo de Shiitake.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Utilización de botellas no retornables en los reactores metanogénicos de los sistemas modulares de tratamiento anaerobio, SMTA. Esta investigación se realizó con el fin de evaluar el desempeño, de un reactor metanogénico de 2 m³

de capacidad tipo UAF fabricado en polietileno, utilizando botellas plásticas como medio de soporte, en un Sistema Modular de Tratamiento Anaerobio SMTA, buscando reducir los costos asociados al tratamiento de las aguas residuales de los beneficiaderos húmedos de café. Las aguas residuales generadas durante el lavado del mucílago fermentado del café, fueron tratadas en el SMTA ubicado en «La Granja- Cenicafé». La aclimatación y el arranque del reactor se llevaron a cabo durante 256 días y se aplicaron cargas entre 0,3 y 8,75 kg DQO/m³.d. Como inóculo metanogénico se utilizó estiércol de ganado vacuno, siguiendo la metodología propuesta por Cenicafé en sus estudios. Se realizaron monitoreos de temperatura por medio de una sonda metálica, que permitió durante el día tomar lecturas a lo largo y ancho del reactor.

Se encontró que la temperatura promedio en el reactor a lo largo del día es de 26°C, y en las horas de la tarde alcanzó 31°C. Se realizaron análisis fisicoquímicos de laboratorio a partir de la metodología estandarizada por la APHA. Las eficiencias de remoción promedio para el estado estable del reactor metanogénico fueron 80%, 83,4%, 45,99% y 74,3%; para DQO, DBO, ST y SST respectivamente. Se encontró que las botellas plásticas no retornables presentan una porosidad de 98,7% y un área específica de contacto de 51,67 m²/m³ reactor. A Junio de 2003 el costo total del SMTA con la adopción de un tanque fabricado en polietileno como reactor metanogénico y botellas no retornables como soporte fue de col \$1'649.677, lo que permitió reducir 50 % de los costos de inversión para un SMTA.

Convenio de cooperación Interinstitucional ILC-Cenicafé. Contrato de Transferencia Tecnológica 008-2003. Operación de una planta de tratamiento de vinaza obtenida a partir de miel Virgen - Industria Licorera de Caldas. PTAR - ILC. A partir del 16 de mayo de 2003, la ILC se firmó un segundo contrato de transferencia Tecnológica con Cenicafé, y se inició el arranque completo de los reactores de la PTAR ILC. A la fecha de este informe se tienen inoculados, maduros y en proceso de arranque, 7 de los 10 reactores que conforman la PTAR, los cuales presentan remociones de la DQO y de la DBO₅ superiores al 70%, Alcalinidad del efluente superiores a 500 mg CaCO₃/l, Relaciones de Alcalinidad inferiores a 0,5 y pH de biodigestión superiores a 6,5 unidades. En el arranque se han utilizado cargas de 0,3 kg DQO/m³.d. y balanceo de Nitrógeno y álcali por única vez con urea y NaOH, a razón de 39 mg/g DQO y 90 mg/g DQO, respectivamente.

De lo transcurrido durante la ejecución del convenio de transferencia tecnológica con Cenicafé, se puede concluir que: a) La Industria Licorera de Caldas, terminó la primera etapa, no ha terminado aún la segunda etapa y ha dado inicio a la tercera etapa; b) La Industria Licorera de Caldas sólo destinó para la ejecución de la primera etapa el 55% del tiempo, y sólo se ha utilizado el 63% del tiempo para la ejecución de la segunda etapa que la ley permite; c) Que los períodos de recesión en la producción de alcohol no comprometerían la viabilidad del tratamiento biológico que se tiene instalado actualmente en la PTAR-ILC.

PROGRAMA ETIA

El presente informe tiene como objetivo principal informar a los accionistas y a los interesados en la actividad de la empresa sobre el desempeño de la misma durante el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2010. El informe se divide en dos partes: la primera describe el desempeño de la empresa en términos de resultados financieros y operativos, y la segunda describe el desempeño de la empresa en términos de sostenibilidad.

El informe se divide en dos partes: la primera describe el desempeño de la empresa en términos de resultados financieros y operativos, y la segunda describe el desempeño de la empresa en términos de sostenibilidad.

El informe se divide en dos partes: la primera describe el desempeño de la empresa en términos de resultados financieros y operativos, y la segunda describe el desempeño de la empresa en términos de sostenibilidad.

El presente informe tiene como objetivo principal informar a los accionistas y a los interesados en la actividad de la empresa sobre el desempeño de la misma durante el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2010. El informe se divide en dos partes: la primera describe el desempeño de la empresa en términos de resultados financieros y operativos, y la segunda describe el desempeño de la empresa en términos de sostenibilidad.

El informe se divide en dos partes: la primera describe el desempeño de la empresa en términos de resultados financieros y operativos, y la segunda describe el desempeño de la empresa en términos de sostenibilidad.

El informe se divide en dos partes: la primera describe el desempeño de la empresa en términos de resultados financieros y operativos, y la segunda describe el desempeño de la empresa en términos de sostenibilidad.



El presente informe tiene como objetivo principal informar a los accionistas y a los interesados en la actividad de la empresa sobre el desempeño de la misma durante el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2010. El informe se divide en dos partes: la primera describe el desempeño de la empresa en términos de resultados financieros y operativos, y la segunda describe el desempeño de la empresa en términos de sostenibilidad.

El presente informe tiene como objetivo principal informar a los accionistas y a los interesados en la actividad de la empresa sobre el desempeño de la misma durante el periodo comprendido entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de 2010. El informe se divide en dos partes: la primera describe el desempeño de la empresa en términos de resultados financieros y operativos, y la segunda describe el desempeño de la empresa en términos de sostenibilidad.

Durante el período Octubre 2003/ Septiembre/ 2003, se llevaron a cabo actividades de investigación y transferencia de tecnología en: cítricos, macadamia, Pasifloras, maíz y especies forestales, así como en caracterización y Normalización (calidad y empaques) de lulo, mangos criollos, uchuva, uva Isabella, pitaya y mora.

De toda la información obtenida se destacan los siguientes resultados.

Cítricos

- ▣ El buen comportamiento de las variedades de naranja **Hamlin, Valencia Late y V. Campbell**, indicando que se han adaptado a las condiciones agroclimáticas de la zona cafetera (Figura 50 y 51).
- ▣ La investigación confirma la adecuada distribución de la producción, combinando variedades tempranas y tardías, con el fin de abastecer a los diferentes mercados en forma continua, ofrece una muy buena alternativa a los productores, porque les permite un flujo de caja permanente.

- ▣ Los datos registrados durante el presente año, permiten confirmar la adaptación y buena producción del grupo de mandarinas **Clementinas**; estas variedades pueden constituirse en una alternativa para que en el país, especialmente en la zona cafetera, se puedan desarrollar proyectos futuros con miras a la exportación. La producción durante todo el año sería una ventaja para abastecer los mercados (Figuras 52 y 53).

Passifloras

- ▣ La posibilidad de desarrollar investigación participativa con los productores, validando el comportamiento de materiales destacados de maracuyá, es un hecho a resaltar por que ello indica que tanto los productores y los organismos regionales (UMATAS, Asociaciones de Productores) encargados de buscar alternativas para generar ingresos a los agricultores, han visto necesario el apoyo de la investigación y el trabajo Interinstitucional para lograr sus objetivos en beneficio de la comunidad.

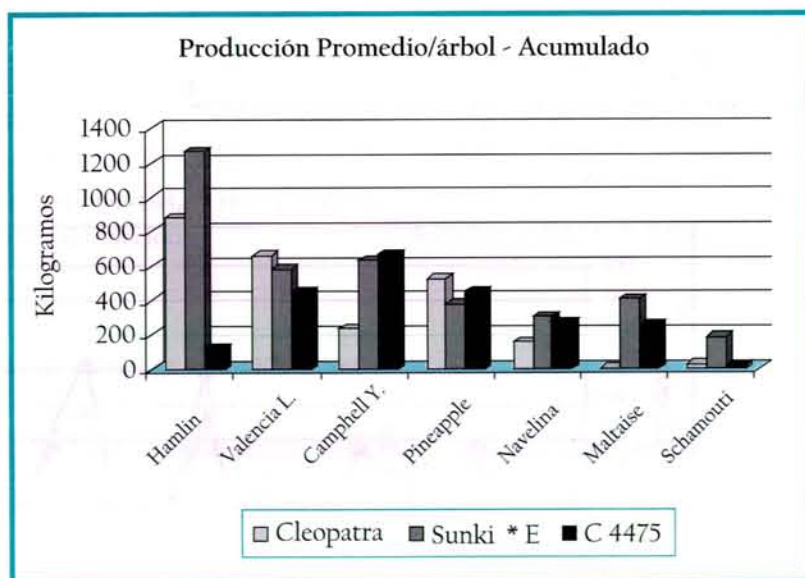


Figura 50. Comportamiento productivo de las diferentes variedades de naranja, sobre los 3 portainjertos estudiados.

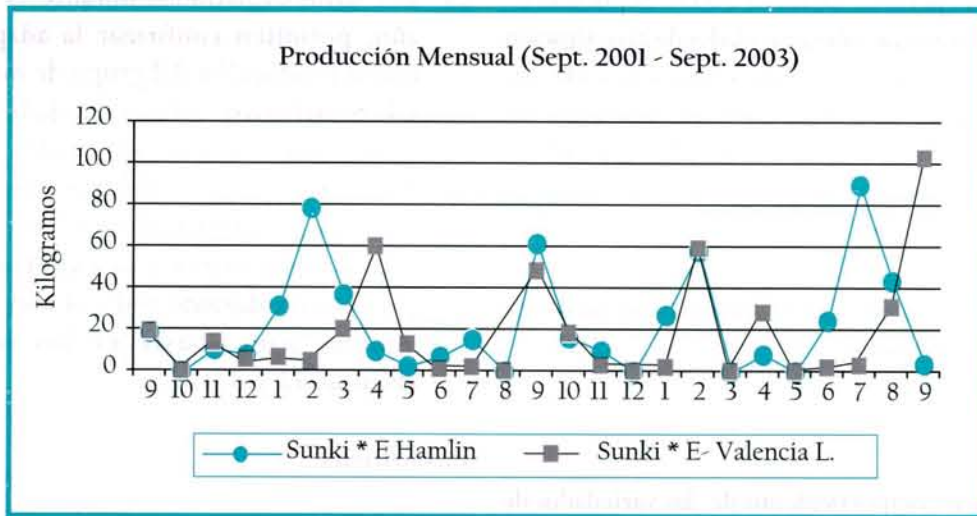


Figura 51. Distribución de la producción anual de una variedad temprana (Hamlin) y una tardía (V. Late.)

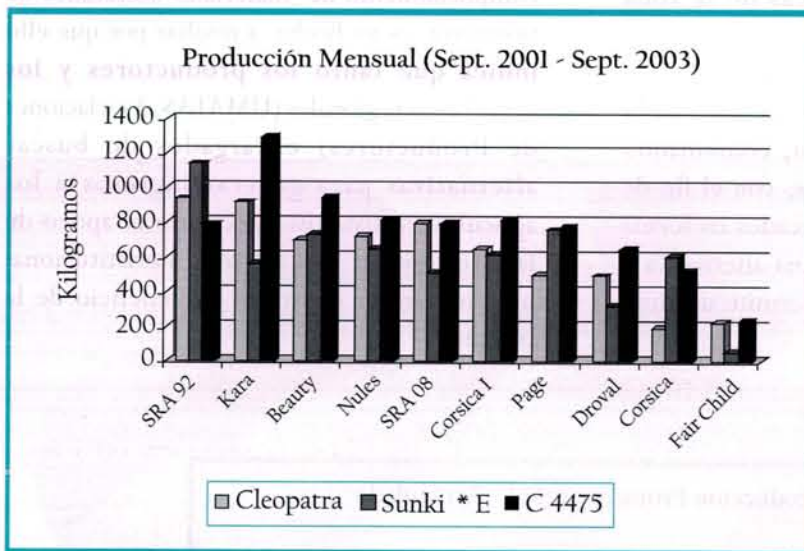


Figura 52. Producción de las diferentes selecciones de Clementinas

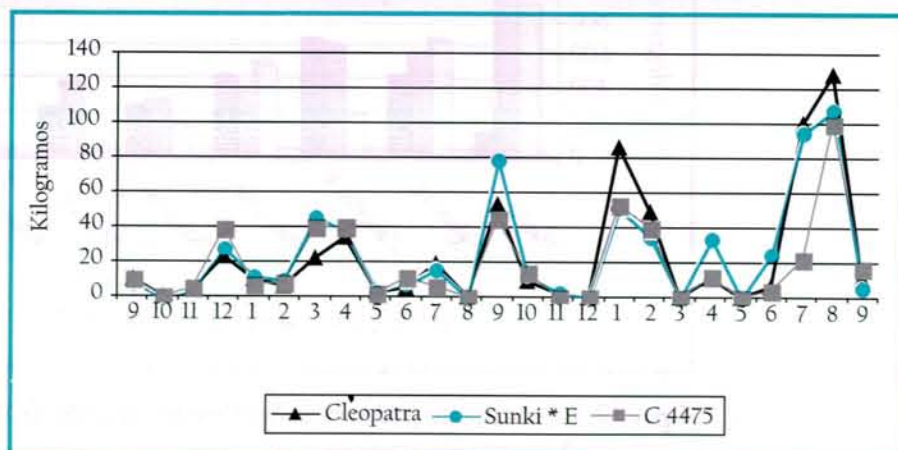


Figura 53. Distribución de la producción anual de SRA92, variedad muy productiva

Maiz

- Teniendo en cuenta la importancia que ha tomado el maíz como cultivo intercalado al café por ser una fuente de ingresos complementarios y la necesidad de ofrecer a los productores semillas de óptima calidad, se considera muy importante el buen comportamiento que están mostrando los **híbridos de maíz DK-888 y DK-777**, porque ello asegura en un futuro inmediato la disponibilidad de materiales productivos que garanticen el logro de producciones rentables al productor (Tabla 27).

Macadamia

Las evaluaciones agronómicas que se vienen realizando en La Catalina (Risaralda, Ecotopo 209A) desde el año 1993 hasta la fecha en el sistema agroforestal Macadamia- café se registra lo siguiente:

Se observa una relación directa entre el vigor de los árboles expresado como diámetro del tronco y producción, es decir, la variedad HAES 246 presentó los mayores diámetros del tronco (22,91 cm) y las mayores producciones en promedio por árbol de macadamia en cáscara con 69,76 kg (Figura 54).

Se destacan también los materiales HAES 1010 con 59,8 kilos y HAES 508 con 54,65 kilos. Es importante anotar que los árboles todavía se encuentran en la fase exponencial, es decir, todavía no han estabilizado su producción.

Igualmente se observa un buen comportamiento agronómico y productivo en los tres árboles seleccionados del Huerto del 69 como son los P5, P-35 y P-38.

En cuanto a la distribución de la cosecha, se observa que en la medida que los árboles tienen mas edad, esta distribución es más estable a través del año (Figura 55), aspecto importante para el agricultor ya que se ve reflejado en los ingresos, al presenta un flujo de caja positivo y al comprador ya que puede contar con un abastecimiento permanente en la planta procesadora.

En lo que respecta al cultivo del café, en la Tabla 28 se aprecian las producciones obtenidas durante dos ciclos productivos.

A nivel general se observa que el sistema de agroforestal macadamia café es viable desde el punto de vista agronómico, fitosanitario y económico, lo que permite ofrecer una alternativa de ingresos complementarios para los productores en la zona cafetera.

ASPECTOS FITOSANITARIOS

Desde hace unos años se viene observando en el cultivo de la macadamia la presencia del hongo *Nematospora coryli*, (transmitido por insectos del orden Hemiptera) el cual representa en la actualidad el mayor problema sanitario de las almendras, ya que no sólo causa demérito de su calidad sino también, que se ve reflejado en menores precios de venta de la nuez.

Tabla 27. Híbridos de maíz para la zona cafetera

Híbridos de maíz	DK 888		DK 777
Localidad	Potosí	Paraguaicito	Paraguaicito
Área	7000 m ²	1908 m ²	2037 m ²
Sistema	Intercalado	Monocultivo	Monocultivo
Producción	4752 kg	2130 kg	2057 kg

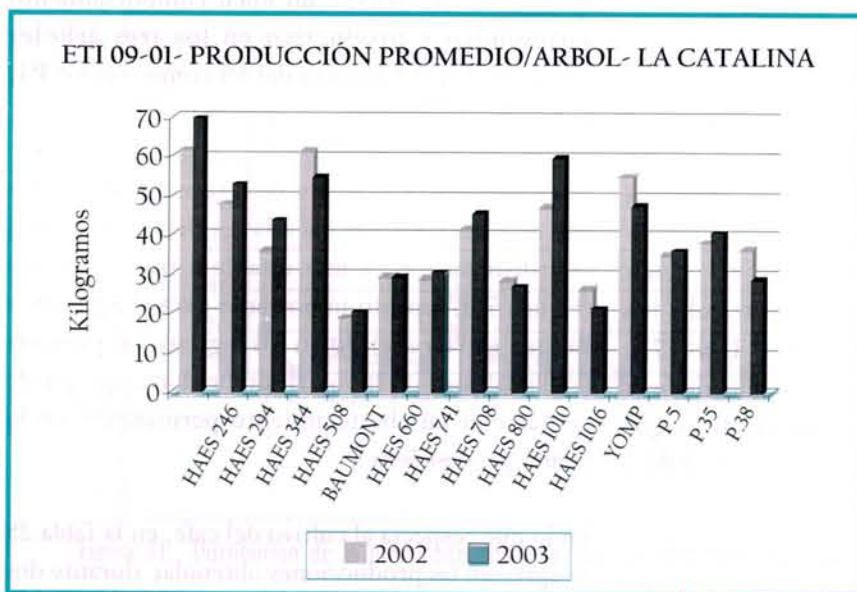


Figura 54. Producción promedio de macadamia en cáscara por árbol en los 15 materiales evaluados en La Catalina.

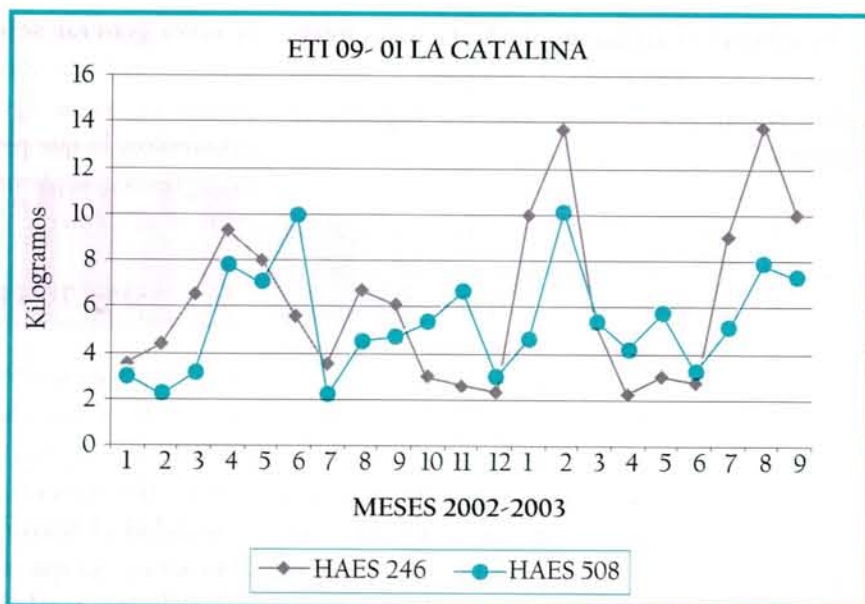


Figura 55. Distribución de la cosecha de macadamia en La Catalina.

Tabla 28. Producciones de café, en el sistema agroforestal Macadamia - Café. La Catalina, Pereira (Risaralda)

La Catalina Primer ciclo (7.058 árboles/ha)

Segundo ciclo (5.111 árboles/ha).

Año	Cereza/ha	c.p.s./ha
	kg.	@
1995	16.701	148.45
1996	60.882	541.17
1997	26.467	235.26
1998	57.297	509.31

Año	Cereza/ha	c.p.s./ha
	kg.	@
2000	4.481	43.39
2001	28.584	254.08
2002	13.407	119.17
2003	355.76	223.46

Para este año se iniciaron los estudios tendientes a reconocer los insectos plagas del orden Hemiptera en el cultivo de la macadamia (*Macadamia* sp.) y sus enemigos naturales.

De las familias encontradas e identificadas preliminarmente en el laboratorio de entomología de Cenicafé se destacan *Antiteuchus* sp. y *Loxa* sp., de la familia Pentatomidae y *Leptoglossus* sp. *Theognis* sp. y *Sphictyrtus intermedius* de la familia Coreidae; los cuales se encuentran reportados como insectos que causan daño a la almendra en países productores de la nuez como Costa Rica y Bolivia.

Como un aspecto importante se registra la presencia de varios enemigos naturales parasitoides de huevos de Pentatomidae y de Reduviidae principalmente y un parasitoide de adultos de la familia Coriedae.

En el caso de hongos entomopatógenos, se encontró un hemíptero de la familia Pentatomidae, parasitado con un hongo, este se identificó en el Cepario de Entomología de Cenicafé como *Bauveria bassiana*.

Estos resultados permitirán facilitar las formas de manejo integrado orientadas dentro del marco de la sostenibilidad y protección del medio ambiente.

INVESTIGACIÓN FORESTAL CON ESPECIES NATIVAS PARA LA PRODUCCIÓN DE MADERA DURA TROPICAL

Para *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*, se obtuvieron las primeras ecuaciones que permiten estimar el volumen con corteza y sin corteza.

Cordia alliodora (Volumen con corteza V_{cc} , sin corteza V_{sc})

$$V_{CC} = \ell^{(-9.613 + 1.959 * \ln(d+1) + 1.225 * \ln(h))}$$

$$V_{SC} = \ell^{(-9.613 + 1.56 * \ln(d+1) + 1.236 * \ln(h))}$$

Tabebuia rosea (Volumen con corteza V_{cc} , sin corteza V_{sc})

$$V_{SC} = \ell^{(-8.89 + 1.885 * \ln(d) + 0.70500 * \ln(h))}$$

$$V_{CC} = \ell^{(-9.768 + 2.209 * \ln(d+1) + 0.646 * \ln(h))}$$

Con estas ecuaciones, fue posible evaluar el desarrollo de cada una de las progenies, en los años cuarto y quinto respectivamente (Figura 56). Los resultados obtenidos permiten seleccionar la(s) progenie(s), de mejor desarrollo y adaptación de acuerdo a la oferta ambiental del sitio. El análisis para todos los sitios se hizo en forma similar a la presentada aquí para Pueblo Bello y Chinchiná

□ *Tabebuia rosea*

La especie presenta un ICA¹ promedio en volumen, para Pueblo bello de 0,61 m³/año para el cuarto año y 0,89 m³/año para el quinto, mientras que en Chinchiná la especie crece a una tasa de 8,33 para el año cuarto y de 8.93 m³/ha/año para el año quinto (Figura 57). En Pueblo Bello la progenie de mejor desarrollo en el quinto año es SO-2386 (Belén - Nicaragua), crece a una tasa de 1,53 m³/año, en Chinchiná la de mejor desarrollo es SV-I-94 (Coatepeque - El Salvador) con un ICA de 20,89 m³/ha/año en el año quinto. Para los demás sitios donde se tiene establecida la especie, cada progenie de mejor adaptación es diferente a las dos aquí presentadas.

□ *Cordia alliodora*

Cordia alliodora en Pueblo Bello, esta creciendo a una tasa de 3,23 m³/ha/año para el año cuarto y

¹ Incremento corriente anual (ICA) en Volumen, es el incremento en volumen en m³/árbol o m³/ha, de un año de referencia con respecto al anterior.

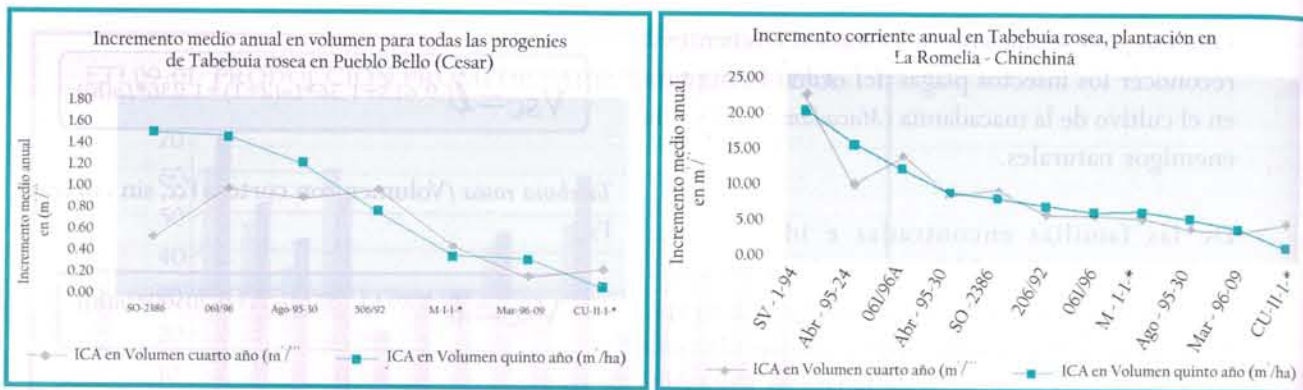


Figura 56. Desarrollo de las mejores progenies de *Tabebuia rosea* en los municipios de Chinchiná y Pueblo Bello (Valledupar)



Figura 57. Desarrollo de *Tabebuia rosea* en la hacienda La Romelia - Chinchiná

1,88 m³/ha/año para el año 5, en Chinchiná la especie esta creciendo a razón de 3,38 m³/ha/año para el año cuarto y 7,18 m³/ha/año para el 5 (Figuras 58 y 59. La progenie de mejor desarrollo en el año cuarto y quinto en Pueblo Bello es T-I-1-1 (Melgar- Tolima) con un ICA de 11,17 y 25,36 m³/ha/año y en Chinchiná la mejor ha sido R-I-1-

3 (Marsella- Risaralda) con un ICA de 7,23 y 23,73 m³/ha/año, en ambas para el año cuarto y quinto respectivamente.

Se continuo con el programa de injertación de árboles plus de *Cordia alliodora*, evaluando cual tipo de injerto, púa terminal y tope lateral era el mejor

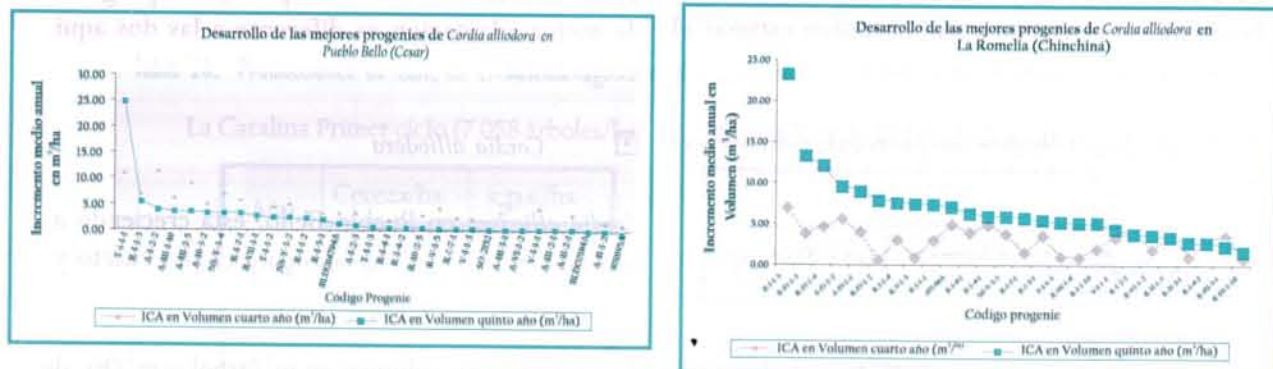


Figura 58. Desarrollo de las mejores progenies de *Cordia alliodora* en los municipios de Chinchiná y Pueblo Bello (Valledupar)



Figura 59. Desarrollo de *Cordia alliodora* en Pueblo Bello (Cesar)

en cuanto a vigor y sobrevivencia y si existe alguna diferencia originado por la procedencia del material a injertar (Figura 60). Se evaluaron cuatro procedencias (Antioquia, Risaralda, Norte de Santander y Risaralda) y dos tipos de injerto, Púa terminal (1) y tope lateral (2).

El porcentaje de sobrevivencia por cada injerto es 44,2% para tope lateral y 29,9% para púa terminal, no existiendo diferencia significativa en cuanto a este factor. Pero el vigor y el número de brotes por injerto es mayor en púa terminal. La prueba de comparación Duncan's reflejo diferencia significativa a favor de la procedencia de Norte de Santander, respecto las demás y la prueba de diferencia mínima significativa mostró diferencias a favor del tipo 1 (púa terminal). Lo anterior

permite inferir que el tipo de injerto más favorable para un programa de injertación en *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken, es el de púa terminal, el cual mostró mayor sobrevivencia y vigor, y a su vez presenta mayor emisión de rebrotes, lo cual representa una mayor producción de semilla.

En cuanto al desarrollo de los rametos en el banco clonal, se cumplió su primer año de desarrollo (Figura 61). Los injertos han presentado un buen desarrollo, teniendo un crecimiento medio en altura de 2,5 m. Algunas de las progenies como NS-II-1-1 (Salazar de las Palmas), R-III-3-1 (Pereira), A-IV-1-1 (Támesis) y R-II-3-1 (Dosquebradas) ya presentan su primera fructificación, lo que esta acelerando en uno y medio años el periodo apto para la producción de semilla.

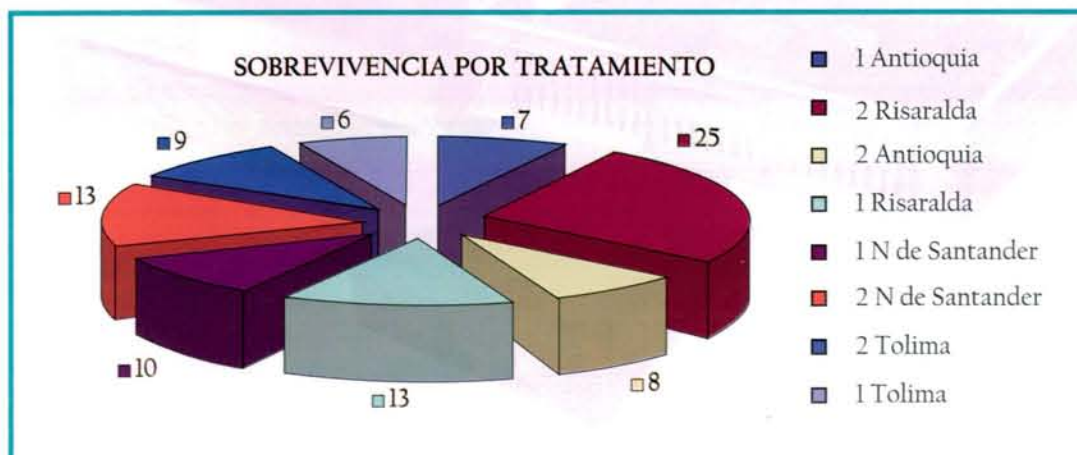


Figura 60. Número de injertos vivos por tratamiento 45 días después de la injertación

Figura 61. Desarrollo de rametos en el huerto semillero de *Cordia alliodora*



DESARROLLO TECNOLÓGICO EN MANEJO POSCOSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS

□ Como resultado del proyecto «Caracterización y Normalización del Empaque para lulo de Castilla, uchuva, mora de Castilla, mangos criollos y pitahaya amarilla», cofinanciado por el Sena, el país cuenta hoy con 5 Normas Técnicas Colombianas de empaque, siendo este un aporte importante en el mejoramiento del manejo poscosecha de este tipo de productos (Figura 62).

□ Con el fin de dar el soporte técnico y científico a las Normas de empaque, se realizaron en Cenicafé los primeros estudios para estas frutas de interés nacional sobre propiedades físico – mecánicas para frutas, destacándose los análisis relacionados con la determinación de pruebas a compresión. La generación de esta información es básica para la obtención de recomendaciones prácticas que garanticen la selección de un empaque adecuado de acuerdo a las características del producto (estado de madurez) y el mercado objetivo.



Figura 62. Materiales y tipos de empaque.

- ▣ Con relación a las Normas de Calidad, este año se culminó la caracterización y normalización de 6 productos hortifrutícolas, como son: lulo de Castilla, guanábana, melón variedad cantaloupe, aguacate (variedades Choquette, Trapp, Lorena, Hass, Fuerte, Santana, Booth 8) mangos criollos (hilacha, vallenato y azúcar) y mangos variedades mejoradas (Tommy Atkins, Van Dyke, Irwin, Kent y Keitt). Con estos productos para este año el país cuenta con 33 variedades de producto caracterizadas y agrupadas en 20 Normas Técnicas Colombianas.
- ▣ A partir de los resultados del experimento denominado «Validación del Tratamiento

Cuarentenario T107a, sobre la calidad de la uchuva», se realizó la validación comercial mediante la exportación, seguimiento y evaluación de la calidad de un contenedor de 20 pies (3 toneladas) a Estados Unidos, dentro del marco de la Feria PMA (Produce Marketing Association) (Figura 63), la cual se aprovecho para realizar la presentación de este producto al mercado americano, de acuerdo a la autorización del ingreso según Registro Federal Vol. 68, No 122. Este proyecto se llevo a cabo con el apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Cial, Sena y Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola - Asohofrucol.



Figura 63. Stand - Feria PMA (Produce Marketing Association).

EXPERIMENTACIÓN



Uno de los propósitos de la política Nacional Cafetera, esta enfocado en propender el avance de medidas que permitan a los productores adoptar nuevos esquemas de producción, eficientes, amigables con el medio ambiente y en consonancia con los principios del desarrollo sostenible.

Las Subestaciones experimentales están llamadas a consolidarse como instrumentos de socialización de estos esquemas, para poner en práctica la aplicación de nuevas tecnologías, aprovechando el desarrollo de la experimentación regional, como mecanismo para transferir, capacitar y educar a los diversos usuarios que solicitan la orientación en todos los tópicos que la actividad reúne.

Las investigaciones en los diferentes aspectos agronómicos y ecológicos del cultivo del café que se llevan a cabo regionalmente, permiten generar conocimientos y explorar la posibilidad de implantar nuevas herramientas que darán una visión global de la diversidad de recursos de suelo, clima, y comportamiento de los cultivos y así tomar decisiones acertadas a nivel global y regional. Al establecer las relaciones entre el suelo, clima, relieve y planta, será posible tener regionalizaciones de éstas características para las diferentes áreas cafeteras mediante sistemas de información geográfica, con los cuales se pueden especializar los resultados de la experimentación, los modelos de producción, los sistemas de fertilización, entre otros. Todo esto contribuirá a una caficultura más productiva, eficiente y sostenible.

De igual importancia es la divulgación permanente de los conocimientos y tecnologías más avanzados, producto de la investigación de las diferentes Disciplinas de Cenicafé, en todas las actividades y procesos tanto experimentales como demostrativos establecidos en las Subestaciones Experimentales Regionales, para que estas sirvan de modelos para transferir, educar y capacitar a los numerosos visitantes técnicos y cafeteros en las nuevas técnicas de administración y manejo de sus cultivos y predios.

Para estos fines, Cenicafé pudo disponer, hasta septiembre de 2003 de 8 estaciones experimentales, ubicadas en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cesar, Santander, Tolima, Quindío y Risaralda.

PROYECTOS EXPERIMENTALES EN LAS SUBESTACIONES

Áreas experimentales y otros usos de la tierra. En la Figura 64 se presenta el estado del uso de la tierra en las Subestaciones a septiembre de 2003. Los experimentos en café ocuparon 68,8 ha, el café comercial 52,8 ha, la producción de semilla 39,5 ha, la experimentación en forestales 11,8 ha, maíz, 3,9 ha. La ocupación de área por otros cultivos es: guadua 20 ha, pastos 25 ha, macadamia 7 ha, cítricos 8,6 ha, plátano 5,3 ha, y bosques 80,6 ha. El área experimental aprovechable es alrededor de 55 ha, estando disponibles 12,9 ha en La Estación Central Naranjal; 19 en Pueblo Bello y 10.5 en La Catalina.

En fincas particulares se están empleando cerca de 34 ha en la ejecución de varios experimentos en café y forestales principalmente.

Temas de Investigación en las subestaciones. En la Tabla 29 y Figura 65, se hace una compilación de los tópicos de investigación que se están desarrollando regionalmente, en las subestaciones experimentales. Estos incluyen temas como: Registros climáticos, suelos, mejoramiento genético, producción de semilla, optimización de los sistemas de siembra del café, cultivos intercalados con café, sistemas de renovación de cafetales, cafés especiales, manejo integrado de arvenses, broca y enfermedades, mejoramiento de los procesos de cosecha, manejo de los subproductos del beneficio, lombricultura, costos de producción, sistemas agroforestales con café, sistemas agroforestales, ceba de ganado, macadamia, y últimamente maíz, para un total de cerca de 273 diferentes actividades.

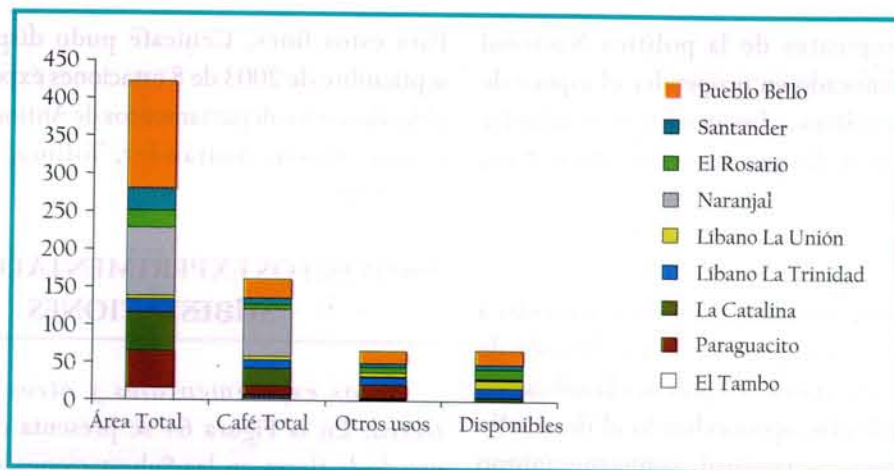


Figura 64. Distribución de áreas en las subestaciones según el uso de la tierra.

Tabla 29. Temas de investigación regionales

TEMAS	Tam.	Par.	Cat.	Lib.	Nar	Ros	San.	P. Bello	TOTAL
CLIMA	1	1	1	1	2	1	1	1	9
SUELOS	1	1	1	1	2	1	2	1	10
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CAFETO	2	6	3	2	72	2	1	2	90
PRODUCCIÓN DE SEMILLA	0	1	1	1	14	1	2	0	20
OPTIMIZACIÓN SISTEMAS DE SIEMBRA DEL CAFÉ	3	0	1	1	3	0	0	2	10
CULTIVOS INTERCALADOS CON CAFÉ	2	1	3	0	0	0	1	1	8
SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE CAFETALES	2	1	1	2	0	1	0	0	7
CAFÉS ESPECIALES	1	1	2	0	2	1	0	1	8
MANEJO INTEGRADO DE ARVENSES (MIA)	0	0	1	1	2	1	1	1	7
NUTRICIÓN DEL CAFETO (Edáfica)	4	2	5	6	5	4	4	2	32
MANEJO DE LA BROCA	0	1	2	0	1	1	0	0	5
MANEJO DE ENFERMEDADES	0	1	2	1	0	2	1	1	8
MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE COSECHA	0	0	6	0	2	0	0	0	8
SISTEMAS AGROFORESTALES CON CAFÉ	1	1	0	0	2	0	2	4	10
COSTOS DE PRODUCCIÓN	0	0	0	0	2	0	0	0	2
SISTEMAS AGROFORESTALES	3	1	0	0	0	0	1	1	6
OTRAS ACTIVIDADES	2	5	14	5	1	1	2	1	31

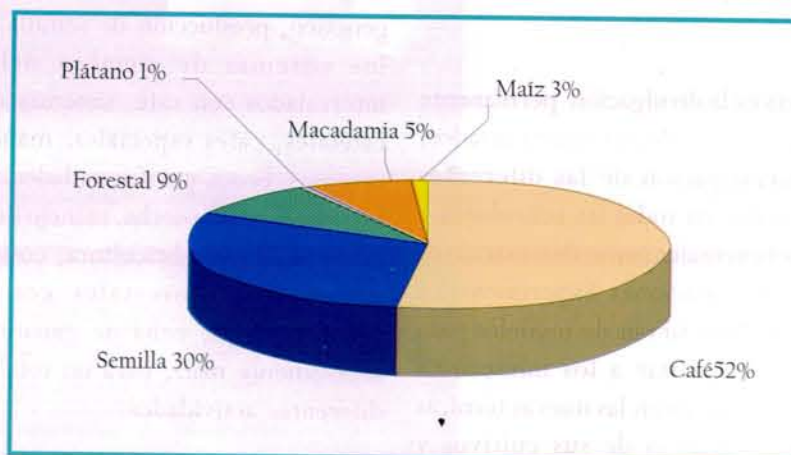


Figura 65. Experimentos en las subestaciones por tipo de cultivo

Experimentos por Disciplinas y Programas.

La Figura 66, muestra que a septiembre se tenía en las subestaciones un inventario de 334 experimentos de los cuales, los experimentos en café vigentes son 209 y se han instalado 22 experimentos nuevos, 11 de ellos en la Estación Central Naranjal. Se terminaron 39 experimentos, se eliminaron 5 y se suspendieron 4. Se tuvieron además 19 experimentos en actividades asociadas o complementarias al café y relacionadas con plátano, macadamia, forestales y ganadería.

La distribución de experimentos por Programas y Disciplinas (Figura 67), permite observar que la mayor parte de experimentos que se desarrollan en las subestaciones corresponden a Mejoramiento Genético (32%), seguido por Fitotecnia (12,5%), Suelos (11,2%). En la Estación Central Naranjal es donde se desarrollan más experimentos, para un total de 153, equivalente al 49% de los experimentos vigentes. En la subestación Santander se encuentra el menor número de experimentos (5%).

Experimentos en fincas particulares. En fincas particulares y con apoyo de las Subestaciones del Programa de Experimentación, se tiene actualmente 35 lotes experimentales, 19 de ellos

de la Disciplina de Suelos y 7 de Fitotecnia (Figura 68). En la Figura 69 se describen los tópicos de experimentación en las fincas, los cuales cubren 50 temas, destacándose el área de nutrición del café con 13 lotes y forestales con 15.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CAFÉ

Producción de semilla de variedad Colombia.

A partir de enero de 2003 se suspendió la Subestación Maracay en la cual se tenían 110.520 plantas para producción de semilla.

En la Figura 70 se registra la población actual de plantas para las subestaciones vigentes con capacidad de multiplicación de semilla. Se tiene un parque productivo de alrededor de 284.814 plantas, de las cuales 137.000 (48%) se encuentran en la Estación Central Naranjal, 51.454 (18%) en el Líbano, 30.300 (10,6%) en Santander, 29.727 (10,4%) en El Rosario.

En la Figura 71 se puede observar la producción de semilla de variedad Colombia y variedad Tabi en las subestaciones. En total, se produjo durante el período 37.229 kg de los cuales se entregaron a los caficultores 30.374,5 kg y permanecen en bodega 7.848,5 kg.

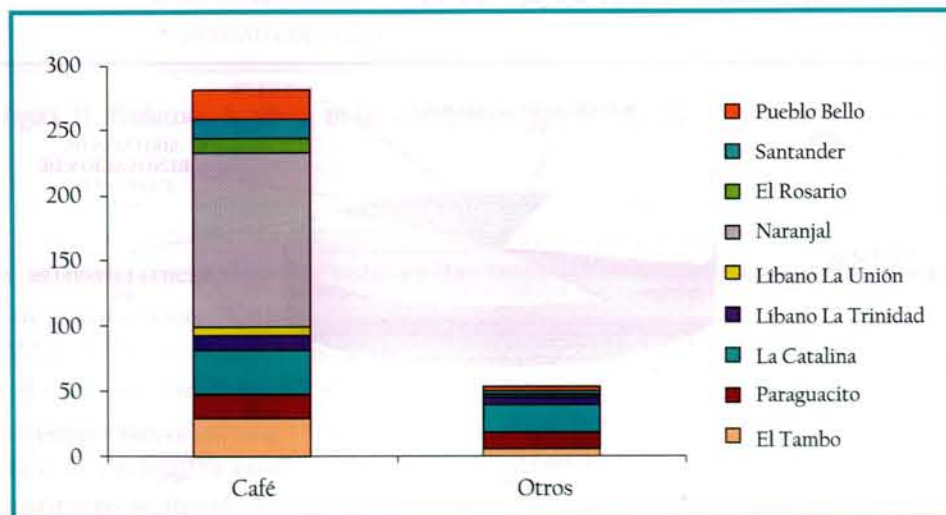


Figura 66. Actividad investigativa (experimentos) en las subestaciones. Oct. 02 - Sep. 03

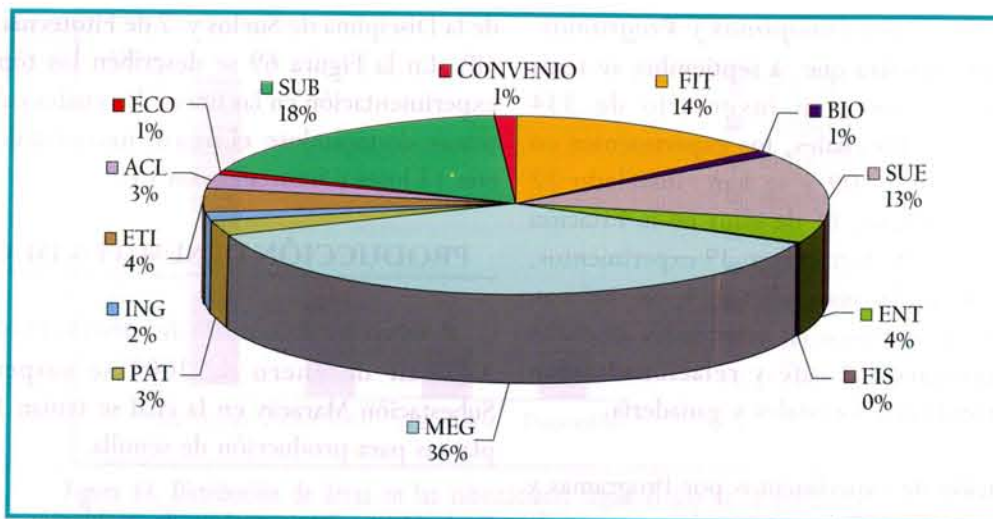


Figura 67. Experimentos vigentes en las subestaciones, Oct. 02 - Sep. 03

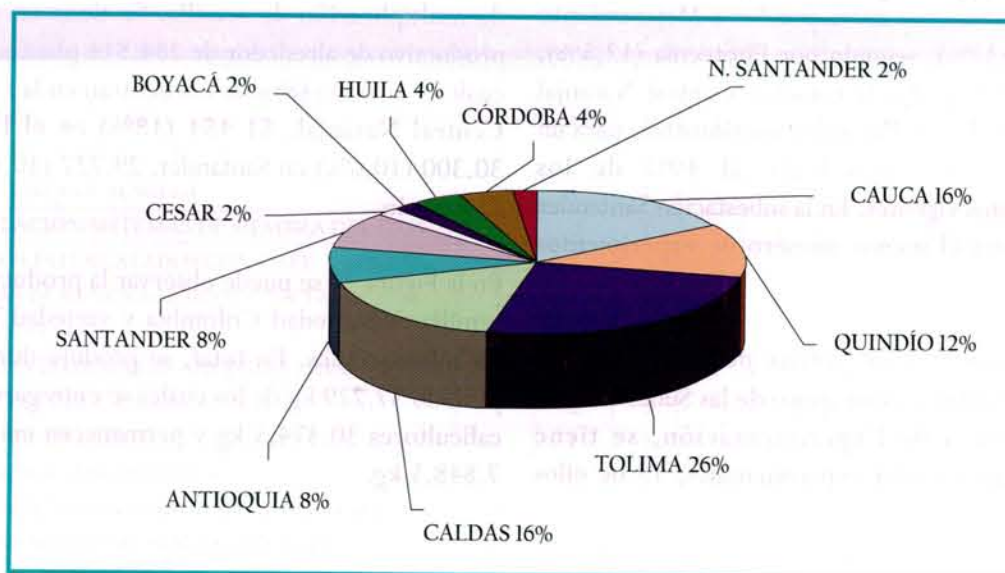


Figura 68. Lotes experimentales en fincas. Oct. 02 - Sep. 03

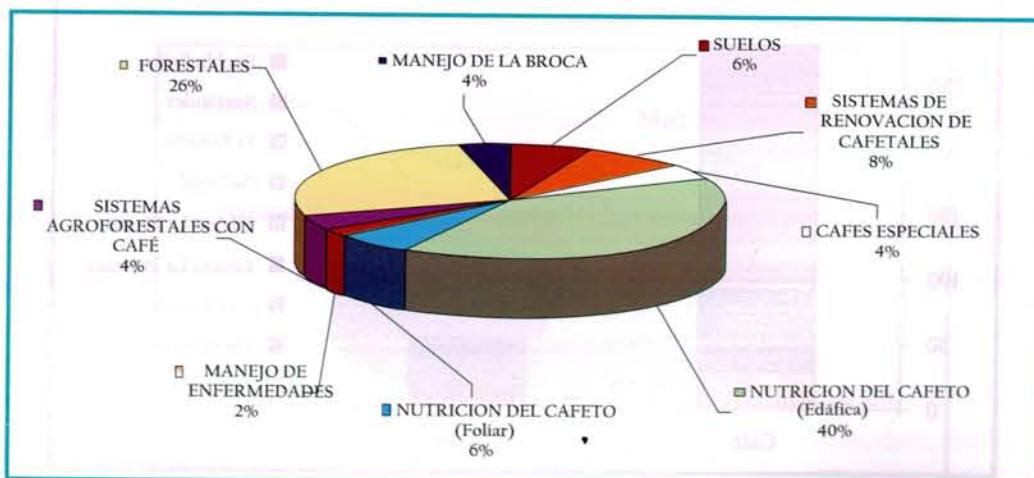


Figura 69. Tópicos de investigación en fincas. Oct. 02 - Sep. 03

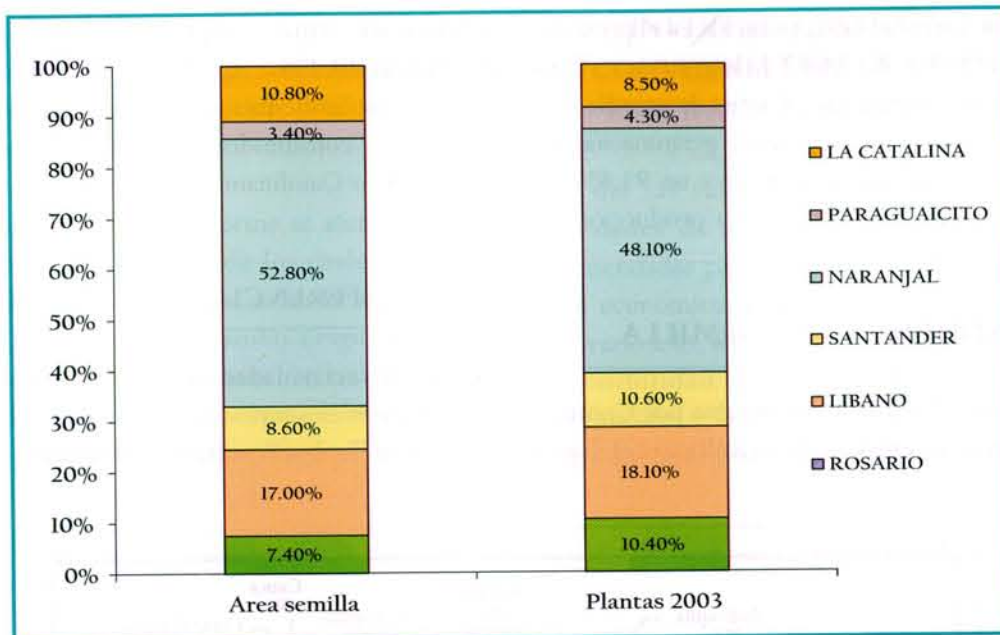


Figura 70. Composición de los campos de producción de semilla. Oct. 02 - Sep. 03

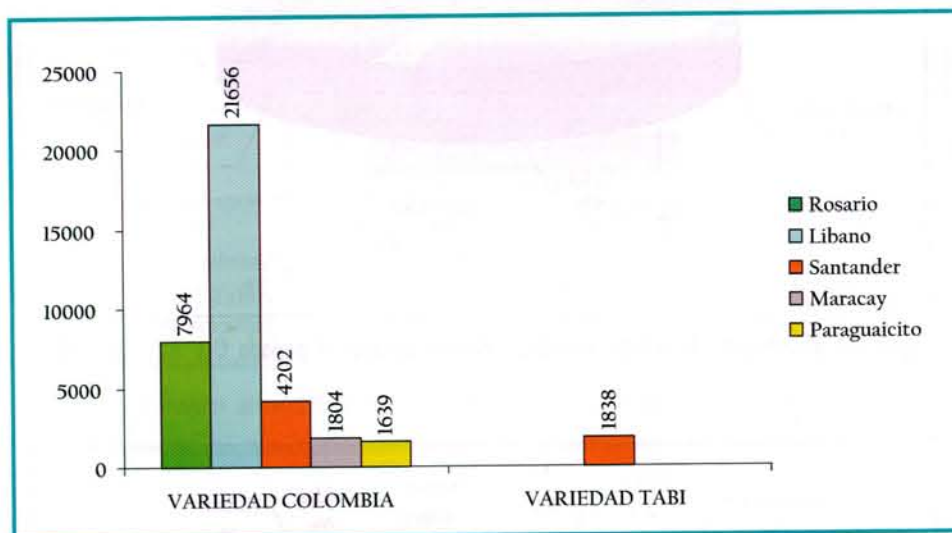


Figura 71. Producción de semilla en las subestaciones. Oct. 02 -Sep. 03

Producción de semilla de la variedad Tabi. Esta se realiza actualmente solo en la subestación Santander. Como parte del proyecto MEG 0708 se busca el aumento de materiales de la variedad Tabi. El objetivo de este proyecto es producir semilla para la entrega a caficultores; se encuentra establecido en dos campos; el primero se instaló en noviembre de 1995, conformado por tres parcelones, dos de

fruto amarillo en 0,46 hectáreas y uno de fruto rojo en 0,32 hectáreas; el segundo campo se instaló en noviembre de 1998, en dos parcelones de fruto rojo en 0,83 hectáreas. El primer pase de recolección para el primer campo se realizó a los 18 meses después de la siembra; el promedio de los rendimientos durante los cinco años de producción es de 309@ de café pergamino seco por hectárea año.

La semilla de variedad Tabi producida en el presente año cafetero fue de 1642 kilogramos. Esta producción se clasificó en 21 lotes de semilla, los cuales arrojaron en las pruebas de germinación un valor de 97,6% en mantequilleras y un 93,8% en arena. Se calcula para el 2003 una producción de Tabi de 3.000 kg.

octubre de 2002 - septiembre de 2003. Se entregaron 30.374.5 kg de variedad Colombia y 1.642 kg de Tabi. Antioquia, Caldas y Valle fueron los mayores consumidores de variedad Colombia mientras que Cundinamarca y Santander lo fueron para Tabi.

DISTRIBUCIÓN DE SEMILLA

En las Figuras 72 y 73, se discrimina por Comités de Cafeteros, la entrega de semilla en el lapso

TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

Una de las actividades más importantes de las subestaciones es servir como centro regional para la difusión de los resultados obtenidos con los

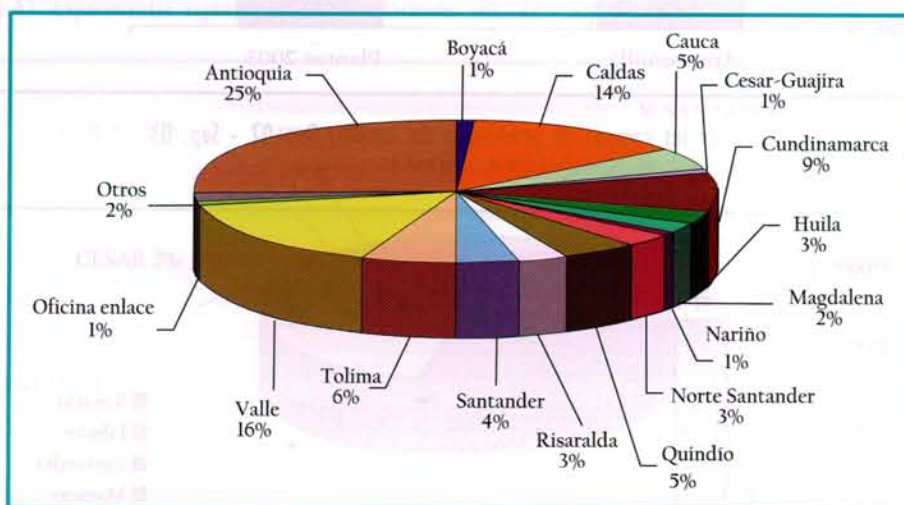


Figura 72. Distribución de semilla variedad Colombia durante el período Oct. 02 - Sep. 03

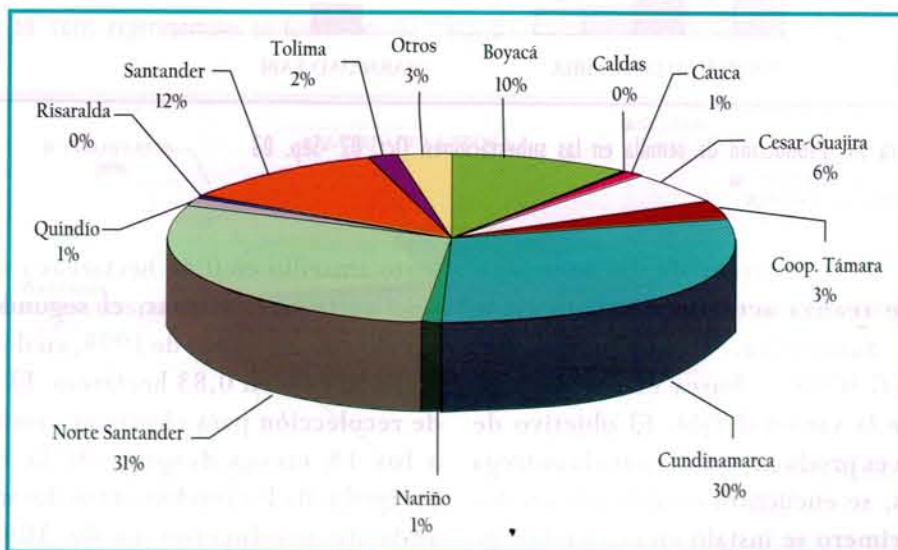


Figura 73. Distribución de semilla de la variedad Tabi a los Comités de cafeteros, Oct. 02 - Sep. 03

experimentos que se desarrollan en cada una y mediante la capacitación a un numeroso grupo de visitantes vinculados con la caficultura o el sector agrícola en general.

Durante el período del informe se atendieron un total de 6.081 visitantes, de los cuales el mayor número se atendió en las subestaciones de El Rosario, Naranjal y El Tambo (Figura 74). La composición de los visitantes se muestra en la Figura 12, donde se destaca que el 54% de estos visitantes fueron agricultores (Figura 75).

INVESTIGACION EN MAIZ CONVENIO FENALCE-CIMMYT- FEDERACIÓN DE CAFETEROS

Hoy día los caficultores sólo cuentan con las variedades de maíz ICA V-305 e ICA V-354 recomendadas para la zona cafetera, pero ante el éxito económico de inercalar maíz con café o de sembrarlo solo, se presentaron dos situaciones: poca disponibilidad de semilla de las variedades mencionadas y la oferta de híbridos comerciales de los que actualmente se siembran por debajo de

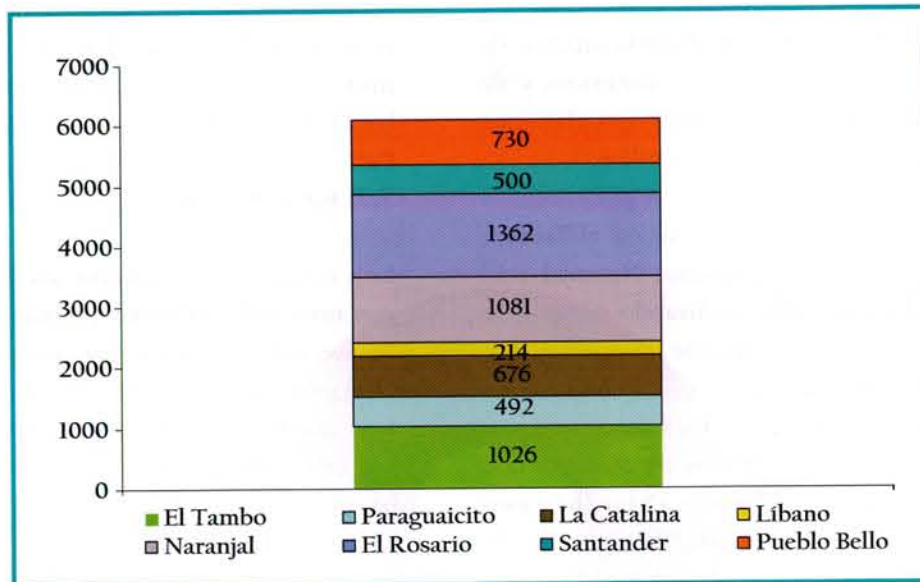


Figura 74. Visitantes atendidos en las subestaciones en el período Oct. 02 - Sep. 03

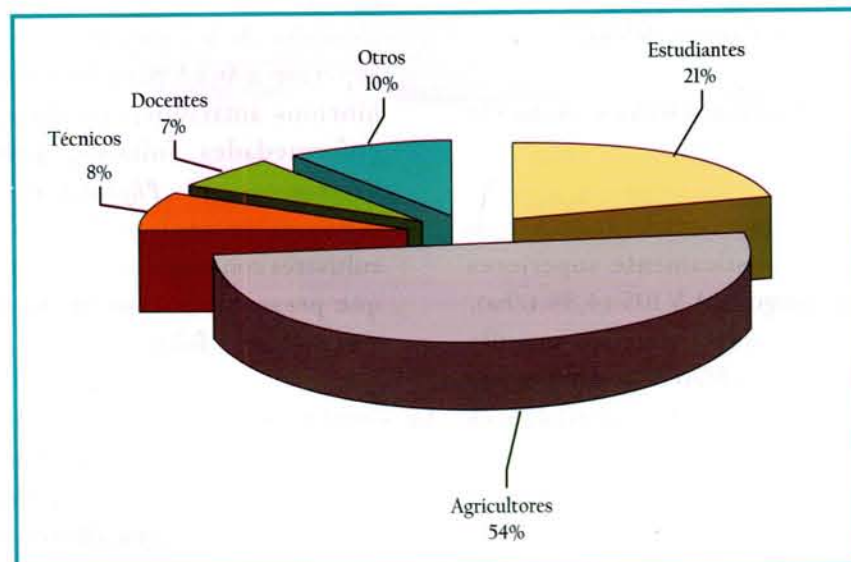


Figura 75. Composición de los visitantes de las subestaciones durante el período Oc. 02 - Sep. 03

de los que actualmente se siembran por debajo de los mil metros de altitud. Pero los híbridos resultaron susceptibles a varias enfermedades ante las condiciones ambientales que favorecen su desarrollo con la consecuente necesidad de usar fungicidas que de hecho contribuyen a la contaminación ambiental y aumentan los costos de producción.

Durante el período del informe se destaca el incremento en la investigación en maíz como apoyo al convenio marco de cooperación técnica y científica suscrito entre FENALCE, la FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS y el CIMMYT. Se han venido realizando ensayos de adaptación de maíces híbridos y sintéticos y de cruzamientos simples de subtropicales por tropicales de maíces blancos y amarillos.

Estas investigaciones se adelantan en el Tambo, Paraguaicito, La Catalina, Líbano, Naranjal y El Rosario. También se viene realizando ensayos de ajuste tecnológico, especialmente en fertilización y manejo de enfermedades, en El Tambo, La Catalina, Naranjal y Paraguaicito. Como producto de estos ensayos, de los híbridos promisorios con rendimiento potenciales superiores a 8 ton/ha, cinco de ellos se han sembrado en pruebas regionales de eficiencia en Paraguaicito, La Catalina, el Líbano y Naranjal. Estas pruebas son supervisadas por el ICA como requisito parcial para ser liberados como materiales adaptados a la zona cafetera.

De los resultados obtenidos a la fecha se destaca lo siguiente:

1. Existen sintéticos experimentales amarillos con rendimientos estadísticamente superiores (7,21 t/ha) al testigo ICA V305 (4,94 t/ha). El rendimiento del mejor sintético amarillo fue superior, no mostró diferencias significativas con el rendimiento del híbrido comercial (6,75 t/ha).
2. Existen sintéticos experimentales blancos con

rendimientos estadísticamente superiores (7,34 t/ha) al testigo ICA V354 (5,29 t/ha). El rendimiento del mejor sintético fue superior al rendimiento del híbrido comercial testigo (6,37 t/ha).

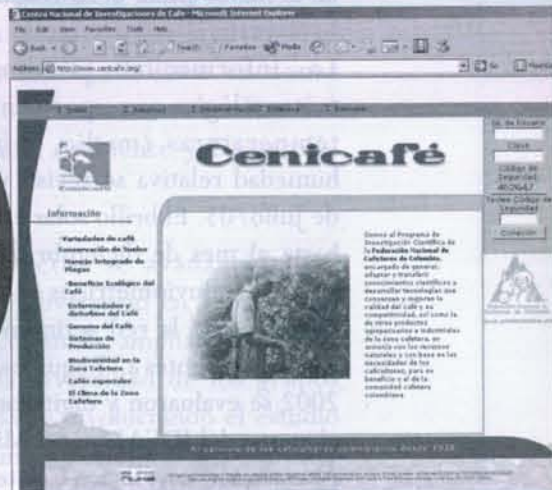
3. Para el caso de híbridos, los híbridos experimentales son muy superiores a los híbridos testigos comerciales. Para el caso de híbridos amarillos, en La Catalina 03A, el híbrido de mayor rendimiento produjo 10,6 t /ha, mientras que el mejor testigo comercial 6,2 t/ha; en Naranjal 03A, el mejor híbrido rindió 11,3 t/ y el mejor testigo comercial 6,9 t/ha. Para el caso de los híbridos blancos, se tienen datos de tres localidades (La Catalina, Naranjal y Paraguaicito), con rendimientos promedio de 7,2; 6,6 y 9,8 t/ha.

Los resultados obtenidos en Paraguaicito son muy sobresalientes, y más de la mitad de los híbridos experimentales evaluados (12) produjeron más de 10 t/ha. El híbrido con mayor rendimiento produjo 12,1 t/ha, mientras que el mejor testigo, 8,4 t/ha.

4. Existe una correlación negativa entre el rendimiento en grano y daño por enfermedades foliares. Esta correlación es alrededor de 0,7 para el caso de sintéticos y superior a 0,82 para híbridos (0,95 para híbridos amarillos). Es decir, el daño de enfermedades foliares, principalmente *Cercospora* y *Phyllachora* disminuye significativamente la producción del grano. Los cultivares con mayor rendimiento son aquellos que presentan menor grado de ataque de enfermedades foliares.

La siembra de éstos ensayos en 03B en las localidades de la zona cafetera servirá para definir los cultivares que eventualmente podrán ser puestos a disposición de los agricultores en un futuro próximo.

APOYOS BÁSICOS



AGROCLIMATOLOGÍA

Los resultados más importantes de las actividades realizadas en el período octubre/2002-septiembre/2003 se presentan a continuación.

RED CLIMÁTICA DE FEDERACAFÉ

En esta vigencia estuvieron en operación 232 estaciones que integran el Servicio Meteorológico de FEDERACAFÉ y las cuales se detallan como sigue: 55 estaciones climatológicas principales, 12 estaciones heliopluiográficas, 6 estaciones pluviográficas y 159 estaciones pluviométricas. La operación se efectuó mediante la inspección, mantenimiento y calibración del instrumental meteorológico con 115 visitas que abarcaron toda la geografía cafetera y permitieron la recolección de información completa y confiable en la mayor parte de la red.

La información proveniente de la red meteorológica correspondiente a los elementos de temperaturas (media, mínima y máxima) y humedad relativa se revisó y evaluó hasta el mes de Julio/03. El brillo solar está evaluado y digitado hasta el mes de diciembre/02, mientras que los registros pluviométricos se encuentran al día así como los de la red actinométrica. Estos últimos correspondientes a 17 equipos para el período 1997-2002 se evaluaron y digitaron en computador con el apoyo del IDEAM y del Ministerio de Minas. El Anuario Meteorológico Cafetero está en su fase final para editarlo en el mes de Diciembre/03.

En el programa de ampliación de la cobertura de la red meteorológica existente, se instalaron cinco nuevas estaciones en Planadas – Tolima, Neira y Filadelfia en Caldas y Pijao y Salento en Quindío.

ECOTOPOS CAFETEROS DE LA CUENCA DEL RÍO CAUCA

En el estudio de los ecotopos 201A, 202A, 203A, 102B y 103B (departamento de Antioquia) se ejecutó lo siguiente:

- ▣ Finalización de la espacialización a nivel anual de las isolíneas de lluvia, temperaturas (media, mínima y máxima), brillo solar y humedad relativa en planchas escala 1:100.000 para los ecotopos 201A, 202A, 203A, 102B y 103B con el paquete geográfico ILWIS.
- ▣ Finalización de la redacción de la memoria de los ecotopos anteriores con destino al Comité Departamental de Cafeteros de Antioquia.
- ▣ Se adelantó el análisis del comportamiento de la lluvia con la altitud y su distribución temporal en los ecotopos 112B, 216A, 217A y 218A de los departamentos de Valle y Cauca.

ASPECTOS HIDROLÓGICOS Y DE NUTRIMENTOS EN CAFETALES CON SOMBRÍO DE GUAMO

Se estudió la redistribución de la lluvia y el transporte de los nutrientes en cafetales bajo diferentes densidades de sombrío de guamo (*Inga* sp). La mayor proporción de la lluvia que ingresó al sistema se redistribuyó como lluvia efectiva. La lluvia efectiva no es una fracción constante de la lluvia externa, debido a la gran variabilidad observada entre los puntos de medición. La cantidad de lluvia que ingresa al sistema, no explica por sí sola los fenómenos de redistribución del agua, y otros factores como la intensidad, duración y frecuencia de los eventos, deben ser tenidos en cuenta. La mayor proporción de la lluvia que alcanzó la superficie del suelo se distribuye como agua de percolación; la escorrentía representa una pequeña proporción de la lluvia efectiva.

En las diferentes vías en las cuales se redistribuye la lluvia externa, se transportan cantidades importantes de nutrientes; se encontraron diferencias en las cantidades de nutrientes de acuerdo al elemento químico y al componente del ciclo evaluado. El potasio presentó la mayor concentración en el agua de lavado foliar, lo que

indica que es fácilmente removible de la superficie vegetal; las menores concentraciones se encontraron para el magnesio, indicando una posible retención de este elemento en la parte aérea de la vegetación. Los niveles de fertilización evaluados influyeron en las cantidades de nutrimentos transportadas en los componentes del ciclo hidrológico, no así las distancias de siembra utilizadas para el sombrero.

OTRAS ACTIVIDADES

▣ Asistencia al Primer Taller de Codiseño de la red hidrometeorológica y ambiental de

Colombia organizado por el Ideam en Bogotá, D.C. con la participación de Corporaciones Autónomas Regionales, Autoridades Ambientales Urbanas, Sectores Productivos, Centros de Investigación, Universidades y Asesores Particulares y exposición del tema el Servicio Meteorológico de Federacafé (abril/03).

▣ Asistencia al Segundo Taller de Codiseño de la red hidrometeorológica y ambiental de Colombia en la sede del Ideam en Bogotá, D.C.

BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

La actividad principal desarrollada en el último año por el equipo de investigadores del Programa de Biología de la Conservación estuvo relacionada con la investigación, particularmente en la recolección de datos en el campo. Se avanzó también en el análisis de dos de las bases de datos sobre aves y mamíferos en zonas cafeteras. Se continuaron esfuerzos en la búsqueda de fondos y apoyos para nuestras acciones en investigación y divulgación, formulando ocho propuestas diferentes que fueron sometidas a consideración de diferentes entidades y asesoramos la tesis de una estudiante de ingeniería de sistemas. Se desarrollaron también varias actividades de divulgación, participando en eventos científicos y con presentaciones a diversos públicos. En la realización de varios proyectos, y se trabajó estrechamente con varios Comités departamentales de cafeteros y con caficultores de diversas zonas cafeteras.

INVESTIGACIÓN

Dos proyectos recibieron atención especial al ser iniciados en este año: las caracterizaciones de la biodiversidad en el paisaje rural cafetero que se realiza bajo un convenio con el Instituto

Alexander von Humboldt y el efecto de la fragmentación de los bosques sobre la diversidad genética de flora y fauna silvestre en zonas cafeteras, que se adelanta con fondos del Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial.

Con estos dos proyectos se avanzará en el conocimiento de la biodiversidad en las regiones andinas cafeteras de Colombia, ampliando la escala en el análisis y en la diversidad de los grupos taxonómicos estudiados e involucrando el estudio de las comunidades humanas cafeteras. En el primer proyecto se examinará la biodiversidad a la escala del paisaje y en el segundo se estudiará la diversidad genética de organismos presentes en las zonas cafeteras. Además, se estudiaron diferentes grupos taxonómicos como modelos e indicadores del estado de la biodiversidad: plantas, insectos y aves, complementados por caracterizaciones de las comunidades humanas y los sistemas de producción agropecuaria. En estos dos proyectos, las actividades de este año fueron primordialmente en el campo, recolectando información primaria en diferentes zonas cafeteras e identificando áreas de muestreo.

Se avanzó además en un estudio de la biodiversidad y los caficultores, con el apoyo de la Iniciativa Darwin Para la Supervivencia de las Especies, y en el estudio de los mamíferos de zonas cafeteras, que recibió el apoyo de Colciencias a través de la participación de un joven investigador.

Se avanzó también en el análisis de las bases de datos previamente obtenidas sobre las aves en diferentes tipos de sombrero, sobre las comunidades de aves y sus movimientos altitudinales en la Reserva de Río Blanco, en Manizales, y sobre los mamíferos en zonas cafeteras.

Estos proyectos de investigación continúan ampliando el conocimiento sobre la biodiversidad en las zonas cafeteras colombianas, con evaluaciones a una primera escala del cafetal, del cultivo o de los demás elementos naturales del paisaje, avanzando a escalas mayores de la finca y de la región.

La información obtenida en estos proyectos contribuirá a la identificación de las oportunidades de conservación en las zonas cafeteras de Colombia y al desarrollo de herramientas efectivas de conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

GESTIÓN DE PROPUESTAS

Durante este año se dedicaron esfuerzos a la búsqueda de fondos y apoyos para los proyectos de investigación y conservación. Ocho propuestas diferentes fueron formuladas y sometidas a consideración de diferentes convocatorias y entidades.

Dos propuestas para el estudio de la biodiversidad del suelo, en cafetales orgánicos y en diversos elementos del paisaje cafetero, se enviaron a las convocatorias del Programa Nacional de Ciencias Básicas y del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias de Colciencias. Ninguna de estas dos propuestas recibió apoyo. A la Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología

del Banco de la República se envió una propuesta para el estudio de los musgos y su papel en las cuencas hidrográficas y a la organización «Bat Conservation International», enviamos una propuesta con el título de «Characteristics of bat communities in the coffee-producing landscape of Colombia». Ninguna de éstas propuestas fue seleccionada para recibir apoyo de esas entidades.

Atendiendo la invitación de la alcaldía del Municipio de Manizales, se sometió a su consideración una propuesta para evaluar el conflicto ocasionado por las garzas en el Parque del Barrio Palermo de esa ciudad. Esta propuesta ya ha sido aprobada por la administración municipal y recibirá apoyo financiero adicional de la corporación regional, Corpocaldas. En colaboración del Instituto Alexander von Humboldt se postularon las zonas cafeteras de Colombia para el «Millennium Ecosystem Assessment» (MEA), con una propuesta titulada «Ecological Function Assessment of Biodiversity in the Colombian Andean Coffee-Growing Region», la cual fue aceptada. Como continuación de ese proceso, las dos instituciones adelantaron en la elaboración de una propuesta concreta para solicitar el apoyo económico del programa global del MEA. Durante este año, también se lograron otros dos apoyos de gran utilidad para los programas. La organización norteamericana «Audubon Naturalist Society» aprobó la propuesta para financiar una serie de boletines educativos ambientales, en los cuales se planea divulgar los resultados de las investigaciones de Cenicafé a un público no científico y «Idea Wild» donó 50 trampas Sherman para el estudio de pequeños mamíferos. Finalmente, la propuesta elaborada en colaboración con «The Nature Conservancy» para la conservación de aves migratorias boreales en zonas de producción de cafés especiales, fue aprobada para financiación por «The U.S. Fish and Wildlife Service». Como parte de este proyecto, que se iniciará en los próximos días, se realizarán censos de aves con la participación de comunidades cafeteras seleccionadas.

ASESORÍA DE TESIS

Durante el último año se continuó asesorando la tesis de Catalina Morales, estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Autónoma de Manizales. Su tesis que ya fue concluida y sustentada exitosamente tuvo como título «Software educativo de la avifauna que habita en el municipio de Manizales». Este software busca suministrar una herramienta educativa para estudiantes y personas interesadas sobre las aves del municipio de Manizales. Incluye fotos, cantos e información sobre la ecología de especies de aves encontradas en este territorio. Como parte de los ejercicios interactivos, el usuario o estudiante puede identificar el canto de un ave entre una selección de cantos que se presenta o identificar la especie que produce un canto presentado.

DIVULGACIÓN

Para la divulgación de los resultados de las investigaciones de Cenicafé, se participó en diversos foros y congresos. En el VII Congreso Latinoamericano de Botánica con una ponencia y dos posters y en la Reunión Internacional sobre la conservación de la Reinita Cerúlea en Ecuador. Sin embargo, el mayor énfasis estuvo en participar activamente en dos encuentros regionales: el II Encuentro Regional de Biodiversidad de Antioquia y el Eje Cafetero y el II Simposio de Biodiversidad de Caldas. En cada uno de estos eventos se expusieron varias ponencias y pósteres, afianzando así la presencia como grupo de investigación en biodiversidad en las regiones andinas cafeteras.

Se produjeron dos manuscritos para la revista Biota Colombiana con los cuales se contribuyó a la construcción de una línea base o de referencia sobre la biodiversidad regional. La lista de las plantas vasculares del Municipio de Manizales fue revisada y enriquecida con nuevas adiciones. La lista de los mamíferos de Caldas se terminó después de una intensa recopilación de datos en museos de historia natural colombianos y del exterior, que acompañaron los datos obtenidos en los estudios de Cenicafé. Estos dos

manuscritos están ahora en proceso de revisión por el comité editorial de esa Revista.

Con el objeto de divulgar los resultados de los estudios sobre biodiversidad a la comunidad cafetera, a los estudiantes y al público no científico interesado, se está programando la publicación de boletines seriados con el título BioCarta. Los fondos para los primeros números ya han sido asegurados y ya se cuenta con un diseño para este boletín.

Por segundo año consecutivo, se realizó la campaña para invitar a la gente en Manizales y la región a que estuvieran atentos al paso de los gavilanes migratorios. Utilizando la página web (www.esperandogavilanes.org), un afiche financiado con los fondos de la «Audubon Naturalist Society» e informes periódicos a los medios y con la colaboración del grupo «Esperando Gavilanes» lográndose promover la observación de ese impresionante fenómeno natural de esta región, como un proceso de educación ambiental.

COLABORACIONES CON COMITÉS Y CAFICULTORES

Durante este año, se contó con la colaboración muy estrecha de los Comités de Cafeteros y muchos caficultores de diferentes regiones del país en la planeación y realización de las investigaciones. Con los Comités departamentales de Valle, Antioquia, Risaralda, Quindío, Caldas, Santander y Cauca se colaboró en la selección de localidades para los estudios sobre la biodiversidad en paisajes rurales que apoya el Instituto Humboldt, de la diversidad genética de organismos en fragmentos de bosque en zonas cafeteras, en la evaluación de la biodiversidad en fincas cafeteras y para la realización de los censos participativos de aves en regiones de producción de cafés especiales.

En la realización de estos estudios, durante este último año se visitaron cerca de 300 fincas cafeteras en diversas regiones del país.

BIOMETRÍA

En esta vigencia, la disciplina de Biometría, trabajó en tres líneas de investigación: muestreo estadístico, aplicaciones con el modelo de simulación matemática para el cultivo del café, y la aplicación de la investigación de operaciones en los procesos del cultivo.

Con respecto a la línea de muestreo, se estableció que para niveles de infestación por debajo del 5% y para errores de estimación por debajo del 1%, se requiere como mínimo tomar 37 árboles y por árbol 3 ramas, de acuerdo con el estudio de muestreo realizado en 1997, en la disciplina de Biometría, época en la cual la broca estaba iniciando su dispersión en Colombia. Es muy probable que ahora cuando en todos los cafetales se encuentra esta plaga, la variación sea menor, con lo cual se reduciría el error de estimación, manteniendo el mismo tamaño de muestra, propuesto actualmente por el plan treinta. Es por ello que se está adelantando la evaluación de un método de muestreo (asumiendo 30 árboles por ha y por árbol una rama), con soporte estadístico, es decir: identificar la población, el parámetro, el estimador, el tipo de muestreo, la unidad de muestreo, definir el error y verificar su probabilidad. Además, se realizó un muestreo piloto, con el fin de determinar un método de muestreo para la compra del café en las cooperativas de caficultores. Los resultados del muestreo piloto indican que lo primero que hay que determinar es la forma de hacer la toma de la muestra compuesta por bulto (200 g), que asegure los errores de estimación fijados para las variables: porcentaje de almendra, broca, pasilla y rendimiento, con una probabilidad asociada al error para la estimación de los parámetros correspondientes, mínima del 75%.

En la aplicación del modelo, para una primera clasificación de los sitios por producción corregida por déficit hídrico, se tomó como estructura básica la del nivel I o producción potencial y la metodología de Steward, propuesta por la FAO, para estimar la producción cuando se considera el

factor agua como limitante. Los resultados obtenidos al simular la producción potencial y corregida por agua, expresada en kg de café cereza por hectárea, en 30 sitios y en cada sitio, para dos períodos de producción: el primero de ellos entre enero 15/1990 y diciembre 31 de 1997 y el segundo entre enero 15 de 1993 y diciembre 31 de 2000, indicaron lo siguiente: En los sitios Albán, El Jazmín, Villamil, La Sirena, La Trinidad, Maracay, Pueblo Bello y Venecia, los dos períodos tuvieron en promedio el mismo grado de insuficiencia por agua. Los demás sitios, tuvieron mayor grado de insuficiencia por agua, en el primer período, según prueba de diferencia mínima, al 5%, explicado por los ciclos de lluvia como consecuencia de los años Niño y Niña; en ambos períodos, los sitios de menor grado de insuficiencia por agua, fueron el Cedral, con reducciones de la producción potencial (por efecto del déficit hídrico), por debajo del 10%; reducciones entre el 10 y el 20%, en ambos períodos, se observaron en: El Jazmín, Agronomía, Santa Bárbara, Montelíbano, La Catalina, Bertha, Miguel Valencia, Naranjal y Maracay. En ambos períodos, los sitios en los cuales fue mayor la disminución de la producción potencial por efecto del déficit hídrico, fueron: Manuel Mallarino, Blonay, Tibacuy, Venecia y Pueblo Bello. Como proyección, se tiene ajustar el modelo con el proceso de floración y proceder a simular, como mínimo 10 períodos de producción, por sitio, para hacer la clasificación estadística de los ecotopos por producción.

En la línea de investigación de operaciones, se concluyeron dos experimentos, se realizó una actividad asociativa, y se iniciaron tres experimentos, dirigidos a contribuir con la optimización de la recolección manual del café y de otras labores del cultivo. Con el experimento BIO0804, presentado como trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Agrícola en la Universidad del Valle, en una primera etapa se evaluaron dos sistemas de desprendimiento manual no selectivo de café frente a la forma tradicional.

Las pruebas se desarrollaron en las subestaciones de Paraguaicito y La Catalina, en lotes con porcentajes de maduración entre 17,1% y 68,5%. Con los sistemas no selectivos se incrementó la cantidad de frutos recolectados por unidad de tiempo (eficiencia) en más de un 100%, respecto al método tradicional.

El porcentaje de frutos dejados en el suelo (pérdidas) fue inferior con los sistemas no selectivos, pero con éstos se aumentó el porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada (calidad). El porcentaje de frutos maduros desprendidos (eficacia) fue superior al 95% en los tres sistemas. Los resultados anteriores sugieren que en lotes con un porcentaje de maduración superior al 60% se podrían aplicar satisfactoriamente los sistemas no selectivos de desprendimiento como una alternativa para disminuir de los costos de la recolección. En una segunda etapa se evaluó el efecto de dos sistemas de clasificación durante el beneficio: zaranda después de despulpado y zaranda después del secado, con ocho porcentajes de frutos verdes en la masa cosechada, mediante un diseño experimental completamente aleatorio, en arreglo factorial 2X8, sobre las características del café pergamino seco obtenido. Se encontró que con la utilización de la zaranda después del despulpado se obtuvieron los mejores rendimientos en trilla (superiores a 120) y los menores porcentajes de pasilla (entre 23% y 38%), respecto a la utilización de la zaranda después del secado; con la zaranda después del despulpado, se separó un tercio del café verde que ingresó al proceso, mientras que con la zaranda después del secado separó una centésima parte. A raíz de los resultados de esta investigación, se dio inicio al experimento BIO 0813, con el objetivo de caracterizar los patrones de la concentración de los frutos maduros en las ramas de café, durante la época de cosecha y determinar el efecto de la concentración de los frutos maduros y el porcentaje de maduración en las ramas de café, en el desempeño operativo de los recolectores, al emplear diferentes métodos de desprendimiento manual.

El experimento BIO0805, presentado como trabajo de grado par optar al título de Ingeniero Agrícola en la Universidad del Valle, se desarrolló en cinco fincas particulares de los departamentos de Quindío y Caldas, en lotes con pendientes superiores al 70%. Se pudieron identificar 11 operaciones durante el proceso, de las cuales tres fueron clasificadas como actividades de transporte, cuatro como espera; dos, como inspección y dos como actividades operativas. Los análisis mostraron diferencias entre las fincas, para el porcentaje de tiempo invertido en las actividades operativas y de esperas. En el lote, los desplazamientos por curvas de nivel, con trayectorias definidas y descendiendo por la pendiente fueron los más frecuentes. A su vez que en el surco las mayores frecuencias correspondieron a desplazamientos por caras desde la parte inferior. Durante el desprendimiento de los frutos ocurrieron dos secuencias típicas para la llegada a los estratos del árbol, asociadas a altura de los mismos. Los movimientos en las ramas del tronco hacia afuera fueron los más frecuentes entre los recolectores observados. Para la dinámica de las manos se estableció que los ciclos básicos de desprendimiento más comunes, estuvieron compuestos de 5 y 6 therbligs. Se observaron 15 posturas típicas de los recolectores durante la recolección, al igual que se realizó un análisis de las competencias laborales representadas por aspectos de actitud, biomecánicos y de manejo de herramientas. Con esta información se corroboraron las recomendaciones operativas propuestas por Vélez *et al.* (1999), complementadas por una alternativa para el movimiento en el lote y la práctica de 5 posturas durante el desprendimiento de los frutos. Para evaluar estas recomendaciones, se dio inicio al experimento BIO 0806 y además, con el objetivo de determinar la influencia de la altura de la planta en el desempeño operativo del recolector, se inició el experimento BIO 0807.

Con el experimento BIO0803, se adelantaron estudios de micromovimientos para las actividades de llenado de bolsas en almácigos, control de

arvenses con guadaña y selector, plateos, aplicación de fertilizantes y desrame para renovación. En cada actividad se propusieron variables asociadas a los indicadores de la actividad (eficiencia, eficacia, calidad y pérdidas), con los cuales es posible evaluarlas operativamente. Se definieron y cuantificaron los ciclos típicos de la labor y se realizó un diagnóstico inicial de los factores ocupacionales. Los resultados obtenidos con este estudio para cada actividad serán presentados a un grupo interdisciplinario compuesto por técnicos de las disciplinas de Fitotecnia, Suelos e Ingeniería Agrícola, con lo cual se pretende proponer metodologías que permitan disminuir los costos de las labores del cultivo.

Entre octubre de 2002 y julio de 2003 se desarrolló un trabajo conjunto entre caficultores de los municipios de Risaralda, Palestina, Chinchiná y Manizales, el Servicio de Extensión de Caldas y Cenicafe, con el que se buscaba contribuir al manejo integrado de la plaga, mediante la implementación de tecnologías que permitieran disminuir los frutos dejados en el lote después de la recolección. Se desarrollaron 55 actividades (2 de capacitación a caficultores; 9 de capacitación a recolectores, patrones de corte y mayordomos; 36 de

seguimiento en fincas; 7 de planeación, discusión y capacitación con el Servicio de Extensión; 1 sesión de evaluación). En las 9 fincas involucradas, se encontraron inicialmente entre 7 y 36 frutos maduros y secos en el árbol y entre 3 y 53 frutos dejados en el suelo. En el 90% de las fincas se realizaban evaluaciones para el diagnóstico de la infestación por broca, pero las decisiones derivadas de éste se tomaban en los siguientes 5 a 12 días. El 40% de las fincas aplicaban hongos entomopatógenos y en todas las fincas se aplicaba control químico, para lo cual en el 70% de los casos se utilizaban productos de categoría toxicológica I. Pese a lo anterior tanto la forma de aplicación como el momento de hacerlo resultaron inapropiadas. En ninguna de las fincas se realizaban controles en el beneficio. Para todas las fincas se disminuyeron los frutos dejados en el lote (en el árbol y en suelo) y sólo en una de ellas el método mejorado de la recolección se aplicó continuamente durante 10 meses. Los caficultores señalaron como principales beneficios de esta actividad el interés despertado por los recolectores en el tema, la concientización por parte de todos los integrantes de la finca sobre los problemas relacionados con recolección y broca, el conocimiento adquirido y el potencial por mejorar en cosechas futuras.

DOCUMENTACIÓN

El Centro de Documentación, entre Octubre de 2002 y Septiembre de 2003, desarrolló las siguientes actividades:

El análisis de la información cafetera es su principal objetivo; con base en este fin, se registraron en la base de datos CENIC, 1.520 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 29.435 referencias de documentos.

En la base de datos AGROS, que incluye los libros, folletos, series, monografías, artículos seleccionados de revistas, entre otros materiales, que posee la Biblioteca (excepto Café), se adicionaron 2.181 referencias, totalizando 55.602 registros. En el período del presente informe se adquirieron y procesaron 1.806 documentos, de los cuales 329 correspondieron a libros y 1.477 a artículos de revistas y folletos, los cuales fueron debidamente catalogados y clasificados. Las referencias bibliográficas de éstos, se publicaron

quincenalmente en el boletín electrónico «Últimas Adquisiciones».

Las revistas son la principal fuente de consulta en un Centro de Investigación, constituyéndose en valioso material dentro de la Biblioteca, por esto se le ha prestado un cuidado especial. En esta época se recibieron y registraron 1.949 revistas, las que incluyeron aproximadamente 58.470 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 187 instituciones de Colombia y el mundo. Así, entre 2002 y 2003 se recibieron por canje, 295 revistas y 109 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

hizo el trámite de 25 solicitudes de libros especializados y la renovación de la suscripción de 144 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 48 documentos sobre café, 329 libros técnicos, 109 folletos y 2.001 revistas.

La afluencia de lectores a la Biblioteca es un indicador del uso y consulta de sus materiales. En esta temporada hubo 2.874 usuarios, se consultaron 11.083 documentos y se realizaron 5.974 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

En este período se tradujeron 224 resúmenes, los cuales fueron posteriormente ingresados a la base de datos CENIC.

ECONOMÍA

Los estudios llevados a cabo por la Disciplina de Economía, durante el último año cafetero estuvieron enfocados a temas relacionados con la evaluación económica de sistemas de producción de café, análisis económico de métodos de manejo de arvenses, la función de pérdida causada por la mancha de hierro del fruto de café, estudios sobre la determinación de economías de escala en el beneficio de café, el uso de indicadores de desempeño por parte de los caficultores y sobre las perspectivas de producción de café, desde el punto de vista de los productores cafeteros. Adicionalmente se inició el estudio de adopción de la variedad Colombia y también continuó el desarrollo del proyecto financiado por la Iniciativa

Darwin, la cual pretende construir capacidad para generar valor agregado al café a través de la Biodiversidad.

Evaluación económica de tres sistemas de producción de café. Eco 0502. Este experimento hace parte del plan de investigaciones de la Disciplina y tiene como objetivos los siguientes: Determinar la viabilidad económica de los sistemas de producción bajo condiciones comerciales, Establecer indicadores de productividad para los factores asociados a la producción de café, a través de los diferentes ciclos del cultivo y generar información básica que sirva de soporte para construir modelos de producción de café.

Sistemas de Producción

Los sistemas de producción en estudio, se encuentran en condiciones de plena exposición solar y emplean la variedad Colombia. La Tabla 30, describe los sistemas empleados, aclarando que se denomina colino normal aquel que se ha producido bajo unas condiciones normales de desarrollo, sin ningún tipo de intervención y como colino «Descopado», a aquel al cual se le retiró, cortándola, la yema terminal a los tres meses de embolsado (en bolsa 17*23 cm), para promover la emisión de dos tallos por planta.

El experimento se instaló empleando un tamaño de parcela a escala comercial, ocupando cada tratamiento una extensión de 0,5 hectáreas, lo cual permite realizar un adecuado costeo de las labores y generar, por lo tanto, información útil para realizar análisis económicos.

Análisis de los primeros 24 meses del estudio

A continuación se describen los resultados relacionados con los costos de los primeros 24 meses de edad de las plantaciones. Los análisis se hacen asumiendo la mano de obra y los insumos a precios de 2003.

Costo total de los sistemas

Para estimar los costos totales por sistema de producción, se actualizaron los costos al año cero del período de inversión y a precios del año 2003. En este análisis se incluyen los costos relacionados con el manejo agronómico de los cultivos, sin tenerse en cuenta aquellos costos asociados a cosecha y beneficio por considerarse costos proporcionales.

De acuerdo con lo observado en la Tabla 31, los costos en el sistema 1 han sido superiores en los tres períodos que lleva el estudio, siendo mayor la diferencia en el año de instalación de las plantaciones, diferencia que tiende a reducirse a medida que el cultivo entra en la fase de producción, que corresponde al período 2. Los costos, en los sistemas 2 y 3 presentan una tendencia similar desde el inicio del estudio. Al totalizar los costos de los sistemas es evidente que el sistema 1 es más costoso que los otros dos, tal como se observa en la Figura 76.

Conclusiones preliminares

Los resultados observados desde la siembra

Tabla 30. Descripción de los sistemas de producción

Sistema	Distancia de Siembra	Sitios/ha	Plantas/sitio	Tallos/planta	Tallos o Plantas/ha	Tipo de Colino
1	1 * 1 m	10.000	1	1	10.000	Normal
2	2 * 1 m	5.000	1	2	10.000	Descopado
3	2 * 1 m	5.000	1	1	5.000	Normal

Tabla 31. Costos totales de los sistemas - (pesos ha-actualizados)

Sistema	Períodos (años) de inversión		
	0 ¹	1	2
1	3,820,706	2,114,064	863,540
2	2,052,185	1,885,194	723,370
3	1,982,452	1,935,347	720,059

¹ Períodos de inversión, el 0 (cero), corresponde al año de la inversión

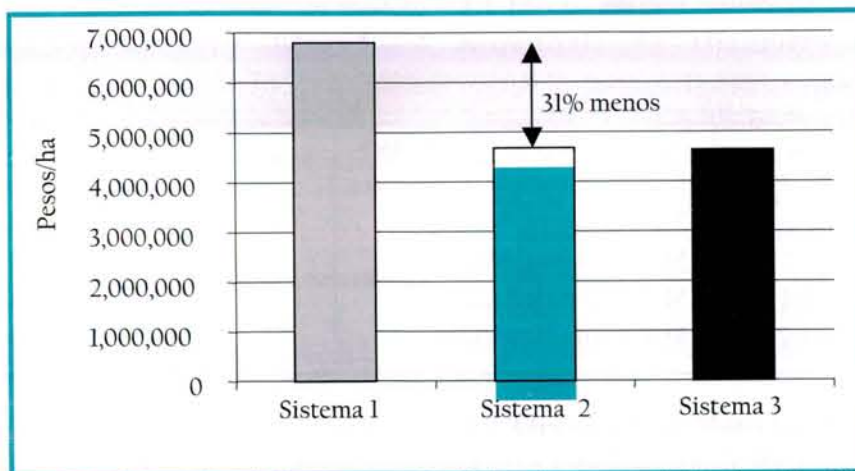


Figura 76. Comparación de los costos totales de los sistemas estudiados, hasta los 24 meses de edad de la plantación

hasta los primeros 24 meses de edad de los cultivos, muestran que el sistema de producción con colinos descopados presenta una reducción del 31% en los costos totales de manejo de las plantaciones, al compararlo con el de 10.000 plantas por hectárea, pero sembrando una planta por sitio. Comparando la siembra entre colinos descopados a 2*1m y colinos normales a 2*1m, no se observan diferencias importantes en los costos de producción, pero es evidente, como ha sido reiterativo en este informe, que para costos similares el sistema descopado tiene el doble de población.

Análisis económico de tres métodos de control de arvenses y su efecto en la producción de café. ECO 0202.

En Diciembre de 2002, se sembró el experimento ECO-0202, «Análisis económico de tres métodos de control de Arvenses y su efecto en la producción de café», el cual hace parte del plan de investigaciones de la Disciplina de Economía. Los tres métodos de control se están evaluando en sistemas de producción sembrados a plena exposición solar, con variedad Colombia y ubicados en la Estación Central Naranjal, Chinchiná. El presente informe abarca los primeros 6 meses de desarrollo del cultivo.

Los objetivos del estudio son: apoyar la toma de decisiones en el manejo de arvenses en el cultivo del café; contribuir en el análisis de reducción de los costos de producción de café; determinar los costos asociados a los métodos de control evaluados en dos densidades de siembra; conocer la respuesta en productividad del café, según el método de control empleado.

Estos tres métodos se evalúan combinados con dos densidades de siembra, generándose entonces seis tratamientos, como se describen en la Tabla 32.

□ Conclusiones Preliminares

Los resultados observados desde la siembra hasta los primeros 6 meses de edad de los lotes, son analizados en dos grupos: sistemas de 10.000 sitios/ha y sistemas de 5.000 sitios/ha y el análisis se dirige fundamentalmente al manejo de las arvenses. Para los sistemas de 10.000 sitios, los costos relacionados con la siembra y la fertilización son similares, presentando diferencias en cuanto al manejo de la Palomilla de la raíz, la cual ha presentado ataques más intensos en el tratamiento Herb-1. Sin embargo, en cuanto al manejo de arvenses se observan diferencias importantes entre los tres métodos. El más costoso ha sido

Tabla 32. Tratamientos evaluados

Sistema (tratamiento)	Descripción	Densidad de siembra (árboles/ha)
Mial	Manejo Integrado de Arvenses	10.000 (colino normal)
Mia 2	Manejo Integrado de Arvenses	5.000 (descopados)
Mm 1	Manejo Manual Mecánico	10.000 (colino normal)
Mm 2	Manejo Manual Mecánico	5.000 (descopados)
Herb 1	Manejo con Herbicidas	10.000 (colino normal)
Herb 2	Manejo con Herbicidas	5.000 (descopados)

el sustentado en el uso de herbicidas, seguido del manejo integrado de arvenses y siendo, hasta el momento de los análisis, el menos costoso el manual mecánico. Los resultados permiten observar que si se toma como base de comparación el manejo basado en herbicidas, el manejo integrado es 13% menos costoso, mientras el manual mecánico es 39% inferior en costos. Igualmente al comparar los componentes de cada sistema es evidente que los plateos tienen la mayor participación en la estructura de costos, seguido de las aspersiones de herbicidas.

En el caso de los sistemas de 5.000 sitios, los costos relacionados con la siembra y la fertilización fueron también similares, observándose, al igual en los sistemas de 10.000 sitios diferencias en cuanto a los costos del manejo de la Palomilla de la raíz, la cual ha presentado ataques más intensos en el tratamiento Herb-2. En relación con el manejo de arvenses si se observan diferencias importantes entre los tres métodos. El más costoso ha sido el basado en el uso de herbicidas, seguido del manejo integrado de arvenses y siendo, hasta el momento de los análisis, el menos costoso el manual mecánico. Los resultados permiten observar que si se toma como base de comparación de costos el manejo basado en herbicidas, el manejo integrado es 12% menos costoso, mientras el manual mecánico es 39% inferior en costos. Al comparar los componentes de cada sistema es

evidente que las aspersiones ocupan la mayor parte de los costos, seguido de los plateos.

*Estimación de la función de pérdida causada por la mancha de hierro *Cercospora coffeicola* en frutos de café. ECO 0607.* Con el propósito de tener un acercamiento claro a la importancia económica de la mancha de hierro en los frutos de café, se adelantó este estudio, cuyo objetivo es estimar la función de pérdida causada por la enfermedad.

▣ Resultados

A continuación se presenta información correspondiente al análisis de los resultados de las pérdidas ocasionadas por cada uno de los grados de ataque de la Mancha de Hierro.

Pérdidas en Café Cereza

Con base en el peso del café cereza para cada una de las muestras y conociendo el número de frutos que las componía, se estimó el peso de cada fruto medido en gramos. De acuerdo con los resultados, el valor observado para las medias de peso por fruto de café cereza, muestran que éste disminuye a medida que el grado de ataque es mayor. Se observó, por ejemplo, que para los grados de ataque 1 y 2, donde las lesiones causadas por la enfermedad son superficiales, no se presentan efectos sobre el peso de los frutos con relación a aquellos de grado 0 (que son frutos completamente sanos y libres de la enfermedad). Lo contrario ocurre para los frutos de los grados 3, 4 y 5, donde se evidencia el efecto de la necrosis y el ataque de la enfermedad, causando reducción en el peso promedio de la cereza.

Con base en estos resultados se utilizó un modelo exponencial para explicar estas pérdidas, el cual aparece a continuación, pero en su forma lineal.

$$\ln \text{Peso Fruto Cereza} = 0,77994 - 0,32814 (\text{Grado})$$

Donde:

Ln Peso Fruto Cereza = Logaritmo natural del peso de una cereza de café (g)

Grado = Grado de ataque de la enfermedad.

Este modelo presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 0,8569. Esta cifra significa que el modelo obtenido explica el 85% de la variación del peso del fruto de café cereza, por efecto del ataque de la Mancha de Hierro en sus distintos grados. Adicionalmente el modelo fue altamente significativo.

Pérdidas en la Conversión Café Cereza a Café Pergamino Seco

Al reducirse el peso del café cereza cosechado cuando éste es afectado por la enfermedad en los grados de ataque 3, 4 y 5, se requerirá una mayor cantidad de café cereza para obtener una misma cantidad de café pergamino seco sano, lo cual implica pérdidas económicas potenciales importantes. Al igual que en el caso anterior, se utilizó una función exponencial y análisis de regresión, para obtener un modelo explicatorio de la variación de la conversión por efectos de los grados de ataque de la enfermedad. La expresión encontrada fue la siguiente:

$$\ln \text{Conversión} = 0,81093 + 0,63340 (\text{Grado})$$

Donde:

Ln Conversión = Logaritmo natural de la conversión de café cereza a café pergamino seco

Grado = Grado de ataque de la enfermedad.

El modelo obtenido explica el 83,75% de la variación de la conversión por efectos del ataque de la Mancha de Hierro en sus distintos grados, ya que presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0,8375, y además es un modelo significativo.

1.1 Efecto de la mancha de hierro sobre el porcentaje de almendra obtenido. Al reducirse el peso del café cereza, se afecta de alguna manera el desarrollo de la almendra. Cuando ésta es afectada por la enfermedad en los grados de ataque 3, 4 y 5, se requerirá una mayor cantidad de café pergamino para obtener una misma cantidad de café verde o almendra, evidenciándose que a mayores grados de la enfermedad, el porcentaje de almendra se verá afectado negativamente.

1.2 Efecto de la Mancha de hierro de los frutos, en el Factor de Rendimiento en Trilla.

El factor de rendimiento en trilla es la principal variable que define el precio de compra al productor. De esta forma, si el factor de rendimiento base, para alcanzar el precio oficial de compra es 92,8, se demostró que para frutos expuestos a mayor ataque el factor de rendimiento se dispara, llegado a límites donde sería inviable producir café. En este caso también se modeló la pérdida para esta variable, utilizando un modelo exponencial, tal como aparece a continuación:

$$\ln \text{Factor R. Trilla} = 4,41659 + 0,12911 (\text{Grado})$$

Donde:

Ln Factor R. Trilla = Logaritmo natural del factor de rendimiento en trilla

Grado = Grado de ataque de la enfermedad.

Este modelo explica el 88,1% de la variación del factor de rendimiento en trilla, por efectos del ataque de la Mancha de Hierro en sus distintos grados, siendo además un modelo significativo.

1.3 Efecto de la mancha de hierro de los frutos, en el precio obtenido.

El precio obtenido por el caficultor al vender su café, es una de las variables claves en la determinación del ingreso del caficultor. La variable estudiada fue el porcentaje de pérdida en precio, encontrándose que si el precio base de compra es igual a 100%, los frutos expuestos a mayor ataque el porcentaje de reducción en precio es muy alto, llegando a pérdidas equivalentes al 100%. El efecto de la enfermedad

en la reducción en precio se aprecia en la siguiente gráfica.

La función que describe esta pérdida es la siguiente:

$$\text{Ln } \% \text{ precio obtenido} = -1,29750 + 1,35918 (\text{Grado})$$

Donde:

Ln % precio obtenido = Logaritmo natural del porcentaje de precio de compra obtenido

Grado = Grado de ataque de la enfermedad.

Este modelo explica el 90,7% de la variación del factor de rendimiento en trilla, por efectos del ataque de la Mancha de hierro en sus distintos grados, siendo además un modelo significativo.

Consideraciones

- El efecto de la Mancha de Hierro en los frutos de café se incrementa a medida que aumenta el Grado de Ataque, a partir del Grado 3.
- Los Grados de Ataque 1 y 2 no representan efecto negativo sobre el peso de los frutos de café y en la conversión de café cereza (CC) a café pergamino seco sano (CPS), con relación a los frutos sanos (Grado 0).
- Los Grados de Ataque 3, 4 y 5 ocasionan reducción del peso promedio de los frutos en café cereza del 19.8%, 63.2% y 75.1% respectivamente.
- Estos mismos Grados de Ataque 3, 4 y 5, ocasionan pérdidas en la conversión CC:CPS, donde se requieren en promedio 6,0; 28,8 y 92,8 kg de café cereza para obtener un (1) kilogramo de CPS sano respectivamente. Lo anterior quiere decir, que se requiere 21%, 478% y 1759% más de Café Cereza para producir una misma cantidad de CPS.
- Con relación al Porcentaje Total de Almendra obtenido, no se encontraron diferencias estadísticas entre los Grados de Ataque 0, 1 y 2. Sin embargo, para los Grados 3, 4 y 5 si hay diferencias y se obtuvieron reducciones del 10,2%, 23,8% y 30,6% respectivamente, respecto a los primeros Grados.

- El Factor de Rendimiento en Trilla es afectado directamente por la enfermedad. Para los Grados 0, 1 y 2 no hay efecto con relación al Factor Base (92,8 kg de CPS por 70 kg de Café Verde). Pero en los Grados 3, 4 y 5, este Factor asciende a 116,4, 148,6 y 163,5 en su orden.
- Con base en los parámetros exigidos para la compra de café en las condiciones actuales del mercado nacional, el café producido en los Grados de Ataque 3, 4 y 5, no puede adquirirse en la Cooperativa de Caficultores, ya que superan el Factor de Rendimiento de 110.
- Los Grados de Ataque por Mancha de Hierro, tienen efecto directo sobre el Precio Obtenido en la Cooperativa de Caficultores, donde para el Grado 3 sólo se recibe el 38,4% del valor comercial, mientras que para los Grados 4 y 5 la pérdida es total (100%).

Determinación de economías de escala en el proceso de beneficio del café. ECO 0616.

En el año cafetero 2002 –2003 se comenzó el proyecto ECO0616: «Determinación de Economías de Escala en el Proceso de Beneficio de Café». Este proyecto como objetivo fundamental Determinar la existencia de Economías de Escala en el proceso de beneficio de café, bajo la hipótesis de que en el proceso de Beneficio de Café existen Economías de Escala.

Hasta el momento del presente informe se ha desarrollado, aproximadamente, el 30% de las encuestas y este es por lo tanto un informe muy preliminar. Los resultados más sobresalientes son los siguientes: En cuanto al recibo de café el costo promedio de recibo fue de \$ 116/@ de cps para el año civil 2002. Este promedio presentó un intervalo de confianza de +- \$26/@ de cps con una probabilidad del 95%. El costo promedio de despulpado para el año 2002 de las fincas incluidas en la muestra fue de \$ 208 /@ de cps, con un intervalo de confianza de +- \$70 /@ de cps.

En cuanto al costo cuando el café es procesado en Becolsub, este costo fue calculado teniendo en cuenta la mano de obra en el proceso, el costo del agua y de la energía. Este costo fue en promedio de \$121 /@ de cps, en él no está incluido el costo de la depreciación del equipo, ya que este costo es considerado como un costo fijo. Este costo de Becolsub incluye el despulpado, fermentación y lavado del grano, sin embargo se encontró que algunas fincas que poseen Becolsub lavan el grano posteriormente con el fin de asegurar la calidad.

La clasificación del café, como se explicó anteriormente puede ser realizada en varias partes del proceso. Para esta etapa el costo promedio de clasificación fue de \$69.48/@ de cps. Este costo promedio se mueve entre \$ 44/@ de cps y \$ 95/@ de cps con una probabilidad del 95%.

El transporte de la pulpa y del café lavado tuvieron un costo de \$ 26 y \$ 108/@ de cps respectivamente, este menor costo del transporte de la pulpa corresponde a la gran cantidad de fincas (31%) que transportan la pulpa por gravedad. Con relación al lavado del grano, este costo es en promedio de \$ 88/@ de cps; promedio que presentó un intervalo de confianza de $\pm 22,42$ /@ de cps con una probabilidad del 95%.

El secado del grano corresponde uno de los mayores costos del proceso de beneficio. Para este estudio el costo de secado fue en promedio de \$ 1.252 /@ de cps. El mínimo costo observado fue de \$ 45 /@ de cps y el máximo costo fue de \$ 5.653/@ de cps, es decir este costo de secado osciló en un rango de \$ 5.608 \$/@ de cps.

El costo variable promedio total fue de \$ 1.960/@ de cps para fincas que realizan el proceso en forma tradicional, cabe anotar que aquí no está discriminado secado solar y secado mecánico, lo cual puede presentar una participación porcentual diferente del secado dentro de los costos totales variables. El costo variable promedio total para fincas estudiadas que realizan el proceso usando Becolsub fue de \$ 1.784/@ de cps.

En cuanto a los costos fijos se tiene que el promedio de costos fijos para las fincas estudiadas fue de \$ 514/@ de cps. Este promedio presenta un intervalo de confianza de \pm \$ 126/ @ de cps.

Determinación de indicadores de desempeño de fincas cafeteras del departamento de Risaralda. Eco 0611. Este resumen corresponde al informe de progreso presentado acerca de los resultados observados en los análisis preliminares del estudio. Estos resultados se sustentan en la información recolectada en siete (7) municipios del departamento del Risaralda, durante el año 2003, analizando 267 encuestas, que correspondieron a la muestra del estudio.

Los objetivos del estudio incluyen: determinar los indicadores de desempeño empleados por los caficultores del departamento del Risaralda, en la producción de café; trazar una línea base acerca de los indicadores utilizados por los caficultores que sirva como referencia para trabajos futuros; contribuir al diseño de políticas de extensión por parte del Comité de Cafeteros del Risaralda.

▣ Conclusiones preliminares.

- El criterio más importante utilizado, por los caficultores, para evaluar el desempeño de su finca es la producción anual de la misma. Esto indica que si la producción fue buena, entonces se asume que el desempeño general también fue bueno o viceversa.
- Sin embargo no todos los productores conocen cuanto café produce su finca (es conocida por 45% de ellos).
- Además sólo un 16% utilizan registros de costos de producción, lo cual muestra que en la mayoría de los casos, ellos toman decisiones basados en otro tipo de herramientas, que pueden no ser las mejores para lograr el nivel de competitividad requerido en la actualidad.
- Parece que los caficultores le dan poca importancia al factor calidad, ya que son muy pocos los que llevan registro de este factor (6,74%), situación que es demasiado preocupante, pues la calidad es determinante

- en la conformación del precio de venta y por lo tanto afecta el ingreso de la finca.
 - Los conceptos que más emplean como indicadores, independiente de su forma de obtención son: la producción total de café (46,07%), la realización o no de labores de cultivo como controlar malezas, fertilizar o renovar (10,11%), la posibilidad de generar ahorros (7,87%), el precio del café (5,62%), la utilidad (4,49%) y otros indicadores como: pago de deudas, margen por arroba, altos o bajos costos (25,84%).
 - Para evaluarse, los caficultores en su mayoría utilizan indicadores que suministran información parcial y subjetiva de la finca, que son insuficientes por si solos para evaluar el desempeño de la misma.
 - La mayor parte de los cafeteros no tienen bien definido el direccionamiento que le van a dar a la finca, ya que son pocos los que planifican y se trazan metas, analizando la finca dentro un escenario temporal.
 - Para las labores de cultivo analizadas, los caficultores tienen ideas claras acerca de la productividad de la tierra, de la mano de obra, etc., sin embargo, podría pensarse que sus líneas base son bajas en algunos casos. Esto abre posibilidades para que a través de las labores de extensión pueda conducirse a un mejoramiento de la competitividad de la finca.
 - En este sentido, el Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda, debe promover el desarrollo de campañas tendientes a que los caficultores obtengan indicadores para que sirvan de soporte en la toma de decisiones en sus fincas.
- Perspectivas de producción de fincas cafeteras del departamento de Risaralda, bajo el actual entorno del sector. Eco 0614.** Estos resultados preliminares se sustentan en la información recolectada en ocho municipios del departamento del Risaralda, durante el año 2003. La muestra analizada corresponde a 366 encuestas, llevadas a cabo con los siguientes objetivos: determinar las iniciativas tomadas por los

caficultores, dirigidas a modificar labores en el proceso de producción de café para adaptarse al nuevo contexto de la caficultura colombiana; identificar las características de los caficultores que están llevando a cabo modificaciones al proceso productivo del café, para adaptarse a estas nuevas circunstancias; contribuir al diseño de políticas de producción de café, por parte del Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda.

▣ Conclusiones preliminares.

Las siguientes consideraciones se refieren fundamentalmente a los cambios en el manejo de la producción de café.

- En cuanto a las áreas dedicadas a café, en esta región, aparentemente no se presentarán cambios considerables pues la mayoría de los productores no tienen intenciones de modificarlas.
- Aquellos que tienen interés en cambiar las variedades predominantes actuales, continuarán utilizando variedades de porte bajo, lo cual es ventajoso desde el punto de vista de la densidad de siembra y de la productividad
- Entre quienes plantean introducir variaciones en los ciclos de edades de las plantaciones, casi la totalidad buscan acortar dichos ciclos para tener una caficultura más joven.
- Los que no están satisfechos con las densidades de siembra actuales, tienen como objetivo incrementarla en promedio en un 26%, sobre la densidad promedio ponderada actual.
- Adicionalmente, los productores que consideran que las cantidades de fertilizante aplicadas anualmente no son las adecuadas, aspiran a elevar las dosis en el futuro.
- Los cuatro puntos anteriores muestran un claro interés, por parte de los caficultores, en emprender acciones con el propósito de mejorar la productividad general de la finca.
- Es también evidente, el interés en continuar con un manejo adecuado de la broca para evitar pérdidas en calidad.
- Finalmente la mayoría de los caficultores tienen la perspectiva de continuar en la producción

de café y opinan que la caficultura seguirá siendo viable.

Proyecto de la Iniciativa Darwin. [parte Socioeconómica]

El proyecto de la Iniciativa Darwin, continuó con los diagnósticos grupales en el departamento de Risaralda, en los cuales se trabajó con los recursos naturales, identificando los más importantes para cada grupo. En este sentido, los caficultores identificaron en orden de importancia dichos recursos, tal como aparecen en la Tabla 33.

Igualmente, se determinaron los factores más amenazantes para dichos recursos, encontrándose que para el suelo era el uso de azadón y de los herbicidas; para el bosque la expansión de la agricultura y la falta de conciencia de las personas; para el agua, se estableció que la deforestación y la contaminación eran los más importantes.

En cuanto a los servicios ambientales, los caficultores los agruparon en tres categorías: bienes, servicios y funciones. Como bienes, observan el alimento y el aire como los más importantes; desde el punto de vista de servicios, el paisaje y la diversión; y como funciones que prestan estos recursos naturales, el de regulador y el de protección sobresalieron como los más importantes.

Desde el punto de vista de los principales problemas ambientales enfrentados por estos grupos, la Tabla

34, describe los más importantes y el orden en que ellos los aprecian.

Estos resultados muestran, claramente, que los caficultores desde su punto de vista tienen opiniones y percepciones acerca de la importancia de los recursos naturales y los factores que los amenazan. Esta es una ventaja que puede ser aprovechada en proyectos de desarrollo que busquen un manejo sostenible de estos recursos.

Empleando otro tipo de metodología, llamada gráficos de tendencias, se estudió con las mismas comunidades la dinámica del medio ambiente a través del tiempo. Una característica de los grupos, que facilitó este análisis fue la heterogénea composición de ellos desde el punto de vista edad, situación que permitió acceder a la «memoria» de la vereda. Las opiniones expresadas por estos grupos se explican con suficiencia en el informe anual escrito extendido, que reposa en la disciplina de Economía.

Finalmente, se finalizó la primera fase de los diagnósticos individuales la cual incluyó la terminación de la primera encuesta sobre variables socioeconómicas, uso de la tierra, sistemas de producción, uso de los fragmentos de bosque, etc. Información detallada sobre estos aspectos aparece también en el informe escrito del proyecto, el cual incluye algunas conclusiones preliminares.

Tabla 33. Recursos naturales más importantes

Recurso	Puntaje
1. SUELO	18
2. BOSQUE	13
3. AGUA	13
4. FAUNA	5
5. AIRE	4
6. HOMBRE	2

En cuanto a proyecciones, el proyecto buscara aplicar la segunda parte de la encuesta con los caficultores de Manizales y Palestina para conocer de ellos las percepciones y los conocimientos que tienen de la biodiversidad; continuar las reuniones con los grupos de caficultores de Risaralda, realizar

en Cenicafé un seminario para presentar resultados del proyecto, escribir un manual de apoyo a técnicos y productores para dar valor agregado vía biodiversidad al café., llevar a cabo el tercer taller de la Iniciativa Darwin, sobre indicadores de sostenibilidad.

Tabla 34. Principales problemas ambientales

Problema	Puntaje
Falta de agua potable	21
Erosión	18
Quemas	11
Tala de bosques	10

SISTEMAS

Desarrollo de un Sistema de Información con acceso Web para el servicio de la comunidad cafetera nacional (PAT1803). En abril de 2003 se inició la ejecución del proyecto PAT1803 correspondiente al proyecto «Desarrollo de un Sistema de Información y Transferencia para el servicio de la comunidad cafetera nacional» cofinanciado por CINTEL-COLCIENCIAS. Dicho sistema se ha denominado el Portal de Cenicafé y para su desarrollo se creó un grupo interdisciplinario de desarrollo (GDP) el cual ha participado en:

- ▣ El análisis y levantamiento de información
- ▣ La organización de la información
- ▣ El diseño e implementación
- ▣ El mejoramiento de la infraestructura de comunicaciones y servidores

La implementación del Portal se inició con la Instalación del Gestor de Portales PHPNuke y la

instalación del lenguaje de programación PHP y el manejador de base de datos MySQL sobre el servidor del portal: SUN LX-50.

Una vez instalados, se inició el proceso de adaptación de los bloques y módulos del gestor a nuestras necesidades de información, entre los cuales caben destacar:

- ▣ Bloque de Administración
- ▣ Bloque de Conexión
- ▣ Bloque de Información: el cual permite acceder a información sobre:
 - Variedades de café
 - Conservación de Suelos
 - Manejo Integrado de Plagas
 - Beneficio Ecológico del Café
 - Enfermedades y Disturbios del Café
 - Genoma del Café
 - Sistemas de Producción
 - Biodiversidad en la Zona Cafetera



- Cafés Especiales
 - El Clima de la Zona Cafetera
 - Bloque de Lenguajes
 - Bloque de Servicios de Documentación
 - Bloque de Servicios al Caficultor
 - Bloque de Estadísticas
 - Bloque de Encuestas
 - Bloque de Noticias, Eventos, Artículos
 - Bloque para el control de acceso a los módulos
 - Bloque para búsquedas
 - Bloque para el manejo de enlaces web
 - Bloque de Monitoreo
- Para que la información se publique dinámicamente, se crearon usuarios con el rol de administrador que pueden controlar qué, cuándo, cómo y quién tiene acceso a la información.
- Así mismo, y para facilitar el desarrollo, se constituyeron módulos que corresponden a las opciones básicas de acceso a la información bajo un ambiente seguro. Cada módulo es desplegado en un bloque y a la fecha se están concluyendo los siguientes:
- Módulo de presentación (bienvenida)
 - Módulo de preguntas frecuentes (inactivo)
 - Módulo de sugerencias
 - Módulo de foros (inactivo)
 - Módulo de noticias
 - Módulo de recomiéndenos
 - Módulo de búsquedas
 - Módulo de estadísticas
 - Módulo de archivo de noticias
 - Módulo de envío de noticias
 - Módulo de encuestas
 - Módulo del Top 10
 - Módulo de enlaces
 - Módulo de manejo de cuentas y conexión
 - Módulo de manejo de videos (inactivo)
 - Módulo de monitoreo
 - Módulo de control de menús
 - Módulo de Conservación de Suelos
 - Módulo del RIAFS
 - Módulo de Biblioteca Virtual
 - Módulo de Biodiversidad en la Zona Cafetera
 - Módulo de Publicaciones
 - Módulo de Enfermedades y Disturbios del Café
 - Módulo de Estado del Tiempo en la Zona Cafetera

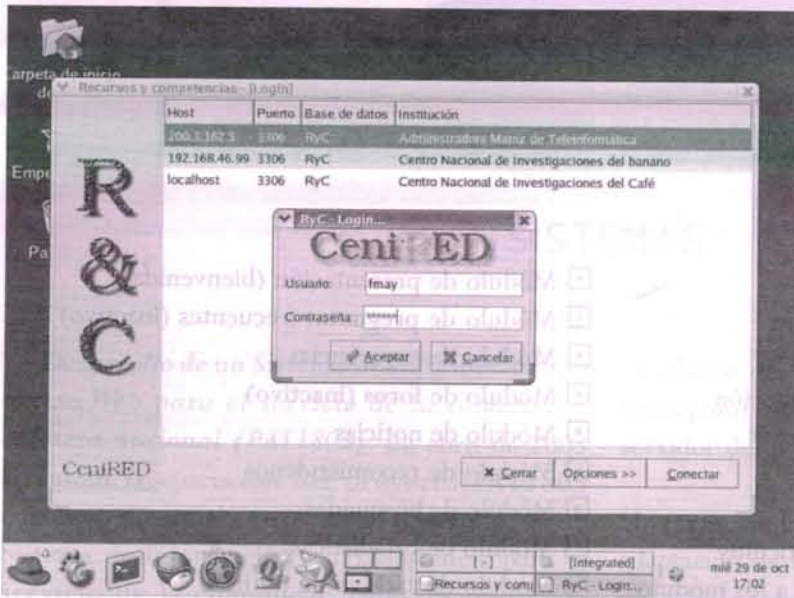
- ❑ Módulo de Productos y Servicios
- ❑ Módulo de Variedades de café
- ❑ Módulo de Genoma del Café
- ❑ Módulo de Sistemas de Producción
- ❑ Módulo de Cafés Especiales
- ❑ Módulo de Beneficio Ecológico
- ❑ Módulo de Manejo de Plagas
- ❑ Módulo de Suelos en la Zona Cafetera

Se espera que para finales de noviembre de 2003, se libere la versión de prueba del portal para uso interno, una vez se hayan concluido las tareas de implementación de políticas de seguridad, las pruebas y depuramiento de los módulos implementados y la edición de la información.

En abril de 2004, concluye el proyecto, el cual será liberado para uso externo, cuando se registre la dirección del servidor del portal como host del dominio www.cenicafe.org.

SISTEMA DE INFORMACION DE RECURSOS Y COMPETENCIAS

El Sistema de Recursos y Competencias «RyC», pretende crear un espacio de intercambio de información de Recursos Humanos y Equipos Especializados entre los Centros Nacionales de Investigación «CENIS». En consecuencia, el sistema tendrá la capacidad de recolectar sistematizadamente la información de cada individuo, los equipos



necesarios en actividades de investigación y la correlación entre instituciones, personas competentes y equipos especializados de cada Centro.

El sistema incluye dos aplicaciones: Administración y Consulta.

1. Administración

Permitirá a cada CENI conformar, partiendo de las tablas de códigos (estándar), su propia base de datos con la información de Recursos y Competencias. Las tablas de códigos (estándar) son una serie de tablas normalizadas con información sobre Instituciones (CENIs), Localidades (Pais-Departamento-Municipio), Tipos de Documentos de Identificación, Nivel de Estudios, Idiomas, Competencias y Ocupaciones, etc.

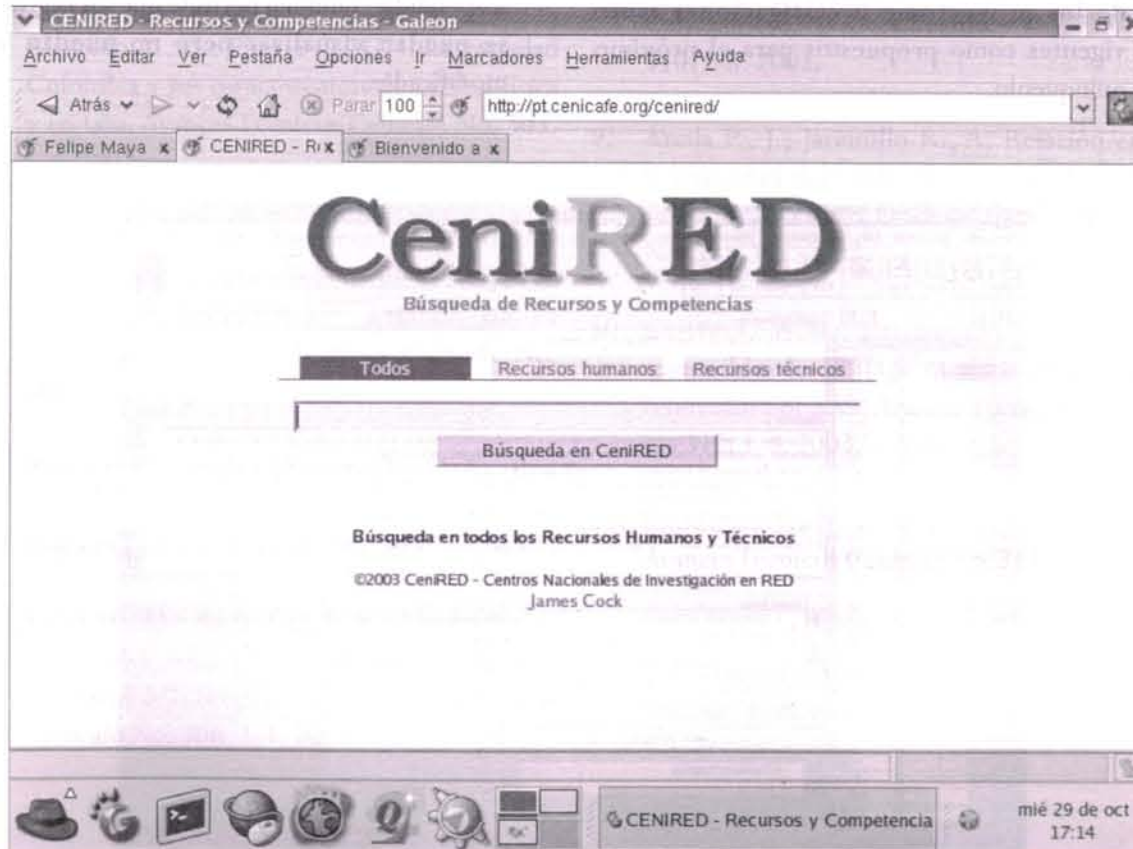
Esta aplicación implementa operaciones normales de adición, consulta, borrado de registros. También permite capturar la base de datos de

otros CENIs e importarla a una base de datos de datos central.

Si bien el enfoque real del sistema es una sola base de datos central con toda la información, se podrán crear bases de datos «regionales» o «institucionales», es decir, la de varios CENIs en un solo servidor para consulta por Web. Esta opción permitirá que entidades de índole científico - educativo, posibles usuarios del sistema a mediano plazo y que cuentan con varias sedes en todo el país, tengan consolidada su propia base de datos de Recursos y Competencias.

2. Consulta

- A los directores de los CENIs, la posibilidad de elaborar consultas. Estas consultas les permitirá determinar la existencia de competencias de los investigadores y de recursos físicos (equipos) dentro del sistema.
- A los investigadores consignados en el sistema, la posibilidad de consultar su hoja de vida.



Tanto para los directores de los CENIs como para los investigadores se dará una clave de acceso personal.

Alcance

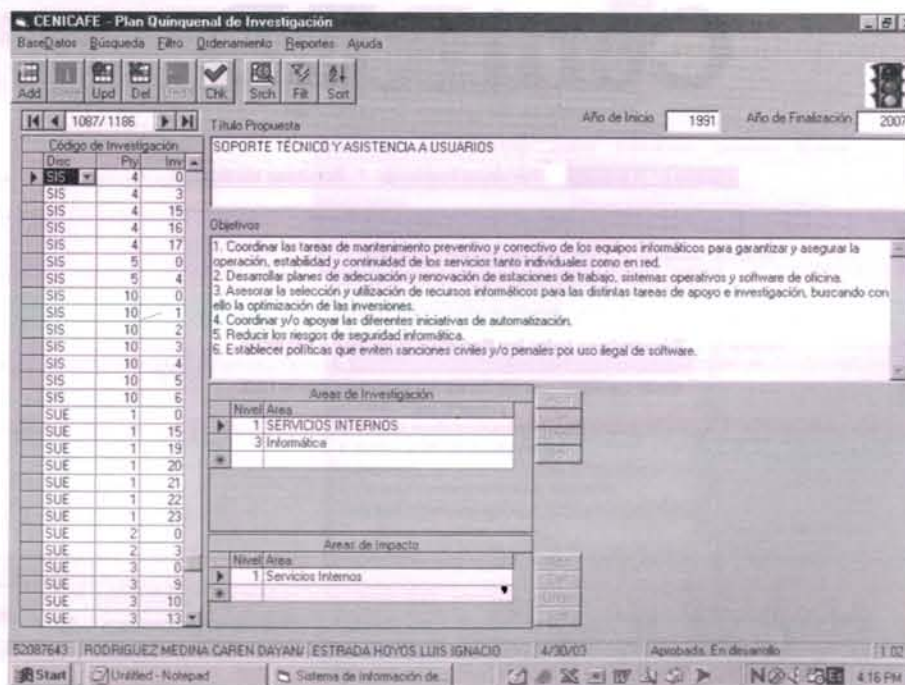
Este sistema no pretende ser un reemplazo de CVLac. Si bien es cierto que se tendrá la información más básica de la hoja de vida de los investigadores, la principal virtud de RyC será la de codificar las competencias de los investigadores haciendo uso de estándares, preferiblemente internacionales.

Idealmente RyC debería haber sido un módulo de CVLac. Desafortunadamente, no existe libre acceso a la documentación de dicho sistema lo cual imposibilita la completa compatibilidad entre CVLac y RyC.

Aplicación para diligenciamiento del Plan Quinquenal de Investigación 2003-2007. Se desarrolló con el fin de facilitar a los investigadores el diligenciamiento en línea de los proyectos e investigaciones tanto vigentes como propuestos para el próximo quinquenio.

La aplicación permite:

- ▣ La concurrencia de los usuarios a la información de tal forma que ésta pueda ser visualizada por todos los interesados.
- ▣ La actualización de la información solamente por el directo responsable.
- ▣ El establecimiento de condiciones de filtro para que la información pueda ser visualizada con diferentes alcances.
- ▣ El establecimiento de condiciones de búsqueda para encontrar rápidamente un registro por su código de Disciplina-Proyecto-Investigación.
- ▣ La elaboración de reportes, en formato HTML, agrupando por Áreas de Investigación, Programas de Investigación, etc.
- ▣ La tabla de proyectos-investigaciones cuanta con algunos campos que permiten deshabilitar registros de tal forma que cierta información no sea visualizada en primera instancia, como por ejemplo las investigaciones que han finalizado, las que han sido canceladas o suspendidas. También permite que los registros se puedan visualizar pero no puedan ser modificados.



DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA

1. DIV 0100 - IMPRESOS

DIV 0101 - REVISTA CENICAFÉ

- ▣ Volumen 53 Número 3, trimestre julio - septiembre 2002.
- ▣ Volumen 53 Número 4, trimestre octubre - diciembre 2002.
- ▣ Volumen 54 Número 1, trimestre enero - marzo 2003.
- ▣ Volumen 54 Número 2, trimestre abril - junio 2003

Total de artículos publicados: 24

DIV 0102 - AVANCES TÉCNICOS

1. Alvarado A., G.; Puerta Q., G. I. La variedad Colombia y sus características de calidad física y en taza. Avances Técnicos Cenicafé No. **303**. 1-4. 2002
2. Alvarado A., G. Mejoramiento de las características agronómicas de la variedad Colombia mediante la variación de su composición. Avances Técnicos Cenicafé No. **304**. 1-8. 2002
3. Ramírez G., C. A.; Oliveros T., C. E.; Roa M., G. Construya el secador solar parabólico. Avances Técnicos Cenicafé No. **305**. 1-8. 2002.
4. Vélez H., M.; Bustillo P., A. E.; Alvarez H., J. R. Secador solar parabólico modificado para el control de la broca del café. Avances Técnicos Cenicafé No. **306**. 1-4. 2002.
5. Moreno B., A. M.; Rivera P., J. H. Rotación de cultivos intercalados con café, utilizando el manejo integrado de arvenses. Avances Técnicos Cenicafé No. **307**. 1-8. 2003.
6. Sadeghian Kh., S.; Duque O., H. Análisis de suelos: importancia e implicaciones económicas en el cultivo del café. Avances Técnicos Cenicafé No. **308**. 1-8. 2003.
7. Duque O., H.; Arboleda V., C. Colinos de café descopados. Avances Técnicos Cenicafé No. **309**. 1-4. 2003.
8. Vélez Z., J.C.; Montoya R., E.C.; Oliveros T., C.E. Disminuya la caída de los frutos de café al suelo durante la recolección modificando el canasto recolector. Avances Técnicos Cenicafé No. Avances Técnicos Cenicafé No. **310**. 1-8. 2003.
9. Arcila P., J.; Jaramillo R., A. Relación entre la humedad del suelo, floración y desarrollo del fruto del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé No. **311**. 1-8. 2003.
10. Castro T., A.M.; Rivillas O., C.A. Manejo sostenible de la llaga macana en cafetales renovados por zoca. Avances Técnicos Cenicafé No **312**: 1-8. 2003.
11. Rodríguez V., N. Ensilaje de pulpa de café. Avances Técnicos Cenicafé No. **313**. 1-8. 2003.
12. Duque O., H.; Castro C., B.L.; Montoya R., E.C. Importancia económica de la Llaga Macana, Avances Técnicos Cenicafé No. **314**. 1-4. 2003.

13. Marín L., S.M.; Arcila P., J.; Montoya R., E.C.; Oliveros T., C.E. Escala de maduración para los frutos del cafeto. Avances Técnicos Cenicafe No. 315: 1-8. 2003.

Total Avance Técnicos publicados: 13

DIV 0103 - BOLETINES TÉCNICOS.

- Ospina P., C. M.; Hernández R., R. J.; Aristizábal V. F. A.; Patiño C., J. N.; Salazar C., J.W. El cedro negro: una especie promisoriosa de la zona cafetera. Boletín Técnico No. 25. 1-40. 2003.

Total Boletines Técnicos Publicados: 1

DIV 0105 - MANUALES Y LIBROS

- Duque O., H. Cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera. Chinchiná, Cenicafe, 2002. 85 p.
- Duque O., H.; Baker, P. S. Devouring profit; the socio-economics of coffee berry borer IPM. Chinchiná, The commodities Press - CABI-CENICAFÉ, 2003. 106 P.
- Bentley, J.W; Baker, P. S. Mwongozo wa utafiti wa kushirikianana wakulima wadogo wadogo wa kahawa. The Commodities Press, 2002. 131 P.
- Gil V., L.F.; Castro C., B.L.; Cadena G., G. Eds. Enfermedades del cafeto en Colombia. Chinchiná, Cenicafe. 2003. 224 p.
- Van Mele, P.; Cuc, N. T. T. Ants as friends. Improving your tree crops with weaver ants. The Commodities Press, 2003. 66 p.
- Análisis y evaluación de resultados del Plan Quinquenal de investigaciones 1992-1996 Chinchiná, Cenicafe, 2003. 76 p.

- Análisis y evaluación de resultados del Plan Quinquenal de Investigaciones 1997-2003 Chinchiná, Cenicafe 2003. 220 p.
- Giovannucci, D.; Jan Koekoek F. The State of sustainable coffee: A study of twelve major markets. OIC - IISD - UNCTAD - WB, 2003. 199 p.

Total libros publicados: 8

DIV 0107 OTROS IMPRESOS (Plegables, afiches, volantes)

- Diseño del plegable, escarapelas y certificados del curso «Tecnología y equipos de aspersión para el control de la broca del café», realizado en Cenicafe del 25 al 27 de marzo de 2003.
- Se diseñó material logístico para el taller de cafés sostenibles «Ayudando a los caficultores colombianos a agregar valor a su café», que se realizará del 23 al 25 de septiembre de 2003 en Cenicafe.
- Plegable Jardín de Mariposas- Recinto del pensamiento
- Afiche de producto, afiche de empaque y Tablas de color de Mangos Criollos. ETIA. Septiembre de 2003
- Afiche de producto, afiche de empaque y tabla de color de Lulo de Castilla. TIA. Septiembre de 2003
- Afiche de empaque de Mora de Castilla. ETIA. Septiembre de 2003.
- Afiche de empaque de Uchuva. ETIA. Septiembre de 2003.
- Afiche de empaque de Pitahaya Amarilla. ETIA. Septiembre de 2003.

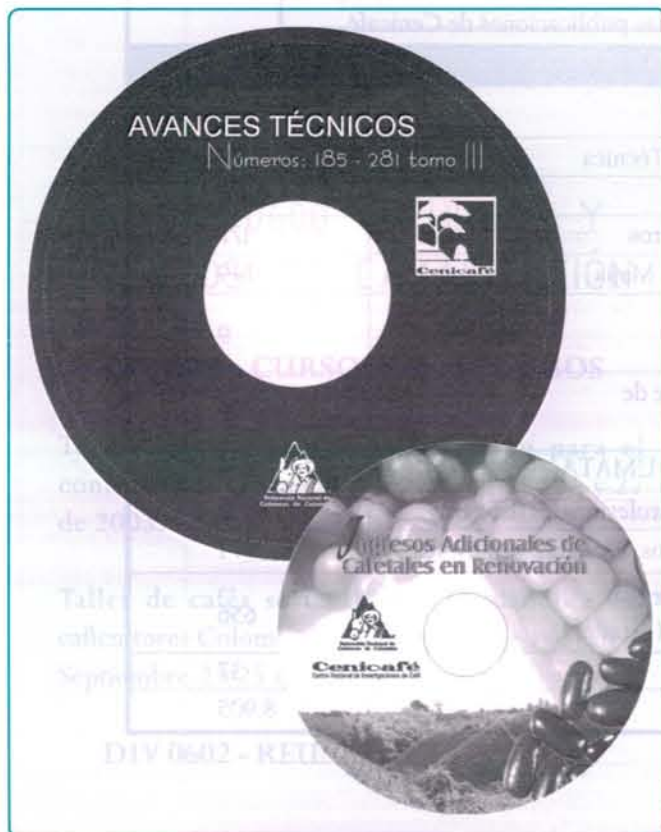
DI 0108 - OTRAS PUBLICACIONES (ASESORÍAS A OTRAS DEPENDENCIAS DE LA FEDERACIÓN.

- ▣ REVISTA CAFETERA DE COLOMBIA # 214. Enero - Diciembre de 2002. 2003. 170 p.
- ▣ FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. El comportamiento de la industria cafetera colombiana durante 2002. 28 p

2. DIV 0200 - AUDIOVISUALES

DIV 0201 VIDEO

- ▣ **Multimedia:** Ingresos adicionales de cafetales en renovación. CD interactivo.
- ▣ **Multimedia:** TOMO III de los Avances Técnicos de Cenicafé. CD interactivo.



- ▣ **E-LEARNING:** Se participó en el diseño y directamente en la edición del Proyecto de Capacitación del Servicio de Extensión, utilizando ambientes virtuales. Se dieron al servicio los cursos.

MORFOLOGÍA, FISIOLOGÍA Y NUTRICIÓN MINERAL

EL CLIMA Y LA PRODUCCIÓN VEGETAL

- ▣ **Cenicafe.org. PORTAL WEB.** Se participó con otras disciplinas de Cenicafé en la conceptualización y desarrollo de este portal WEB. Se asumió la responsabilidad directa de edición y diseño

DIV 0204 - AYUDAS VISUALES

PRESENTACIONES

Se elaboraron las presentaciones de Cenicafé para los siguientes eventos:

- ▣ Administración del agua
Diego Zambrano F.-Gabriel Cadena G.
- ▣ Programa de investigación científica
Mayo de 2003
- ▣ Cenicafé
Febrero de 2003
- ▣ Visión general de la investigación en café en Colombia
Workshop Latinoamericano sobre investigación de café en la región tropical
Mayo de 2003
- ▣ Informe de Cenicafé al LXII CONGRESO CAFETERO
Diciembre de 2003
- ▣ Presentación General sobre Cenicafé
Septiembre de 2003

3. DIV 0300 - COMUNICACIÓN ORGANIZACIONAL

DIV 0302-COORDINACIÓN CON TODOS LOS ESTAMENTOS DEL CENTRO

Se editaron y se pusieron para su consulta en intranet los 37 resúmenes de los Seminarios Científicos presentados en Cenicafé.

4. DIV 0400 - RELACIONES PÚBLICAS

DIV 0401 - ATENCIÓN A VISITANTES.

Se atendieron 3.246 visitantes en la sede principal, así:

Caficultores:	574
Estudiantes	1.592
Investigadores, tostadores, otros	960

5. DIV 0502 - DISTRIBUCIÓN DE PUBLICACIONES

DIV 0503 - APOYO DE COMUNICACIONES

Se apoyaron oportunamente las diferentes reuniones, visitas y otros eventos de Cenicafé o sus investigadores, con el suministro de equipos de proyección, préstamos de salas, organización de carpas, etc.

Se diseñaron e imprimieron aproximadamente 37 ejemplares, entre posters, cartelones y otros, a los investigadores; los cuales fueron utilizados por ellos en exposiciones, días de campo y visitas.

Tipo de suscriptor	Suscriptores
Extensionistas de Federacafé	1.010
Directores Ejecutivos y Directores de División Técnica	29
Miembros Comités Municipales de Cafeteros	4.140
Miembros Comités Departamentales de Cafeteros	177
Oficina Central Federacafé, Fundación Manuel Mejía,	149
Almacafé, Fábrica de Café Liofilizado	9
Subestaciones de experimentación de Cenicafé	
Cooperativas de Caficultores, oficinas de enlace de Federacafé en Florencia y Villavicencio	99
Unidades Municipales de Asistencia Técnica - UMATA	403
Caficultores, asistentes técnicos particulares, profesionales del agro	1.752
Universidades, Institutos de educación, Colegios, Escuelas, profesores	444
Instituciones científicas, Bibliotecas, instituciones u organizaciones agropecuarias, instituciones del estado	656
Medios de comunicación	37
Total	8.905

Cantidad de ejemplares distribuidos del Avance Técnico		
Número	Avances Técnicos	Ejemplares
301	Evaluación del germoplasma de passifloras en la zona cafetera	10.718
302	Reaparece la hormiga loca en la zona cafetera central	10.718
303	La Variedad Colombia y sus características de calidad física y en taza	10.713
304	Mejoramiento de las características agronómicas de la Variedad Colombia mediante la variación de su composición	10.722
305	Construya el secador solar parabólico	10.722
306	Secador solar parabólico modificado para el control de la broca del café	10.722
307	Rotación de cultivos intercalados con café, utilizando el manejo integrado de arvenses	10.722
308	Análisis de suelos: importancia e implicaciones económicas en el cultivo del café	10.722
Total año		85.759

Cantidad de ejemplares distribuidos de la Revista Cenicafé		
Volumen	Número	Ejemplares
53	3	3.064
53	4	2.937
54	1	2.946
Total año		8.947

6. DIV 0600 - CURSOS Y EVENTOS DE CAPACITACIÓN

DIV 0601 - CURSOS Y SEMINARIOS

Tecnología y equipos de aspersión para el control de la broca del café. Marzo 25, 26 y 27 de 2003.

Taller de cafés sostenibles: «Ayudando a los caficultores Colombianos a agregar valor a su café». Septiembre 23-25 de 2003.

DIV 0602 - REUNIONES TÉCNICAS

Dic. 10. Técnicos de la Federación de Cafeteros - Caquetá

Jun. 10 y 11. Curso: Actualización en Broca - Comité de Cafeteros de Caldas

Jul. 29. Caficultores - Comité de Cafeteros de Cundinamarca

DIV 0603 - DIAS DE CAMPO

☐ Dentro de las visitas realizadas a Cenicafé, algunas incluyeron días de campo que fueron realizados en Naranjal, a este grupo pertenecen las realizadas por caficultores de Cundinamarca y Caldas, entre otros.

CONVENIOS DE CENICAFÉ CON OTRAS INSTITUCIONES AÑO 2002 - 2003

ENTIDAD

Auduvon Naturalist Society - Instituto von Humbolt

Colciencias

Conif

Comunidad Económica Europea

Corporación Autónoma Regional del Quindío

Corporación Colombiana Internacional

FAO - CFC - ICO

Hydro Agry Colombia Ltda

Industria Licorera de Caldas

Instituto Von Humboldt

Kali und Salz - Sopib

Kali und Salz GMBH, Monómeros Colombo Venezolanos S.

Minambiente - Humboldt

Organización Internacional del Café - ICO

Orius

Phosyn PLC

Proexport Colombia

Proficol

Sahco - Comercializadora

Sena - Secab

SQM North America

ESTUDIANTES COMO BECARIOS EN CENICAFÉ 2002 - 2003

NOMBRE	CÓDIGO INVESTIGACIÓN	TÍTULO INVESTIGACIÓN	UNIVERSIDAD
CARDONA CALLE DIEGO ALEJANDRO	QAG - 0323	Evaluación del efecto de la asociación de café guamo sobre la fertilidad de algunos suelos de la zona cafetera	Distrital Francisco José De Caldas
CHICA MORALES MARIA JOSÉ	ETI - 2004	Almacenamiento, empaque y transporte de frutas y hortalizas frescas	U. de Caldas
CRUZ YÁNEZ LINA PATRICIA	ENT - 0722	Estudio de la diversidad genética de <i>Beauveria bassiana</i> para el diseño de alternativas de control de la broca del café	Javeriana
CUESTA GIRALDO GUIOVANNY	PAT - III5	Efecto de las diferentes condiciones físicas y químicas del suelo sobre la efectividad de tres especies de MA en café <i>Coffea arabica</i> Variedad Colombia	U. de Caldas
DEL CASTILLO RODRÍGUEZ JAMES ALBERTO	ENT - 0306	Evaluación de un nematodo y dos hongos en mezcla, entomopatógenos promisorios para el control de poblaciones de broca en el suelo	Nariño
DÍAZ RESTREPO ANDREA	PAT - 1306	Caracterización de genes involucrados en mecanismos de resistencia sist adquirida en <i>C. arabica</i> Hibridación de secuencia de café a genes de resistencia heterólogos	Tecnol. Pereira
GIRALDO GARZÓN DIANA PATRICIA	ENT - 0286	Comportamiento de entomonematodos en el control de poblaciones de broca en árboles de café.	U. de Caldas
GIRALDO JIMÉNEZ JOSE FERNANDO	ACL - 0406	Aspectos hidrológicos y de nutrimentos en cafetales bajo diferentes densidades de sombrío de guamo	U. de Caldas
GONZALEZ OSORIO HERNÁN	QAG - 0117	Caracterización de las diferentes fracciones de azufre en suelos representativos de la zona cafetera	U. de Caldas
GUTIERREZ GONZÁLEZ RENE ALEJANDRO	PAT - 0814	Evaluación de métodos de control de llagas radicales	U. de Caldas
HOYOS GALLEGO ALEJANDRA MARÍA	PAT - 0522	Estudio de la relación entre los elementos nutricionales y la mancha de hierro en plántulas de café	U. de Caldas
IDARRAGA ORTIZ SANDRA MILENA	PAT - 1304	Efecto de la modificación de la expresión de genes de defensa <i>C. arabica</i> mediante transformación genética	De Antioquia
JIMÉNEZ SUÁREZ ANA MAYERLY	FIT-0608	Evaluación agronómica de las especies leguminosas <i>Crotalaria</i> , <i>Tephrosia</i> y <i>Guandul</i> para ser empleadas como abonos verdes en la fase vegetativa	U. de Caldas

Continúa...

Continúa...

NOMBRE	CÓDIGO INVESTIGACIÓN	TÍTULO INVESTIGACIÓN	UNIVERSIDAD
LÓPEZ GARTNER GERMÁN ARIEL	MEG-1400	Construcción de un mapa genético de café y utilización para la detección de QTLs Etapa	Politécnica De Valencia
MARÍN LÓPEZ SANDRA MILENA	FIT- 0440	Caracterización de los estados de madurez del fruto del café	U. de Caldas
OBANDO BONILLA DIEGO	FIS- 1507	Determinación de la capacidad de captura del carbono en ocho especies forestales	Del Tolima
OCAMPO AGUDELO DIANA MARÍA	FIS-0825	Desarrollo de sistemas de recolección de café para condiciones de altas pendientes	U. de Caldas
OCHOA FONSECA HENRY ERNESTO	MEG-0701	Desarrollo de sistemas de recolección de café para condiciones de altas pendientes	Nal. de Bogotá
OROZCO RESTREPO PAULA ANDREA	QIN-0108	Utilización de botellas no retornables en los reactores metanogénicos de los "Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio"	Nal. Sede Manizales
OSORIO LOTERO OSCAR IVÁN	FIS-1507	Determinación de la capacidad de captura del carbono en ocho especies forestales	Nal. Medellín
OSPINA URIBE NORA ISABEL	MEG- 0196	Evaluación regional con fines de selección de nuevos componentes de var. Colombia. Paraguaicito	Nal. de Palmira
PARDO ABRIL GLORIA AMANDA	PAT1009	Evaluación y aprovechamiento de germoplasma de Passifloras de interés económico.	Nal. de Bogotá
PATIÑO GONZALES MARÍA ALEJANDRA	SUE -0328	Evolución de la variabilidad espacial de la fertilidad del suelo en algunos municipios de la zona cafetera colombiana.	U. de Caldas
PEREA MORALES ALEXANDER	ENT- 0721	Estudios de patogenicidad de <i>Paecilomyces lilacinus</i> sobre la broca del café	Nariño
RAMÍREZ GONZÁLEZ JORGE ANDRÉS	FIS- 1501	Caracterización de Rubisco en introducciones de café y su relación con la eficiencia fotosintética	U. de Caldas
REALPE ARANDA FRANCISCO JAVIER	ENT 0298	Producción de dos especies de nematodos parasíticos a la broca del café utilizando larvas de <i>Galleria mellonella</i>	Nariño
RESTREPO HENAO JOSÉ FERNANDO	MEG-1001	Evaluación precoz de la producción en progenies segregantes de café	Politécnica De Valencia
RINCÓN ELIANA ANDREA	PAT 0512	Evaluación de una metodología para la inoculación <i>Cercospora coffeicola</i> en plantas de café	Nal. De Palmira
RINCÓN TÉLLEZ WILSON RICARDO	MEG -0232	Evaluación de una metodología para la inoculación de <i>Cercospora coffeicola</i> en plantas de café	Nal. De Bogotá

Continúa...

Continúa...

NOMBRE	CÓDIGO INVESTIGACIÓN	TÍTULO INVESTIGACIÓN	UNIVERSIDAD
RODRÍGUEZ CEPEDA MARTHA LILIANA	ENT-0718	Transformación de <i>B. bassiana</i> con genes de proteasas tipo subtilisinas aisladas de <i>M. anisopliae</i> y evaluación del efecto de la expresión de éstas en la patogenicidad del hongo contra la broca.	Nal. De Bogotá
ROMERO JUAN VICENTE	MEG0831	Cultivo de la seta comestible Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en fincas piloto.	Nal. De Bogotá
RUBIO GÓMEZ JOSÉ DAVID	ENT - 0299	Búsqueda de mycangias en imagos de la broca del café, <i>Hypothenemus hampei</i>	U. de Caldas
TANGARIFE PIEDRAHITA GABRIEL	FIS - 1507	Determinación de la capacidad de captura del carbono en ocho especies forestales	U. de Caldas
TREJOS CARMONA PAULO CESAR	SUE 0220	Desarrollo de un equipo para el control selectivo de arvenses en el cultivo de café mediante el uso de electricidad	U. de Caldas
TRUJILLO ECHEVERRY HECTOR IVAN	ENT-0308	Investigación participativa con pequeños agricultores para el manejo integrado de la broca del café	U. de Caldas
URREGO ESTRADA CAMILO ALBERTO	FIS -1507	Determinación de la capacidad de captura del carbono en ocho especies forestales	Nal. Medellin
VALENCIA MARTÍNEZ CAMILO ANDRES	ENT-0106	Las mariposas diurnas como indicadores biológicos en el cultivo del café.	U. de Caldas
VARON LOPEZ MARYEIMY	QIN -3602	Cultivo de la seta comestible Shiitake (<i>Lentinula edodes</i>) en fincas piloto.	Del Tolima
VELASQUEZ GLORIA PATRICIA	FIT-0113	Relación entre el proceso de beneficio y el disturbio de la raíz bifurcada	U. de Caldas
VILLEGAS BUENO MARIAN JULISSA	BIO -0807	Sistema unificado de recolección manual de café en Colombia	Del Valle

JÓVENES INVESTIGADORES FEDERACAFÉ - COLCIENCIAS 2002 2003

JÓVEN INVESTIGADOR	TÍTULO TRABAJO	UNIVERSIDAD
ARISTIZÁBAL ARIAS CAROLINA	ECO - 0616 Determinación de economías de escala en la producción de café	Autónoma
ARBOLEDA VALENCIA JORGE WILLIAM	PAT - 0171 Determinación de la actividad antifúngica de metabolitos producidos por los hongos entomopatógenos	Caldas
CASTAÑO SALAZAR JOHN HAROLD	ENT - 1116 Diversidad de mamíferos en cafetales y fragmentos de bosques en zonas cafeteras	Caldas
GALEANO VANEGAS NARMER FERNANDO	PAT - 1303 Determinación de polimorfismo en genes homólogos de resistencia y defensa de <i>Coffea arabica</i> a la roya del cafeto	Andes
GUZMÁN PIEDRAHITA OSCAR ADRIÁN	PAT - 1120 Efecto de tres especies de Micorrizas Arbusculares en la nutrición de plantas de café y su relación con la incidencia y severidad de la mancha de hierro.	Caldas
LARA GONZÁLEZ JUAN CARLOS	ENT - 0283 Frecuencia y tiempo de aplicación de entomonematodos en cafetales	Caldas
PADILLA HURTADO BEATRIZ HELENA	BTE - 0508 Búsqueda de nuevos genes de resistencia a la broca del café <i>Hypothenemus hampei</i>	Tecnol. Pereira
RIVERA SERNA LUIS FERNANDO	PAT - 1801 Desarrollo de herramientas en Bioinformática en Cenicafé	Autonoma Mles
SALAMANCA JIMÉNEZ ALVEIRO	QAG - 0325 La densidad aparente en algunos suelos representativos de la zona cafetera colombiana y su relación con el desarrollo del café en la etapa temprana	Nal. Sede Palmira
TOTAL JÓVENES INVESTIGADORES	9	

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

Esther Cecilia Montoya R., Estadístico M.Sc.

Control Interno

Luis Alfredo Amaya F., Administrador Público

Divulgación y Transferencia

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

Documentación

Nancy Cecilia Delgado R., Bibliotecóloga

Economía

Hernando Duque O., Ing. Agrónomo M. Sc.

Sistemas

Luis Ignacio Estrada H., Ing. Químico
 Carlos Hernán Gallego Z., Ing. de Sistemas.

Biología de la Conservación

Jorge Eduardo Botero E., Biólogo Ph.D.

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

Álex Enrique Bustillo P., Coordinador

Entomología

Álex Enrique Bustillo P., Ing. Agrónomo Ph.D.
 Pablo Benavides M., Ing. Agrónomo Ph.D.
 Carmenza Esther Góngora B., Microbióloga Ph.D.
 Juan Carlos López N., Microbiólogo
 Maribel del S. Portilla R., Ing. Agrónomo Ph.D.**
 Francisco Javier Posada F., Ing. Agrónomo Ph.D.**
 Elena Trinidad Velásquez S., Bioquímica M.Sc
 Sulma Nancy Gil P., Ing. Agrónomo

Fisiología Vegetal

Néstor Miguel Riaño H., Ing. Agrónomo Ph. D.
 Jerson Ramón Domínguez T., Biólogo. Ph.D.
 Luis Fernando Gómez G. Ing. Agrónomo
 Juan Carlos López R. Ing. Agrónomo

Fitopatología

Álvaro León Gaitán B., Microbiólogo Ph.D.
 Carlos Ariel Ángel C., Ing. Agrónomo.
 Bertha Lucía Castro C., Ing. Agrónomo M.Sc.
 Carlos Alberto Rivillas O., Ing. Agrónomo M.Sc.
 Marco Aurelio Cristancho A., Microbiólogo Ph.D.
 Carlos Alberto Galvis G. Ing. Agrónomo

Mejoramiento Genético y Biotecnología

Gabriel Alvarado A., Ing. Agrónomo M.Sc.
 José Ricardo Acuña Z., Biólogo Ph.D.
 Hernando Alfonso Cortina G., Ing. Agrónomo M.Sc.
 Juan Carlos Herrera P., Biólogo M.Sc.*
 María del Pilar Moncada B., Ing. Agrónomo Ph. D.
 Huver Elías Posada S., Ing. Agrónomo Ph.D.
 Diana María Molina V., Bacterióloga

PROGRAMA DE AGRONOMÍA Y EXPERIMENTACIÓN

Jaime Arcila P., Coordinador

Fitotecnia

Jaime Arcila P., Ing. Agrónomo Ph.D.
Argemiro Miguel Moreno B., Ing. Agrónomo M.Sc.
Fernando Farfán V., Ing. Agrónomo

Suelos

Siavosh Sadeghian Kh., Ing. Agrónomo M.Sc.
Eduardo Hernández G., Ing. Agrónomo
Luis Fernando Salazar G., Ing. Agrónomo
Édgar Hincapié G., Ing. Agrónomo

SUBESTACIONES DE EXPERIMENTACIÓN

Subestación Central Naranjal

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

Subestación Experimental Líbano

Jorge Camilo Torres N., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Tambo

Carlos Rodrigo Solarte P., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Paraguaicito

Juan Carlos García L., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental El Rosario

Jhon Wilson Mejía M., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Pueblo Bello

José Enrique Baute B., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental La Catalina

José Darío Arias C., Ing. Agrónomo

Subestación Experimental Santander

Pedro María Sánchez A., Ing. Agrónomo

PROGRAMA DE POSTCOSECHA

Carlos Eugenio Oliveros T., Coordinador

Ingeniería Agrícola

Carlos Eugenio Oliveros T., Ing. Agrícola Ph.D.
Gonzalo Roa M., Electromecánico Ph.D.
César Augusto Ramírez G., Arquitecto
Juan Rodrigo Sanz U., Ing. Mecánico Ph.D.

Química Industrial

Gloria Inés Puerta Q., Ing. Química, Ing. Alimentos M.Sc.
Diego Antonio Zambrano E., Ing. Químico
Nelson Rodríguez V., Ing. Químico

PROGRAMA ETIA

José Arthemo López R., Coordinador

Gloria Esperanza Aristizábal V., Bióloga M.Sc.
María Cristina Chaparro C., Tec. Alimentos, Química
Claudia Rocío Gómez P., Tec. Química Ind.
Aída Esther Peñuela M., Ing. Alimentos

Juan Mauricio Rojas A., Ing. Alimentos
Clemencia Villegas G., Ing. Agrónomo M.Sc.
Carlos Mario Ospina P., Ing. Forestal

DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

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

Sección Contabilidad

Gloria Liliana Gómez R., Contador Público
Jesús Danilo González O., Contador Público

Sección Mantenimiento y Servicios

Jairo Zapata Z., Ing. Electricista

Personal

Paula Cuartas V., Economista Empresarial
Carlos Ricardo Calle A., Ingeniero de Sistemas

Tesorería

Martha Elena Vélez H., Contador Público

Sección Presupuesto

César Alberto Serna G., Contador
Carlos Arturo González V., Ing. Industrial
Jesús Alberto Cardona L. Ing. Industrial

Sección Suministros y Bienes

Mauricio Loaiza M., Ing. Industrial
Luz Adriana Márquez V., Ing. Industrial
Carlos Odilio Peralta O., Admón. de Empresas
Lina María Taborda I., Admon. de Empresas

* Comisión de Estudios

** Post-doctorado

(E): Jefe encargado