



IICA 
PROMECAFÉ

**XVII SIMPOSIO SOBRE
CAFICULTURA LATINOAMERICANA**

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR
23-27 OCTUBRE 1995**

MEMORIA

VOLUMEN I

**PROGRAMA COOPERATIVO REGIONAL PARA EL DESARROLLO
TECNOLOGICO Y MODERNIZACION DE LA CAFICULTURA
EN MEXICO, CENTROAMERICA, REPUBLICA DOMINICANA Y JAMAICA.**

1000

1000

1000

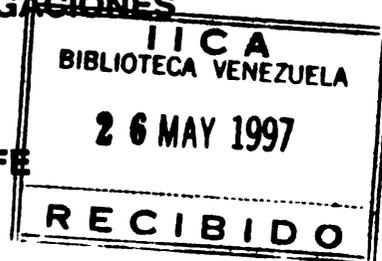
1000



**FUNDACION SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES
DEL CAFE - PROCAFE**

CONSEJO SALVADOREÑO DEL CAFE

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION
PARA LA AGRICULTURA - IICA**



**Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo
Tecnológico y Modernización de la Caficultura en Centroamérica,
México, República Dominicana y Jamaica - PROMECAFE**

**XVII SIMPOSIO DE CAFICULTURA
LATINOAMERICANA**

San Salvador, El Salvador, 23 al 27 de octubre, 1995

MEMORIA

Volumen 1



11 CA

SECRET

AI/HN

96-01

U.1

SECRET

SECRET

SECRET

00002111

BU 9605

CONTENIDO DEL VOLUMEN 1

Presentación de la Memoria.

Países participantes.

Comisión Organizadora del XVII Simposio.

Programa de Inauguración.

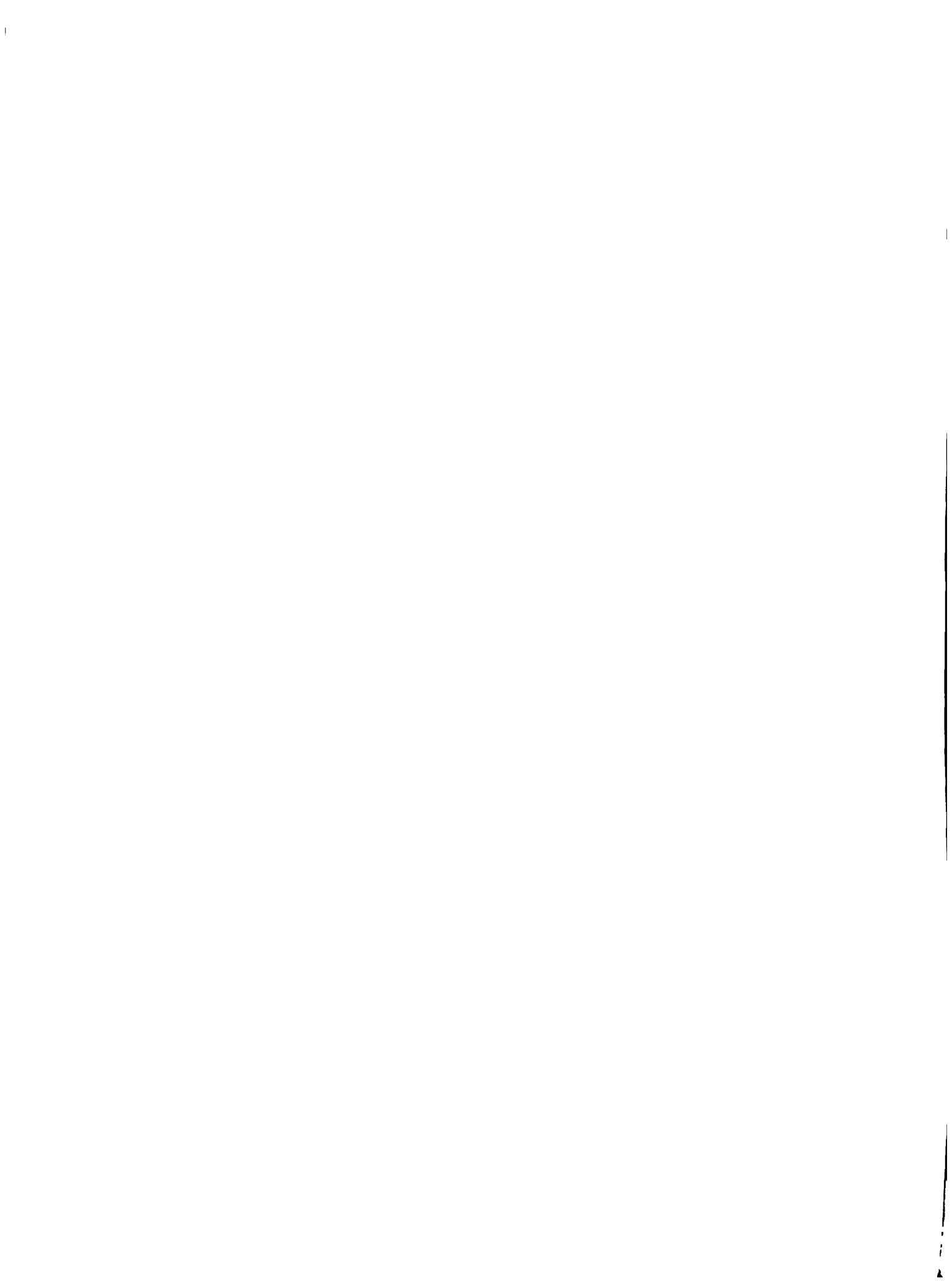
Discurso Inaugural del Señor Vice-Presidente de la República de El Salvador, Dr. Enrique Borgo Bustamante.

Programa de Trabajos y Conferencias.

Conferencias Magistrales.

Trabajos Presentados, en las siguiente áreas temáticas:

- 1. Abonos orgánicos y fertilización del cafeto.**
- 2. Mejoramiento genético, desarrollo de variedades de café resistentes a plagas y enfermedades.**
- 3. Beneficiado húmedo del café.**



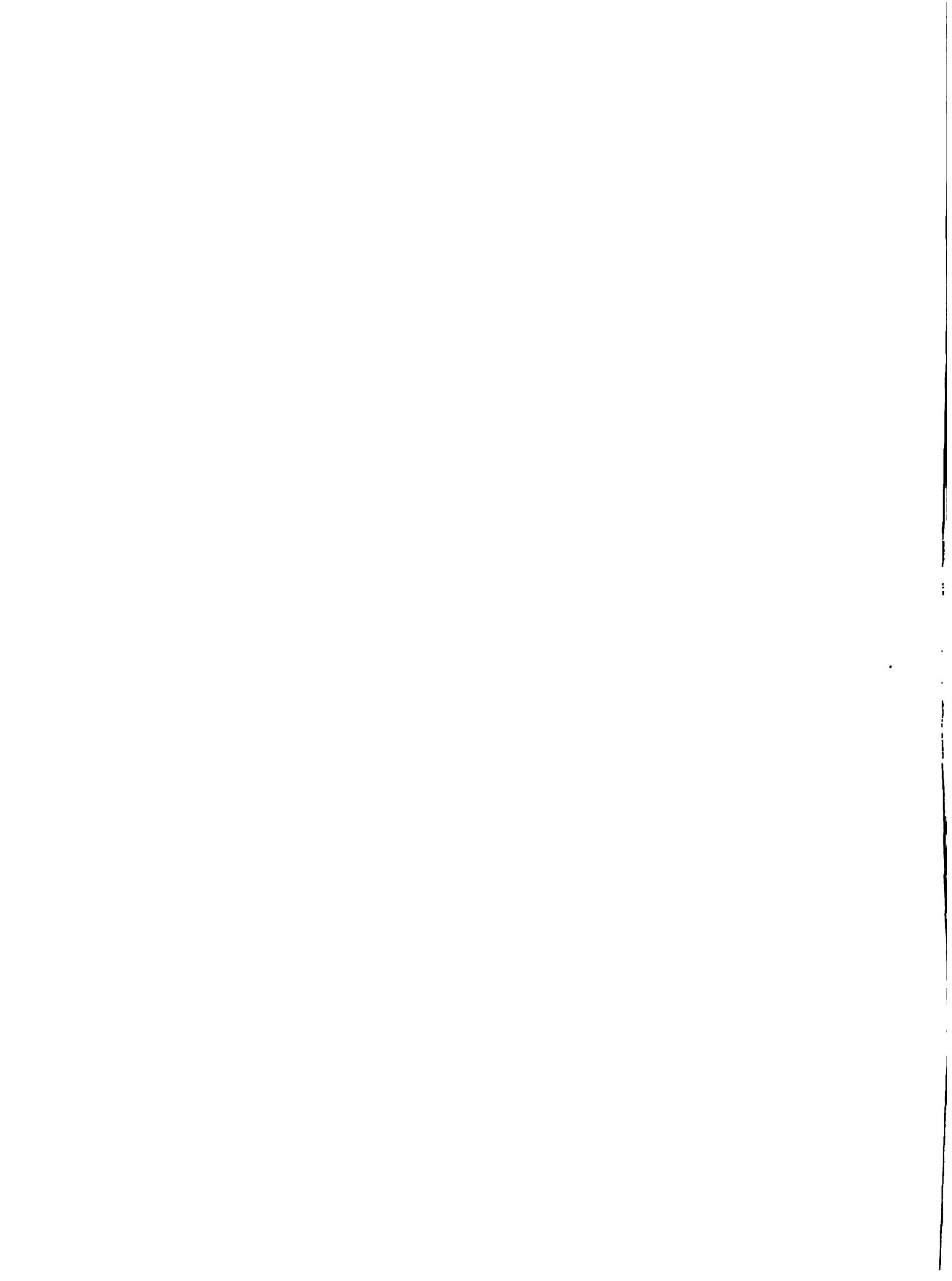
PRESENTACION

Para quienes trabajan en diversas actividades, tanto empresariales como tecnológicas y políticas atinentes a la caficultura, me es grato presentar la memoria del XVII Simposio de Caficultura Latinoamericana, llevado a cabo en la ciudad de San Salvador, El Salvador, en octubre de 1995.

Como en años anteriores, este evento ha congregado a destacados actores del quehacer tecnológico y científico dedicado a la caficultura, procedentes de varios países pero particularmente latinoamericano y de la región del PROMECAFE; constituyendo un foro apropiado en el cual se presentan, intercambian y discuten las experiencias y conocimientos, productos de la ejecución de programas, investigaciones y estudios en diversos campos de la caficultura; especialmente sobre temas del cultivo y producción, industria y comercialización del café. De allí mi complacencia en haber podido reunir y adecuar la información documental para presentar esta memoria.

El XVII Simposio de Caficultura Latinoamericana fue organizado por una comisión integrada por altos funcionarios de la Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café, del Consejo Salvadoreño del Café, el representante del IICA en El Salvador y la Secretaría Ejecutiva del PROMECAFE a quienes corresponde el mérito de haber logrado con éxito la realización de este evento, en lo cual tuvo una importante contribución la participación de destacadas personalidades que dictaron conferencias magistrales y la colaboración material de la compañía Nestlé - El Salvador para diversas actividades del XVII simposio.

Jose Roberto Hernández
Secretario Ejecutivo de PROMECAFE



XVII SIMPOSIO DE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

PAISES PARTICIPANTES

Guatemala
Honduras
El Salvador
Nicaragua
Costa Rica
Brasil
Ecuador
República Dominicana
Jamaica
México
Estados Unidos
Francia
Italia

SAN SALVADOR, EL SALVADOR

23 - 27 OCTUBRE, 1995.



COMISION ORGANIZADORA DEL VII SIMPOSIO

Sr. René Francisco Martínez	Representante PROCAFE
Dr. Cornelius Hugo	Representante IICA
Lic. Nora de López	Representante del C.S.C.
Ing. Enrique Alfaro Castillo	Presidente de PROMECAFE
Ing. José Roberto Hernández	Secretario Ejecutivo de PROMECAFE

COORDINACION PROCAFE Y CONSEJO SALVADOREÑO DEL CAFE

Sr. René Francisco Martínez:	Coordinador General SIMPOSIO (Gerente General PROCAFE).
Ing. Enrique Alfaro Castillo:	Presidente de PROMECAFE.
Lic. Nora de López:	Coordinador C.S.C./SIMPOSIO (Gerente General Consejo Salvadoreño del Café).
Ing. José Manuel Meza:	Coordinador Operativo SIMPOSIO (Gerente Generación y Transferencia de Tecnología PROCAFE).
Ing. Victor Vásquez:	Coordinador Operativo Adjunto SIMPOSIO. (Jefe Depto. Capacitación PROCAFE).

SUBCOMISIONES

Promoción:	Ing. Carlos Olano - Coordinador (Depto. Capacitación, PROCAFE).
Científica:	Ing. Felipe A. Cerón - Coordinador (Coordinador Generación de Tecnología, PROCAFE).
Apoyo Logístico y Financiero:	Ing. Nelson Henríquez Chacón - Coordinador (Jefe Depto. Validación de Tecnología, PROCAFE).

ASESORES

Lic. Julia del Carmen Mena:	Depto. Comunicaciones, PROCAFE.
Dr. Rafael Ledesma:	IRI/PROCAFE.
Dr. Bertrand Sallée:	CIRAD/PROCAFE.
Sr. Salvador Castellanos:	PROCAFE.

Objetivos del Simposio:

- * Fortalecer las relaciones científicas, técnicas y profesionales entre las instituciones del área, que trabajan en generación y transferencia de tecnología del cultivo del café.
- * Dar a conocer los avances y resultados científicos y tecnológicos de la caficultura en los países participantes.
- * Fortalecer y dar seguimiento a este foro de nivel internacional sobre avances científicos y tecnológicos en caficultura, de los países miembros de PROMECAFE y otros de Latinoamérica.

Sede y fecha del evento:

San Salvador, El Salvador, C.A.; Hotel El Salvador.

Del 23 al 27 de octubre de 1995.

Acto y conferencia inaugural: 24 de octubre del 95 (08:00 a.m. a 10:00 a.m.).

XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

23 al 27 de Octubre de 1995

PROGRAMACION DE INAUGURACION

FECHA: 24 de Octubre de 1995

HORA: 8:00 a 10:00 a.m.

LUGAR: BALL ROOM HOTEL EL SALVADOR.

INTEGRANTES DE LA MESA QUE PRESIDE LA INAUGURACION

1. Dr. Enrique Borgo Bustamante
Vice-Presidente de la República
2. Lic. Eduardo Zablah Touché
Ministro de Economía
3. Ing. José Ernesto Jaimes
Vice-Ministro de Agricultura y Ganadería
4. Ing. Hubén Ernesto Pineda
Director Ejecutivo Consejo Salvadoreño del Café
5. Ing. Eduardo Enrique Barrientos
Presidente Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café
6. Ing. Enrique Alfaro Castillo
Presidente de PROMECAFE
7. Dr. Cornelius Hugo
Representante del IICA

DISCURSO INAUGURAL PRONUNCIADO POR EL SEÑOR VICEPRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR, DR. ENRIQUE BORGÓ BUSTAMANTE.

Señoras y señores:

En nombre del Gobierno de la República de El Salvador, me es grato presentar a ustedes nuestro cordial saludo de bienvenida y expresar a tan distinguidos visitantes, nuestros mejores votos por una placentera estadía en nuestro país, que ofrecemos a ustedes de corazón. Su presencia en este evento es de gran importancia, vienen ustedes para compartir el conocimiento que han adquirido en sus programas de investigación, con el fin de contribuir al proceso de modernización y transformación productiva de la agricultura, la cual se plantea como una necesidad impostergable en los países de América Latina.

Dentro de este marco, los presidentes de Centro América, en los últimos años, se han venido reuniendo para analizar la situación de la agricultura en general y de la caficultura en particular. Es así como mediante la declaración de Antigua Guatemala, en junio de mil novecientos noventa, los presidentes decidieron que se elaborara una política agrícola coordinada. Posteriormente, mediante la declaración de San Salvador en julio de mil novecientos noventa y uno, aprobaron el plan de acción para la agricultura centroamericana, conocido como el 'P.A.C.'.

Dicho plan constituye el marco de referencia para orientar los esfuerzos de los sectores agropecuarios hacia una agricultura moderna, capaz de contribuir a la reactivación de la región. De esa manera, los esfuerzos de cooperación técnica de 'IICA/PROMECAFE', entre los países miembros se ven fortalecidos con esa iniciativa, facilitando la transferencia de tecnología entre sus miembros.

Este evento es parte de ese intercambio y busca como principal objetivo: fortalecer las relaciones científicas técnicas y profesionales entre las instituciones del área, que trabajan en la generación y la transferencia, apertura comercial, y responder a las necesidades planteadas por el desarrollo económico y social de nuestros pueblos.

Es incuestionable la importancia que tiene la caficultura para nuestros países, que no solamente se refleja en el campo social, económico y político, sino en el medio ambiente. Gran parte de los bosques del área lo conforman las plantaciones de café y es un deber de los gobiernos proteger este patrimonio ecológico, para el bienestar de las futuras generaciones.

A los representantes de los países productores, me permito decirles con plena convicción, que es necesario que actuemos unidos en la defensa de los intereses de nuestros pueblos, porque no podemos continuar desunidos frente a un mercado altamente influenciado por compradores organizados.

Seguramente en el Simposio se presentarán trabajos que reflejan la experiencia acumulada de muchos años de investigación en todas las áreas de importancia agrícola, incluyéndose

también exposiciones sobre el potencial y futuro de la caficultura mundial, y por ello representa una gran oportunidad para potenciar los esfuerzos que se realizan en los países miembros de PROMECAFE, a fin de continuar contruyendo el desarrollo sostenido de la agricultura.

En nombre de El Salvador, agradezco el enorme esfuerzo de cada una de las personas que han hecho posible este evento, y convencido de que el mismo significa un importante aporte al bienestar de nuestros pueblos, me complace declararlo inaugurado.

Muchas gracias.

24 de octubre de 1995.



XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA
Del 23 al 27 de octubre de 1995
San Salvador, El Salvador, C.A.

PROGRAMA DE TRABAJOS Y CONFERENCIAS

Día y Hora de Inicio	Actividad	Responsable	País
Lunes 23			
08:00 am. - 06:00 pm.	Llegada de delegaciones internacionales Alojamiento e inscripción de participantes.	Comité Operativo	
07:00 pm. - 09:00 pm.	Coctel de bienvenida.	Comité Operativo	
Martes 24			
08:00 am.	Inauguración	Comité Operativo	
10:00 am.	Conferencia Magistral "Perspectivas de la Caficultura Brasileña".	Agr. José María Sebastiao Dr. M. Paván*, Dr. R. Ledesma*.	Brasil
12:00 m.	Almuerzo.		
02:00 pm.	"Conversión de la pulpa del Café en abono Orgánico por medio de diferentes procesos"	Ing. Edgar E. López Ing. Gerardo Lardé*	Guatemala
02:20 pm.	"Estudio sobre la incidencia de granos negros en el caféto: Evaluación preliminar de factores genéticos, morfofisiológicos, nutricionales y climáticos".	Ing. Miguel Hernán Sosa López Dr. Bencit Bertrand*	Honduras
02:40 pm.	"Uso de hongos entomopatógenos para el manejo de la broca del café en Nicaragua".	Ing. Falconi Guharay Ing. Manuel I. Vega*	Nicaragua
03:00 pm.	Receso		
03:20 pm.	"Estudio de seis sistemas de poda en café (Coffea arabica) variedad Catuai".	Ing. Oscar Mario Rodríguez A. Ing. José Napoleón Irigoyen*	Costa Rica
03:40 pm.	• "La embriogénesis somática del caféto y su aplicación en un programa de mejoramiento genético".	Dr. Alfredo Zamarripa C. Dr. Magaly Dufour*	México
04:00 pm.	"Manejo integrado de la Corchosis en Veracruz, México".	M.C. Gladis Castillo Ponce Ing. Falconi Guharay*	México
04:20 pm.	"Dinámica poblacional de Myrothecium roridum Tode ex FR y Rhizoctonia solani Kuehn en viveros comerciales de cafétos".	Ing. Fabio Bautista Pérez M.C. Gladis Castillo Ponce*	El Salvador
04:40 pm.	"Evaluación agroeconómica de la tecnología utilizada en la producción de viveros de optima calidad".	Ing. José Napoleón Irigoyen Ing. Oscar Mario Rodríguez	El Salvador
05:00 pm.	Conferencia magistral: "Desarrollo del café de especialidades (Gourmet, orgánico y otros).	Dr. Ted Lingle Lic. R. Espitia*, Ing. R. Pineda*	EUA.
Miércoles 25			
08:00 am.	"Estudio de patogenicidad de diferentes poblaciones de <i>Pratylenchus</i> sp sobre <i>Coffea arabica</i> ".	Dr. Luc Villain Ing. Xenia Peña*	Guatemala
08:20 am.	"La intensificación de la caficultura de los pequeños productores en Guatemala y la crisis de precios 1991-1994".	Ing. Juan Carlos Méndez B. Ing. Roberto Velasco*	Guatemala
08:40 am.	"Evaluación del nivel de resistencia incompleta a <i>Hemileia vastatrix</i> Berk et Br. en germoplasma etiope de <i>Coffea arabica</i> de la colección del CATIE".	Ing. Rodney Santacreo Dr. Tumoru Sera*	Honduras
09:00 am.	"Reciclaje de nutrientes bajo tres sistemas de manejo de malezas en una plantación de caféto".	Ing. Victor Aguilar Ing. Celina Merino*	Nicaragua

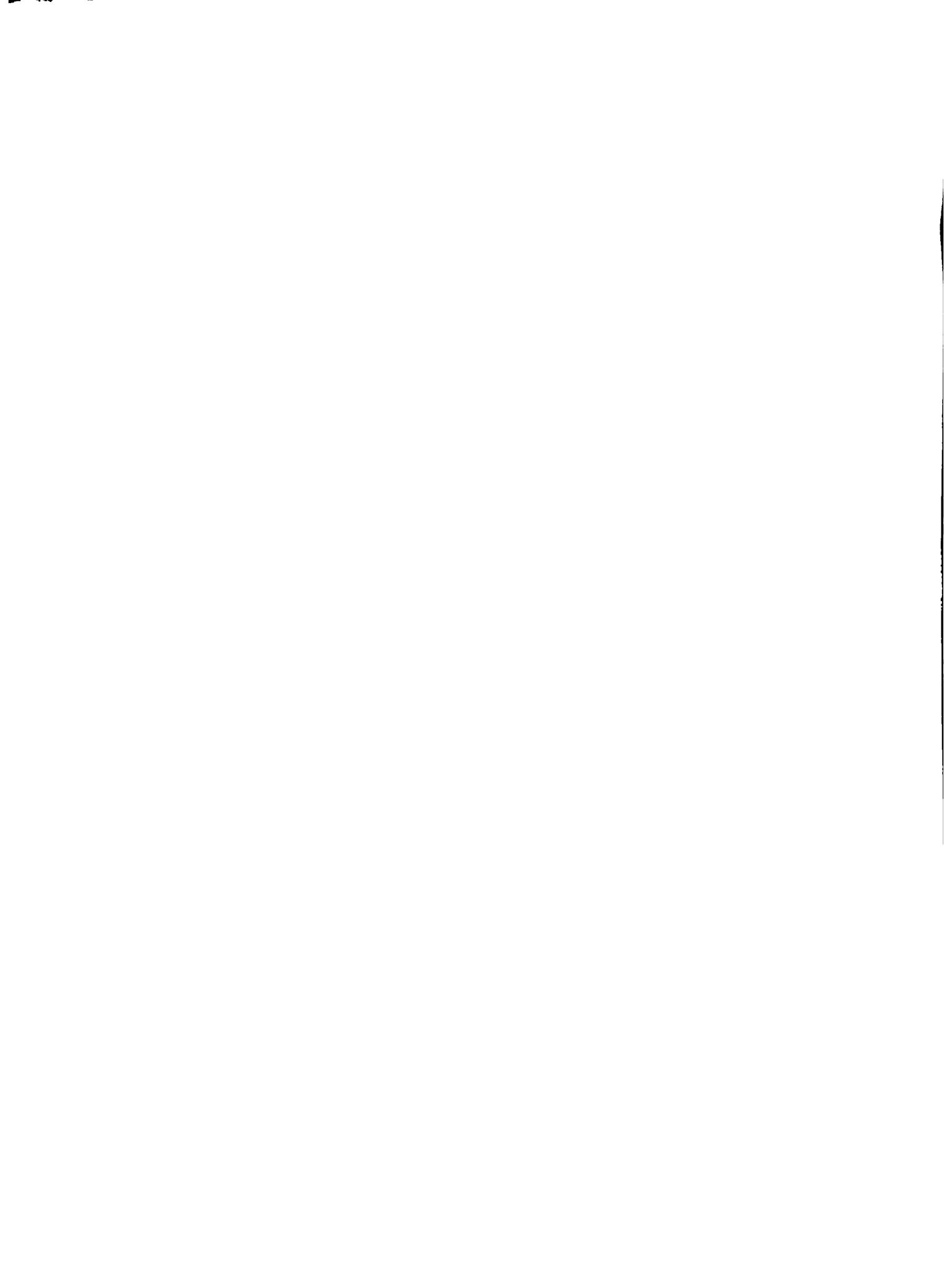
Día y Hora de Inicio	Actividad	Responsable	País
09:20 am.	"Evaluación de genotipos Coffea canephora con poblaciones de nemátodos de Nicaragua".	Lic. Justo A. Rosales Mercado Dr. Francisco Anzueto*	Nicaragua
09:40 am.	Receso		
10:00 am.	"Control biológico de la Broca del Cafeto con Cephalonomia stephanoderis Betrem. Eficacia en período de post-cosecha en función de la cantidad relativa liberada".	Dr. Bernard Dufour Dr. Juan F. Barrera*	Nicaragua
10:20 am.	● "El sistema de inmersión temporal: un nuevo método de propagación in vitro del cafeto en medio líquido".	Dra. Magali Dufour Dr. Alfredo Zamarripa*	Costa Rica
10:40 am.	"Estudio del comportamiento agroproductivo de diferentes derivados del Híbrido de Timor en Costa Rica".	Ing. Benoit Bertrand Ing. Miguel Hernán Sosa*	Costa Rica
11:00 am.	"Estudio económico sobre la mecanización de la poda por lote del cafeto".	Ing. José María Alpizar Saborio Ing. Oscar Abraham Gómez*	Costa Rica
11:20 am.	"The Agro Ecological conditions of the Blue Mountain Region of Jamaica".	Dr. Lenworth Henry Ing. José María Alpizar S.*	Jamaica
11:40 am.	● "Estudio de la inhibición de la embriogénesis somática en suspensiones celulares de café Arabusta".	Dr. Alfredo Zamarripa C. Dra. Magaly Dufour*	México
12:00 m.	Almuerzo		
02:00 pm.	"Potencialidad del parasitoide Cephalonomia stephanoderis para ser usado en liberaciones inundativas contra la Broca del Café Hypothenemus hampei".	Dr. Juan F. Barrera Ing. Manuel I. Vega*	México
02:20 pm.	"Correlacao entre o dano de geada e outras características agrónomicas em linhagens de café (coffea arabica L.)".	Dr. Tumoru Sera Ing. Rodney Santacreo*	Brasil
02:40 pm.	"Expectativas del mercado cafetalero internacional en una perspectiva de largo plazo".	Dr. Benoit Daviron Dr. Bernard Dufour*	Francia
03:00 pm.	Receso		
03:20 pm.	"Evaluación de la eficacia de Cephalonomia stephanoderis sobre la Broca".	Ing. Manuel I. Vega Rosales Ing. Rodolfo Morales*	El Salvador
03:40 pm.	"Valoración de la pulpa de café mediante la producción de abonos orgánicos".	Ing. Gerardo Lardé Ing. Edgar López*	El Salvador
04:00 pm.	"Aplicación del sistema de información geográfico a la generación y transferencia de tecnología en PROCAFE".	Lic. Maritza Guido Martínez Ing. Juan Carlos Méndez B.*	El Salvador
04:20 pm.	"Estudio sobre períodos críticos de la competencia interespecifica maleza/cafeto".	Ing. Celina I. Marino Mejía Inv. Víctor Aguilar*	El Salvador
04:40 pm.	Conferencia magistral "Reingeniería: instrumentos y estrategias en el sector café".	Lic. Rafael Parada Ing. J.M. Meza*, Lic. N. de López*	El Salvador
06:00 pm.	Conferencia "Pasión por la Excelencia".	Sr. Luigi Michely - ELLYCAFE Ing. R. Plineda*, Lic. N de López	Italia
Jueves 26			
08:00 am.	"Desarrollo de una variedad porta-injerto resistente a los principales nematodos del cafeto en Centroamérica".	Dr. Francisco Anzueto Ing. Justo Rosales*	Guatemala
08:20 am.	"Estudio de la combinación de métodos químicos y manuales en el control de malezas en cafetales jóvenes".	Ing. Miguel Hernán Sosa L. Ing. Víctor Aguilar*	Honduras

Día y Hora de Inicio	Actividad	Responsable	País
08:40 am.	"Alternativas para el manejo selectivo de malezas en café: Evaluación de costos, efectos en rendimiento y protección del suelo".	Ing. Amilcar Aguilar Carrillo Ing. Celina Merino*	Nicaragua
09:00 am.	"Manejo integrado de broca en la zona cafetalera norte de Nicaragua".	Ing. Rodolfo Morales Ing. Manuel Vega*	Nicaragua
09:20 am.	"Evaluación de las edades para el trasplante de almácigo en café (Coffea arabica) variedades Caturra y Catuai".	Ing. Oscar Mario Rodríguez Ing. José Napoleón Irigoyen*	Costa Rica
09:40 am.	Receso		
10:00 am.	"Estudio comparativo de las cualidades organolépticas de cuatro genotipos y en dos zonas cafetaleras de Costa Rica 1995".	Ing. José María Alpizar S. Ing. María Xenia Peña*	Costa Rica
10:20 am	"Validación de modelos MIP para Broca del Fruto de Café. Situación actual y experiencias de campo en Colombia".	Ing. Rubén Darío Landínez Dr. Bernard Dufour*	Colombia
10:40 am.	"Efecto de diferentes variedades y densidades de frijol común (Phaseolus vulgaris) en asocio sobre el crecimiento y rendimiento del café Coffea arabica L".	M.Sc Moisés Blanco Ing. J. Napoleón Irigoyen*	Nicaragua
11:00 am.	"Evaluación fenotípica y genética para la resistencia al nemátodo Meloidogyne incognita en híbridos de Coffea canephora".	Ing. María Xena Peña Dr. Francisco Anzueto*	El Salvador
11:20 am.	"El componente de capacitación en la transferencia de tecnología al sector cafetalero".	Ing. Carlos Gilberto Campos Ing. Carlos Láinez*	El Salvador
11:40 am.	"Overview of the organization and structure of the Jamaican Coffea Industry".	Dr. Errol South Ing. Rafael Reyes*	Jamaica
12:00 m.	Almuerzo		
02:00 pm.	"Recuperación de la caficultura salvadoreña: objetivos de la transferencia de tecnología, metodología de información y resultados".	Ing. Roberto Velasco Ing. Juan Carlos Méndez*	El Salvador
02:20 pm.	"Efecto coagulante del Hidróxido Cálcico en aguas residuales del café".	Ing. Gerardo Lardé Ing. Edgard E. López*	El Salvador
02:40 pm.	"Evaluación de diferentes alternativas de fertilizar cafetos manejados en recepa por surco de acuerdo a la edad de la recepa".	Ing. Oscar Abraham Gómez Ing. Oscar Mario Rodríguez*	El Salvador
03:00 pm.	Receso		
03:20 pm.	"Proyecto Control Biológico de la Broca del Fruto del Cafeto Hypothenemus hampei en El Salvador".	Ing. Hafaol Hoyes Ing. Ismael Méndez López*	El Salvador
03:40 pm.	"Transferencia de tecnología a través de grupos de pequeños caficultores en El Salvador".	Ing. Carlos Láinez Ing. Carlos Gilberto Campos*	El Salvador
04:00 pm.	Conferencia magistral "Contribución de los cafetales en la regulación del exceso de Bióxido de Carbono en la atmósfera terrestre".	Dr. Luis Founier Dr. J.R. Quzada* Dr. F. Artigas*	Costa Rica
05:20 pm.	Receso		
05:50 pm.	Conferencia magistral "Reenfoque del control de calidad y su visión de largo plazo en el mercado internacional".	Sr. José Tejada Jiménez Lic. Ricardo Espitia* M.Sc. Felipe A. Cerón Martí*	El Salvador
Viernes 27			
08:00 am.	Charla magistral "Relación de la acidez de los suelos con la planta del cafeto".	Dr. Marcos Paván Dra. Flora Espinoza* Ing. Gilberto Torres*	Brasil

Día y Hora de Inicio	Actividad	Responsable	País
09:20 am.	Receso	Lic. Arturo Lindo Sr. René Francisco Martínez* Ing. Enrique Alfaro Castillo*	El Salvador
09:40 am.	Charla magistral "Perspectivas del mercado internacional del café".		
11:00 am.	Clausura		
12:00 m.	Coctel		
02:00 pm.	Salida de participantes		

* Moderador de la exposición respectiva (medirá tiempo, coordinará preguntas y respuestas, etc.).

CONFERENCIAS MAGISTRALES



XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

DEL 23 AL 27 DE OCTUBRE DE 1995



Perspectivas de la Caficultura Brazileña.



Por:

**José María Jorge Sebastiao.
Brazil.**



San Salvador, octubre de 1995

Perspectivas de la Caficultura Brasileña.

Por:
José María Jorge Sebastião
Brazil.

"PRESO POR TER CACHORRO, PRESO POR NAO TER CACHORRO"

Se o título é exthanho, mais estranho ainda foi o momento em que foi concebido: madrugada do dia 20 de Setembro, véspera do inicio da Primavera, troar dos trovões, anuncioando que as chuvas chegaram... a já chegaram tarde, deixando para trás um prejuizo de cerca de 10% da producao vindoura.

No dia 31 de agosto a "Folha de Sao Paulo", na secao "Vaivém das Commodities" anunciava: "Café - As noticias divulgadas ontem por um servico privado de previsao de tempo dos Estados Unidos que deveum servico privado de previsao de tempo dos Estados Unidos que deve chover nas regioes produtoras do Brasil nos próximos dias fez os precos cairem 3.89% ontem no fechamento de Bolas de Nova York"

Mais uma semana e na mesma secao publicava: "Café- Apesar de os servicos de meteorologia descartarem qualquer possibilidade de chuva para os próximos dias nas regioes produtoras do Brasil, os precos recuaram ontem om Nova York devido a noticias de chuvas no Brasil".

Mais uma semana sem chuva e mais queda da Bolsa de Nova York, depois da noticia que o USDA nao reveria a sua stimativa da producao brasileira de 17.6 milhoes de sacas da safra recémterminada.

Que pensar entao da posicao da Bolsa de Nova York após essa trovoadada inicial que ficou aquém das chavas desejadas? Sóp um pensamento poderia ocorrer: despenca a Bolsa de Nova York!

e o título nao é bom. por analogia ela lembra a fábula do lobo e o cordeiro, onde este foi devorado por turvar as águas do riacho onde sr. Lobo se saciava da sede, mesmo estando o cordeiro abaixo dele.

Sao pressoes baixistas plantadas na imprensa, motivadas por especuladores, baseadas em estatísticas sem suporte científico, como muito bem questionou em artigo com o título "Desencontro das estatísticas" o En enheiro Agronomo Luiz Moricochi, do Instituto de Economia Agrícola de Sao Paulo, que so final do artigo lanca um repto aos técnicos do USDA para discutir a discrepancia das estatísticas que apontam dois milhoes do sacas a mais de cafe no Estado de Sao Paulo(5.2 milhoes contra 3,2 milhoes) terminando com a frass "Se este debate nao for possivel somos forcados a crer que o USDA, em seus levantamentos, confunde pés de laranja com covas de café".

Em verdade, a producao brasileira, segundo o Ministerio da Indstria, Comercio e Trurismo, em estimativa de Abril de 1995 de 1995 seria de 12.575 mil sacas de café próxima dos valores apresentamos no 8º SINTERCAFÉ na Costa Rica em Novembro de 1994.

As gradas de 26 e 27 de Junho de 1994, repetindo-se em 10 e 11 de Julho, seguidas de uma forte seca, pois as chuvas só chegaram na segunda quinzena de Outubro, foram factres determinantes da baixa

O Plano de Renovação da lavoura cafeeira do governo do Estado, através do Banespa. Banco do Estado de São Paulo, não saiu do papel.

O Estado do Espírito Santo continuará com a sua diversificada produção tanto do Conillon como do Arabica. O Estado de Minas Gerais continuará a ser o grande estado produtor de café, em três regiões distintas: a Zona da Mata, com sua topografia acidentada, Sul de Minas, com topografia ondulada e a área do Cerrado, que foi a última excelente topografia e clima, propiciando ótima bebida onde está Renovação da Lavoura Cafeeira, em Agosto de 1972, no Governo Médici, quando atuávamos com nossa equipe como diretor de produção do Instituto Brasileiro de Café e Secretário Executivo do GERCA, Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura.

Aí reside o trunfo brasileiro para a virada do século.

O progresso dessa área, com terras pobres, mas ótimo clima e excelente topografia só foi possível graças a estudos realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas, na década de 50, em terras pobres de Batatais, onde a testemunha morreu e os tratamentos completos com calcário, NPK, adubo orgânico e micronutrientes possibilitaram a utilização de variedades desenvolvidas pelo Dr. Alcides Carvalho e equipe, resultando em lavouras altamente econômicas.

A coroar esse trabalho, tivemos o grande avanço da mecanização, quer dos tratamentos fitossanitários contra a ferrugem do cafeeiro, broca do café e bicho-mineiro, possibilitando ainda a aplicação, via foliar de micronutrientes, principalmente zinco e boro, assim como os tratos culturais, mecânicos ou químicos, e a sua maior conquista, a mecanização da colheita do café.

Para as pequenas propriedades tem avançado o uso do espaçamento adensado, principalmente no Estado do Paraná que viu grande parte de seu trabalho dizimado pelas geadas do ano passado.

Com a persistente estudo de novas variedades, principalmente pela Secção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas, com o lançamento do Icaru, cruzamento de Robusta e Arábica, somando-se ao trabalho do IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná e EPAMIG, Empresa de Pesquisa Agro-Pecuária de Minas Gerais, o Brasil está preparado para enfrentar o avanço asiático, baseado principalmente na mão-de-obra barata e maciços investimentos de capitais e técnicas alienígenas.

A recuperacao das lavouras para a proxima safra foi bastante prejudicada devido aos fatores de ordem climática, somando-se á descapitalizacao dos agricultores de modo geral, que estao pagando a conta pelo sucesso do Plano Real.

Para nao deixar subir o preco do café no mercado interno, o governo iciciou leiloes para o abastecimento, sendo que dos 12.5 milhoes de sacas, cerca de 2,5 milhoes de robusta, menos consumida no Brasil e os 10 milhoes restantes mal dao para o cunsumo interno.

Os leiloes no momento estao paralisados devido a queda dos precos externos e, em alguns momentos os precos internos sobrepujaram os externos. Os leiloes voltarao quando os precos internos atingirem R\$147,000 por saca, que no momento estao em torno de R\$ 120,00

A fragilidade economica dos cafeicultores, apesar dos recursos de estocagem para 2 milhoes de sacas tem obrigado vendas abaixo do cuesto de producao. O custo crescente de mao -de-obra, insumos, juros altos e falta de recursos para custeio, induziram aos maus tratos da lavoura que apresentou uma boa florada, mas sem folego para atravessar todo um ano agricola

Assim, dos 30 a 32 milhoes de sacas que seriam possiveis para o próximo ano, dado un parque cafeeiro de 3 2 milhoes de covas que descansou um ano, estima se uma possivel colheita de 26 a 28 milhoes de sacas

Se verificarmos a media das exportacoes dos ultimos anos em torno de 18 milhoes de sacas a consumo interno de 10 milhoes, seria a medida justa de sus necessidades.

Para chegar até lá, o Brasil devera lancar maos dos seus atuais 14 milhoes de sacas que, em verdade, se resumem a 10 milhoes, pois o restante tem problemas pendentes, judiciais a de qualidade

Se este é o quadro atual, o Brasil devera fazer um grande esforco para cumprir as suas necessidades até o fim do século

Muitos dos que abandonaram a cafeicultura jamais voltarao a ela á o caso do Estado do Paraná que, dado as suas condicoes edafoclimáticas e topográficas, os agricultores voltaram-se para o plantio mecanizado de soja, trigo, citricultura, assim como a pecuaria.

O Estado de Sao Paulo transformou-se as um grande pomar, tanto de fruticultura de clima temperado, como a de clima tropical, com sua pujante citricultura. A cana-de- acucar teve grandes avancos, tanto para a industria do alcool, cmo para a industria cucareira. Destacamos tambem a pecuaria de corte de leite e de pequenos animais



XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

Del 23 al 27 de octubre de 1985
San Salvador, P.R. San Salvador, C.A.

"Reingeniería: Herramientas e Instrumentos"

**Por Rafael Parada Menéndez
Director Maestría en Administración
y Dirección de Empresas UCA**



Nestlé



"Reingeniería : Herramientas e instrumentos"

Rafael Parada Menéndez

Director Maestría en Administración y Dirección de empresas UCA

La Reingeniería es una revolución que demuestra que las personas pueden crear cambios organizacionales radicales desde adentro, y pueden hacerlo mientras obtienen éxitos financieros. Nunca como ahora se han desarrollado tantas nuevas técnicas mayores, solo durante los últimos años treinta y principios de los cuarenta, técnicas que pueden separarse en las técnicas de "como hacer" y de "que hacer", la reingeniería estaría dentro de las "que hacer" al igual que outsourcing.

La Reingeniería es una llamada al liderazgo para todos los que tienen el deseo de mejorar la capacitación, sus sectores conexos y de apoyo, empresas, ya sea revitalizar una importante Organización, empresa, un departamento al interior de una empresa, o instituciones del sector público. Requiere de aceptar el desafío dramático de destruir y rehacer creativamente a las organizaciones sobre una base continua, lo cual ha sido el desarrollo del mundo. Impulsada por líderes con ideas y con el corazón y las agallas para que sucedan en la vida real, llegará a ser un modo de vida. Es doloroso. En todas las facetas de la vida, incluyendo los negocios, uno tiene que dominar el cambio. Enfrentado con discontinuidades cada vez más difíciles, tenemos que redirigir las energías emocionales de la vida. Los líderes del sector de la capacitación tienen la tarea de ayudar a cada uno de los empleados a generar altos niveles de energía emocional positiva.

1. El Credo de la Reingeniería

Los Líderes Agregan Valor a Sus Organizaciones

La máxima prueba del liderazgo es aumentar el valor de largo plazo de las empresas. Para los líderes de una compañía, esto significa valor de largo plazo para los accionistas. En cada nivel de la organización, la gente tiene que entender cómo su rol contribuye al valor.

El Liderazgo Crea Energía Emocional

Una fuente de ventaja competitiva es el nivel de energía emocional de la empresa. En un mundo complejo de cambios rápidos y continuos, los niveles altos de energía emocional potencial llevan a ciclos de tiempo más rápidos, calidad más alta, menores costos y a tener la capacidad de transformarse continuamente.

Corolario: La Energía Emocional Es Sobre Ideas

Las ideas dan poder a las personas y proporcionan el combustible para la energía emocional positiva.

La Meta es la Constante Revolución

Los ganadores del siglo veintiuno serán aquellos quienes estén en constante revolución: Uno tiene que aceptar cada cambio como una oportunidad y no dudar por temor a equivocarse. Está bien equivocarse. Cambie y luego continúe adelante.



Las Reingenierías Tienen Patrones Predecibles

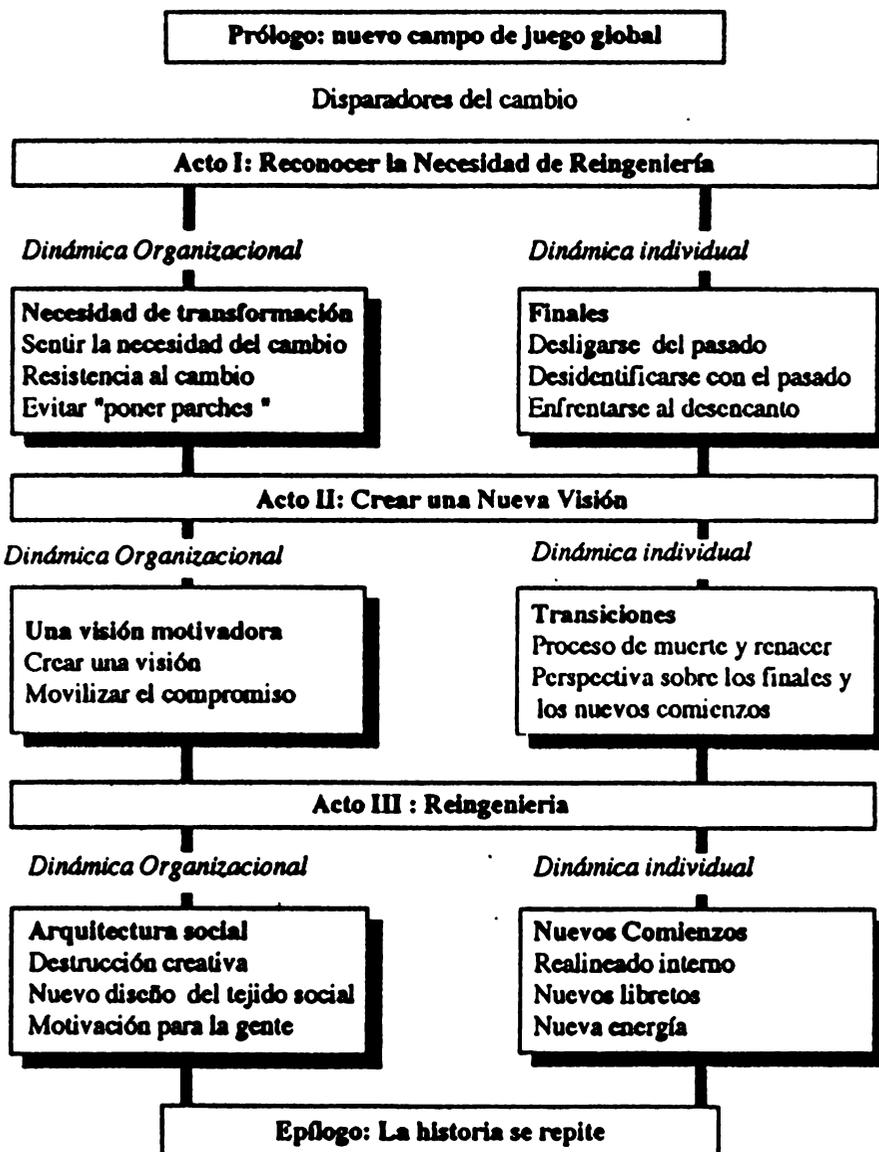
Las revoluciones siguen un patrón de dinámica predecible.a.]'

2. El Drama de Tres Actos: Despertar, Crear una nueva visión y Reingeniería

Las revoluciones son predecibles. El dolor, la resistencia, los avances y gozos del paso exitoso de una fase a otra puede ser comprendido y dominado.

Una Reingeniería empresarial es un tipo particular de drama -una tragedia, tal vez, siempre con una catarsis y se espera tenga un final feliz. Para la gente que se involucre en la obra, es tan cautivante y profunda como cualquier trama clásica. Nosotros

**La Reingeniería : la revolución en los 90
Liderazgo transformacional: Un drama en tres actos**



pensamos que las organizaciones son máquinas pero realmente son más parecidas a compañías teatrales: Ideas, diálogo y acciones fluyen entre el reparto. Los gerentes en la compañía son parte del reparto que demuestran sus habilidades y magnetismo a medida que actúan.

Los protagonistas de este drama son las personas que buscan el cambio y ponen en movimiento la trama revolucionaria. En el caso de empresas exitosas, varias docenas de líderes buscaron transformar radicalmente la cultura. Inevitablemente, existen antagonistas -personas que se aferran a las formas antiguas de la compañía. El conflicto para cambiar involucra no sólo a estos dos grupos opuestos sino a miles de personas. Todos ellos tienen que enfrentar la pena y los sentimientos profundos de pérdida a medida que desaparecen las formas antiguas. El final de una transformación es vigorizante y lleva a un sentimiento de renacer. Entonces el ciclo tiene que comenzar de nuevo.

4. Los Cinco Mandamientos de la Reingeniería

El éxito ha sido impulsado por el deseo obsesivo del líder de ganar, su habilidad para mantenerse en foco, y la formulación de cinco principios medulares que, cuando se toman en serio, guían a cualquier organización a través del cambio revolucionario:

1. Conozca el Motor de la Empresa

Tenga una comprensión clara de cómo los recursos de capital y técnicos de una organización interactúan para crear valor.

2. Comprenda la Conexión Humana

Para que el motor de la empresa funcione, éste tiene que estar ligado con una visión articulada en forma clara y cuidadosa de cómo los sistemas técnico, político y cultural de la organización se apoyan mutuamente.

3. Nunca Comprometa el Rendimiento

Sin excusas. Usted puede cometer errores pero tiene que aceptarlos como propios. Aceptar la responsabilidad y continuar. Nunca quedarse adhiriendo al pasado.

4. Sea ingenuo y Amistoso

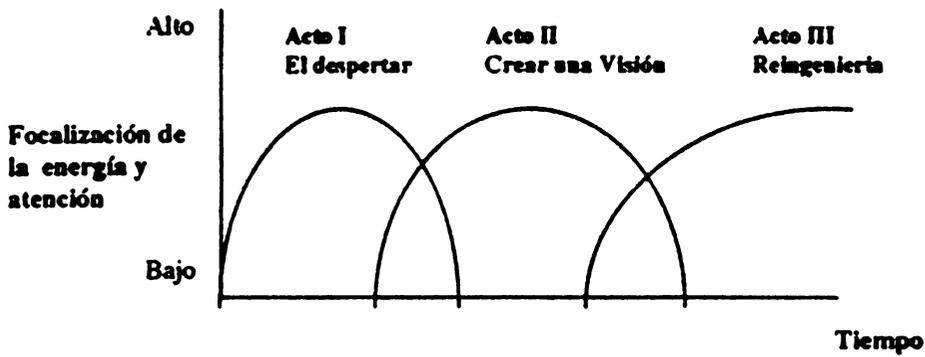
Use el conflicto cara-a-cara constructivo como una forma de tomar decisiones claves.

5. Nunca Sea Cruel

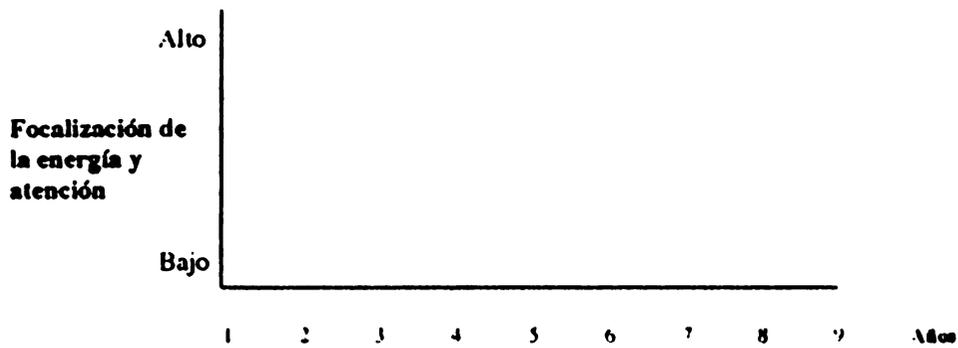
Pero tome las decisiones difíciles que su situación requiere. Cuando usted cause dolor, muestre a otros su compasión. Sea cabeza dura de corazón suave.



La Reingeniería en el tiempo



Proyecte cómo serán en el tiempo los tres actos de su revolución



Advertencia: No inicie una reingeniería sin antes haber realizado el test



Ingeniería

El arte de diseñar y transformar la energía y la materia en cosas útiles al ser humano

¿Por qué «Reingeniería» si sabemos que ésta no es una palabra? Porque capta el desafío medular de la filosofía de proceso, que es el arte y práctica de rediseñar y reconstruir la organización. La ingeniería es creativa; involucra conceptos y diseños así como el aspecto práctico de la estructura. Es el arte de diseñar y construir una organización compleja. Requiere que usted en forma creativa, destruya, diseñe y luego construya la nueva organización, por lo tanto, «Reingeniería».

Las organizaciones de «Forma Antigua» todas eran acerca de fronteras y de dividir en compartimientos, así como de cadenas de mando. La organización nueva estaría libre de estas estrecheces cada vez menos productivas. La información fluiría libremente a través de fronteras funcionales y empresariales desde donde era desarrollada hasta donde era necesitada. La corporación sin fronteras resolvería el conflicto entre el tamaño y la velocidad organizacional. Tendría el poder de una organización grande y la velocidad, flexibilidad y auto confianza de una pequeña. Más importante aún, es la única forma en que las empresas pueden lograr las mejoras anuales en productividad requeridas en todas las empresas.

Los operadores de calderas que se reportan al supervisor de calderas, quien se reporta al gerente de utilería, quien se reporta al gerente de servicios en planta, quien se reporta al gerente de planta y así más. Las capas aíslan. Retrasan las cosas. Distorsionan. Los líderes en organizaciones con muchas capas o niveles son como personas que usan varios abrigos en exteriores en un día congelante de invierno. Se mantienen calientes y cómodos pero se mantienen felizmente ignorantes de las realidades de su medio ambiente. No podrían estar más alejados de lo que está sucediendo.

Ejemplo :

El usar la analogía de una casa con muchos pisos y paredes para representar a la empresa de «Forma Antigua», señalando la necesidad de borrar todos los pisos y paredes -romper todas las viejas fronteras burocráticas - para poder crear la nueva empresa.

PASO 1: Quite las Fronteras de su Organización

Use el cuadro a continuación para analizar dónde está actualmente y qué debería estar haciendo en el futuro.

<u>Sin fronteras</u> (tipo de frontera a quitar)	<u>Pregunta</u> (con lo que trata la frontera)	<u>Algunos ejemplos</u>	_____
<u>Verticales</u> (Pisos)	¿Qué tan bien hemos quitado las fronteras verticales en nuestra organización?	<ul style="list-style-type: none"> * quitar capas * autonomía * compartir beneficios 	_____
<u>Horizontales</u> (Paredes Internas)	¿Que tan bien hemos quitado las paredes entre los grupos al interior de nuestra empresa (funciones, geográficas, grupos de productos, etc.)?	<ul style="list-style-type: none"> * equipos de funcionalidad cruzada * equipos de proyectos * asociaciones 	_____
<u>Externas</u> (Paredes Externas)	¿Qué tan bien hemos quitado las fronteras entre nuestra empresa y los proveedores, clientes, competidores y otros interesados externos?	<ul style="list-style-type: none"> * alianzas * medidas del cliente * equipos de clientes * entrenamiento del cliente 	_____



PASO 2: Arquitectura Social del Alto Nivel

PASO 3: Involucramiento de toda la Compañía en la Reingeniería

Ahora que se ha rediseñado el alto nivel, es el momento para realizar un esfuerzo de múltiples años para involucrar a cada empleado en la Reingeniería. El nombre dado a este proceso es : "Ponerse a Tono".

El concepto de "Ponerse a Tono" es fluido y adaptable, no es un «programa». Generalmente comienza como una serie de «reuniones de pueblo» programadas con regularidad que reúnen a grandes secciones de una empresa -gente de producción, servicio al cliente, empleados por hora, asalariados, de niveles altos y bajos- gente



que en sus rutinas normales trabaja dentro de cuadros en el organigrama y tiene poco que ver entre sí.

El propósito inicial de estas reuniones es sencillo -quitar las manifestaciones más flagrantes de la burocracia: múltiples aprobaciones, papeleo innecesario, reportes excesivos, rutinas, rituales. Con frecuencia se expresan ideas y opiniones, al principio titubeantes, por parte de personas que nunca antes tuvieron un foro -aparte de la cafetería - para expresarlas. Hemos encontrado que después de un período corto de tiempo, esas ideas comienzan a llegar en torrentes -especialmente cuando la gente ve que se toman acciones en la ideas ya avanzadas.

Con el escritorio bastante limpio de impedimentos y distracciones burocráticas, entonces comienzan las sesiones de "Ponerse a Tono" para focalizarse en las tareas más desafiantes: examinar la miríada de procesos que conforman cada empresa, identificando los cruciales, descartando el resto, y luego encontrando una mejor forma, más rápida y más sencilla de hacer las cosas. Luego, los equipos elevan el nivel de excelencia al probar sus procesos mejorados contra los mejores de la compañía y los mejores de las compañías alrededor del mundo.

PASO 4: Inicio del Esfuerzo de "Ponerse a Tono" -Un Ejemplo

PASO 5: Sistemas de Recursos Humanos para Apoyar Su Visión

Una vez que ha usado "El ponerse a tono" para lograr su visión, es importante cambiar la función de apoyo de los Recursos Humanos. A continuación hay algunas sugerencias:

Funciones de RH Su Organización

¿Que cambios necesita hacer a la función de RH?

a-Selección

c-Requerimientos de Evaluación

b-Desarrollo

d-Recompensas

PASO 6: Reingeniería Continua

Para institucionalizar la visión de su Reingeniería y asegurar el cambio continuo, es necesario convertir a tanta gente como sea posible agentes del cambio. Primero, enviara a la gente a sesiones de "Ponerse a Tono" y ellos comenzarán a Redefinir sus trabajos para cumplir con los desafíos de un ambiente empresarial cambiante. Pero el cambio nunca termina. Usted tiene que entrenar a los líderes para que dirijan sus propias sesiones de "Ponerse a Tono"

Después de varios años de "Ponerse a Tono" y de usar equipos de consultores externos como agentes de cambio, se debe estar lista para desarrollar su propio ejército de agentes de cambio. Comenzando al alto nivel de la organización y descender poco a poco. El resultado final debe ser el Programa de Aceleración del Cambio, o PAC. Como muestra el diagrama a continuación, el PAC es diseñado para acelerar la velocidad del cambio al interior de la empresa.



Marco de Trabajo del Líder de la Transformación
Modelo del cambio

ACTO I: Despertar

- 1. Cómo crear una necesidad de cambio
- 2. Enfrentarse con la resistencia al cambio

ACTO II: Crear una nueva visión

- 3. Desarrollar una visión motivadora
- 4. Lograr el compromiso de los demás con la visión

ACTO III: Reingeniería

- 5. Habilidades para diseño de la organización
- 6. Habilidades para diseño del sistema de recursos humanos

Diseñe Su Proceso de Cambio

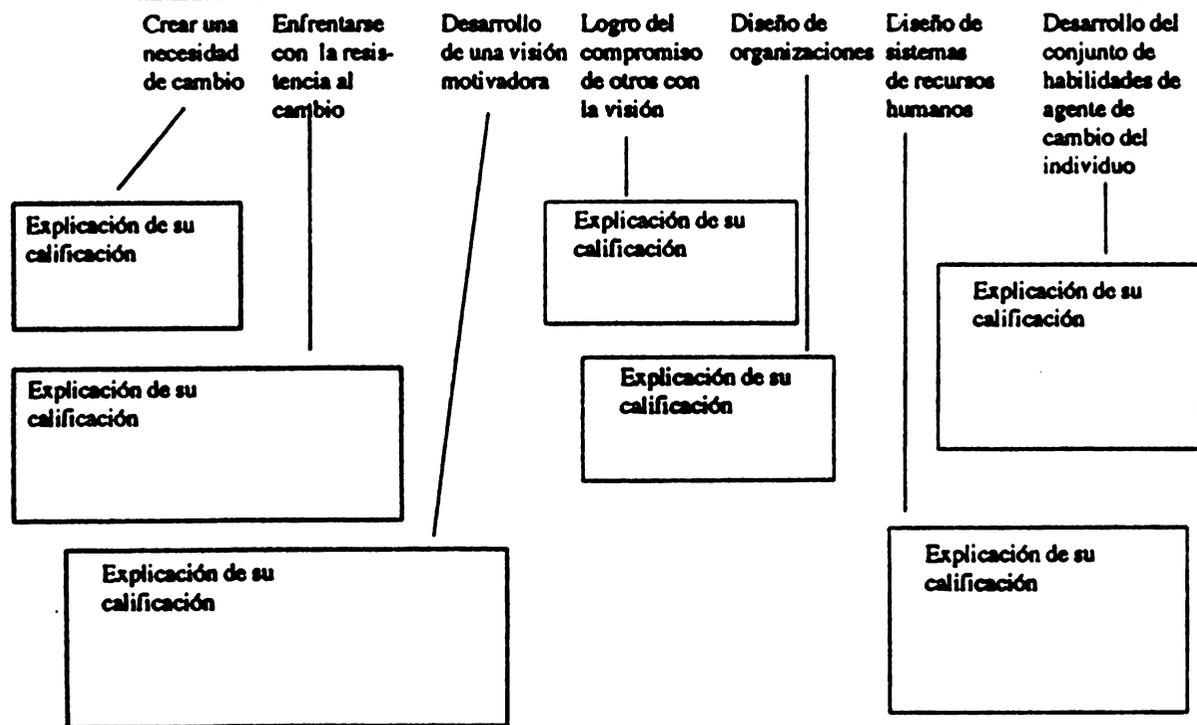
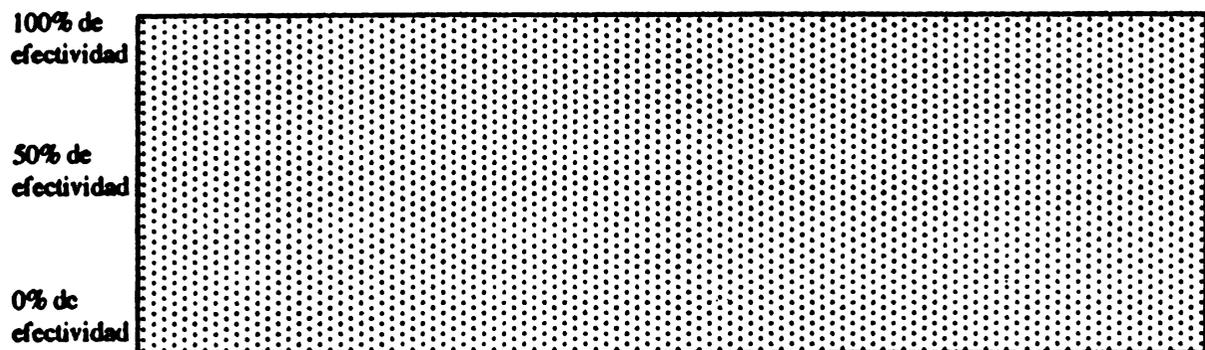
1. Especifique Sus Metas. Describa qué resultado desea.

Forma de pensar	_____
Liderazgo	_____
Equipo de trabajo	_____
Formar redes	_____
Proyectos de cambio	_____

2. Identifique la Tecnología Social que usará en el Proceso.

CUALES BLOQUES DE CONSTRUCCION	DESCRIBA COMO LO USARA
1. Equipo de Alto Liderazgo	_____
2. Cuerpo Docente Experto	_____
3. Rol de Entrenamiento	_____
4. Proceso de Aprendizaje	_____
5. Círculos de Retroalimentación del Aprendizaje	_____
6. Procesos de Compromiso	_____
7. Conceptos: Ideas	_____





Acto I: El despertar

Acto II: Visión

Acto III: Reingeniería



BLOQUES DE CONSTRUCCION	PROYECTOS DE CAMBIO	FORMA DE PENSAR DEL CAMBIO	LIDERAZGO DEL CAMBIO	EQUIPOS DE CAMBIO	REDES DE CAMBIO
Equipo de Alta Dirección: Propiedad del proyecto, selección y patrocinio de los participantes, y completo involucramiento en el proceso de compromiso.	●	○	○	●	○
Cuadro asesores Experto: multidisciplinarios dirigen el proceso.	●	●	●	●	●
Rol de Entrenador: Cada equipo tiene un consultor de proceso, alguien seleccionado y entrenado que entrena al equipo.	●	●	●	●	●
Aprendizaje del Proceso: Actividades constructoras de equipos incluyen «Destino Hacia Afuera», aprender acerca de equipos de alto rendimiento, atención sistemática a la retroalimentación para cada uno.	●	●	●	●	●
Círculos de Retroalimentación del Aprendizaje: Recolección de datos y retroalimentación para los participantes. 1) Encuesta pre-PC (autoevaluación y otras calificaciones de conducta de líder global). 2) Miembros del equipo proporcionan retroalimentación. 3) Entrenadores ofrecen retroalimentación. 4) Otro equipo analiza y retroalimenta datos. 5) Equipo investigador recoge datos y retroalimenta como parte del programa.	●	●	●	●	●
Procesos de Compromiso: A lo largo del PC, los individuos, los equipos y el grupo total usan activa y públicamente los procesos para contraer compromisos de «quién, que y cuándo».	●	○	●	●	●
Conceptos/Ideas: Los docentes del PC presentan a los participantes nuevas herramientas conceptuales que tratan de la estrategia global, mecanismos de operación global, competitividad basada en tiempos, pérdida del proceso, procesos de cambio, y liderazgo.	●	●	●	●	●

Escala de impacto

Poco o sin impacto ○

Impacto moderado ●

Fuerte impacto ●

Ejemplo de PC

FASE I

Iniciando el Cambio

- Diagnostico
- Sistema de Análisis T.P.C.
- Temas del Entorno
- Requerimientos para el Cambio Incremental y Cuántico
- Identificar Integración de Necesidad y Objetivos
- Selección de Proyectos de Cambio

FASE II

Palancas del Cambio

- Liderazgo de la Transformación:
Creación de una Agenda de Cambio
- Eliminar Trabajo y Procesos Empresariales Administrativos Innecesarios
- Análisis de Sistemas de Recursos Humanos
- Destrezas para Consultas del Proceso
- Mapa del Proceso/Reingeniería del Trabajo
- Reportes de Retroalimentación Individual

FASE III

Reingeniería

- Administración de Evaluación de Sistemas de RH
- Resultados de Acciones
- Temas del Liderazgo
- Planificación de Organización

Si plan
use los recuadros abajo
para bosquejar su plan



Cambio Inicial



Palancas del cambio



Reingeniería



Críticas a la Metodología

The Reengineering Handbook
R. Manganelli y M. Klein, 1994

En contraste con la naturaleza positiva de un enfoque sin prejuicios tipo hoja en blanco, la mayoría de nosotros adoptamos un punto de vista pesimista respecto a las metodologías. Hemos usado tantas de ellas para todo tipo de trabajo, y creemos conocerlas bastante bien. Y este conocimiento no nos agrada. Nuestra percepción de las metodologías tiende a ser negativa.

□ Ante todo, vemos restricciones indeseables inherentes a un conjunto de reglas que dictan lo que hay que hacer, cómo lo haremos, y cuándo lo haremos.

□ A continuación, suponemos que las metodologías son inflexibles y que tienen una focalización muy estrecha: tendemos a sentir que nos hacen buscar soluciones o resultados finales con anteojeras puestas. Suponemos que las metodologías siempre encontrarán lo que es obvio desde el principio. No hay aquí ninguna oportunidad de un avance decisivo. Tal vez hasta nos parezca que los autores de una metodología comienzan definiendo los resultados deseados y luego construyen un proceso para llegar a ese fin.

□ Finalmente, y esto es lo más importante, las metodologías se consideran básicamente faltas de imaginación. Como imponen un proceso paso a paso, no hay oportunidad de pensar realmente, y ¿no es ésta la clave para encontrar avances decisivos?

Nuestra filosofía sostiene que este es una idea incorrecta y desafortunada y que en forma injusta menosprecia el valor de la metodología como una herramienta buena y apropiada. Los aspectos negativos que vemos probablemente son resultado de malas experiencias, donde usamos herramientas defectuosas o inapropiadas y obtuvimos los correspondientes resultados. Pero, ni todo es blanco ni todo es negro.

El enfoque positivo de hoja en blanco indiscutiblemente es atractivo, pero sus fallas son fatales. Es atractivo para nuestra necesidad de crear, de innovar y de encontrar las cosas que otros han pasado por alto. Representa ausencia de restricciones, un divorcio de los pensamientos pasados de moda. No mira hacia atrás, sino sólo hacia adelante. Es, *sin embargo, una ilusión*. Es mucho más difícil de lo que parece.

Las ideas, incluso las revolucionarias, no se desarrollan

en el vacío. Nuestro pensamiento (o creatividad, si se prefiere) necesita un marco de referencia. Necesitamos saber qué se está haciendo, o qué se ha hecho, para poder comprender la forma en la que la práctica actual falla.

Además, necesitamos algún tipo de disciplina de manera que podamos ordenar nuestros pensamientos y sacar conclusiones válidas basadas en los hechos. Si nos sentamos frente a nuestra hoja en blanco a esperar que se nos ilumine la mente (que aparezca una idea brillante), es más probable que experimentemos lo que para el analista empresarial equivale al bloque mental del escritor, que consiste en no saber cuándo, dónde, o cómo comenzar a escribir.

La hoja en blanco es más apropiada para el visionario individual. La reingeniería, por otra parte, es una actividad de equipo. El proceso de reingeniería es lo suficientemente difícil como para tener que evaluar y mediar entre las diferencias de múltiples visionarios, persiguiendo posiblemente cada uno visiones personales muy diferentes. Siendo la dinámica de grupo lo que es, una "cabeza visionaria" tenderá a decretar el olvido para las visiones contrarias. Hay una necesidad real de evitar este tipo de tiranía y de cerrar la discusión sobre temas específicos, de manera que el grupo pueda avanzar en forma conjunta. La hoja en blanco, por su propia falta de disciplina y de proceso, no satisface estas necesidades.

A menos que sea deliberadamente estructurado para incluir puntos de verificación específicos y circuitos de retroalimentación, *el enfoque de hoja en blanco es efectivamente incontrolable*. Carece de validación continua de resultados, de la oportunidad de corregir el curso cuando sea necesario. El equipo promotor tiene que aceptar el proceso a ciegas y esperar los resultados finales.

Al mismo tiempo, no todas las metodologías son buenas. La falla está no tanto en la idea de una metodología sino como en la forma en que son construidas y empleadas. Al desarrollar la metodología de Rapid Re, tuvimos en cuenta la definición clásica de metodología: una forma sistemática y claramente definida de lograr un objetivo (la cual puede ser aplicada a una ciencia o a un arte). La metodología "buena" es un mapa del camino que le ayudará a llegar adónde desea ir. No es una descripción de lo que encontrará cuando llegue allá. Esta distinción es crucial para cualquier metodología, particularmente para una diseñada para la reingeniería. El Rapid Re no tiene una idea preconcebida de

cuáles son los avances del proceso, sino en cambio ofrece un proceso para ayudarle al analista a encontrar el cambio radical que ha de ser la diferencia competitiva. Al igual que cualquier buen mapa de caminos, la metodología contiene protecciones incorporadas contra la pérdida de señales claves de referencia y de cometer errores crasos en la oscuridad y confusión de un viraje equivocado. Usted siempre sabrá dónde comenzó, dónde desea llegar, y dónde está en el momento actual.

Una metodología como Rapid Re provoca el pensamiento en lugar de restringir este proceso esencial. En Rapid Re se anima al equipo de reingeniería a que comprenda, piense sobre, y cuestione cosas como:

- Estrategias corporativas y de proceso.
- Expectativas y percepciones de los clientes.
- Aspectos de valor agregado de procesos medulares
- Potencial de cambio radical.
- Defectos de los procesos actuales y el potencial para el cambio radical.
- Visión de lo que puede ser si se satisfacen las expectativas del cliente y se eliminan las deficiencias.
- Oportunidades para la combinación e integración del proceso.
- Aporte de los procesos de apoyo.
- Utilización (efecto multiplicador) de la tecnología para posibilitar el cambio radical.
- Reestructuración organizacional y administración del proyecto.
- Posicionamiento y delegación de autoridad al recurso humano.
- Subvisiones y alternativas de puesta en marcha.

Rapid Re no ofrece *respuestas* para ninguno de estos temas sino más bien ofrece medios o formas de pensar acerca de ellos: cómo desechar limitaciones no importantes y cómo evaluar las oportunidades, cómo ver y comprender (visualizar) la naturaleza y las implicaciones del cambio.

Cualquier buena metodología produce un plan de puesta en marcha o desarrolla un conjunto de consideraciones que impulsarán un plan subsiguiente. Si no se puede describir cómo hacer el cambio (sencillo o radical), éste no sucederá. Ciertamente que la alta gerencia no dará su bendición (léase "financiará") al cambio.

Al final, todo se reduce a justificar el cambio recomendado: lo que se necesita que suceda, por qué tiene que suceder, cómo ocurrirá, qué requerirá (tiempo, recursos, administración, y costo) y la calendarización y cuantificación de resultados tangibles. Sólo una metodología apropiada desarrollará este análisis en tal forma (y en detalle suficientemente organizados) como para convencer a los que toman decisiones de que procedan. El enfoque de hoja en blanco puede sentirse bien intuitivamente, pero eso no basta. La nueva idea brillante puede ser muy

atractiva, pero usualmente requerirá de un acto de fe demasiado grande para que el equipo promotor "apueste a la compañía" y comprometa su puesta en marcha sin el apoyo estructural de una metodología.

Intuición vs. Método

Los partidarios del enfoque positivo de hoja en blanco o método intuitivo en reingeniería creen que el uso irrestricto de la imaginación es el camino hacia los avances decisivos en los procesos. Esquiparamos esto a la búsqueda del Cáliz Sagrado: una visión compulsiva e irresistible, pero que todavía no se ha realizado. Uno sabe lo que desea, pero cómo lograrlo sigue siendo un misterio.

Por llamativo que este ejercicio irrestricto de pensamiento creativo pueda ser, sus limitaciones son severas: apropiado sólo para organizaciones pequeñas y procesos simples, casi imposible de usar como una técnica de equipo, difícil de reproducir ya que carece de proceso y disciplina, sin puntos de verificación para asegurar que se sigan las metas originales, insuficiente detalle para sostener la propuesta original, y sin base para un plan de transición fidedigno y de puesta en marcha. El atractivo del proceso intuitivo es indudable, pero la realidad es otra.

La metodología Rapid Re, en cambio, le asegura un proceso que le guiará en la selección de la mejor ruta en su mapa de caminos, desarrollando la información necesaria para proceder, y proveyendo amplia oportunidad para pensar en lugar de aceptar lo obvio.

Cómo Seleccionar una Metodología

¿Qué es exactamente una metodología?

Dicho en forma sencilla, una metodología es una forma sistemática o claramente definida de lograr un fin. Es también un sistema de orden en el pensamiento o la acción. Cuando describamos las metodologías preparadas específicamente para la RP seremos más específicos. Nuestra definición contiene las especificaciones adicionales de que una metodología exitosa para la RP tiene que:

- Comenzar por el desarrollo de una explicación clara de las metas y estrategias corporativas.
- Considerar la satisfacción del cliente como la fuerza impulsora de estas estrategias y metas.
- Referirse a los procesos empresariales en lugar que a las funciones, y hacer corresponder los procesos con las metas corporativas.
- Identificar los procesos de valor agregado, junto con aquellos procesos de apoyo que contribuyen a ese valor.
- Hacer uso apropiado de técnicas administrativas y herramientas probadas y disponibles para asegurar la

Diez reglas para la Reingeniería

1. -Piensa en grande y a largo Plazo

Lo que le hizo falta al actual Pres. George Bush y que es de vital importancia es tener una "visión" clara antes, durante y después de la reorganización o reelección. Por supuesto, la "visión" tiene muchas versiones, pero el secreto, dice el consultador Michael Beck de James Martin & CO., es tomar el equipo de reingeniería y "ponerse en el año 2000. Ve en el futuro y vuelve a ver atrás.

La aproximación del comportamiento del deseo singular no es una visión. En 1980, por ejemplo, las compañías saltaron en el problema de la "calidad", "lo que sucedió," dice Daniel Reis de Symmetrix, "es un entrenamiento masivo en conceptos generales con personas armadas con muchas herramientas, que son entonces puestos a flote para ver qué elementos encuentran. Similamente, la tecnología puede ser escogida erróneamente.

2. -Envuelve la sima.

Casi todas las organizaciones encuentran que el lugar para comenzar a construir la visión es el CEO. Cuando se emigra a un ambiente de sistemas abiertos, el compromiso es crítico, dice el consultador Richard Schreiber de ATB asociados.

3.-Foco. Foco. Foco.

Es fácil desviarse en el proceso de reingeniería, manteniendo viendo el problema del negocio que se tiene que solucionar. Busca resultados medibles.

"Toma un foco real. Primero escoge el problema que quieres resolver," dice Reis, un usuario actual y ahora consultador. Concéntrate en lo que tu compañía está o no haciendo y en lo que la competencia está haciendo. Él advierte que "Ningún defecto no es una estrategia," "Ten

en la mira cuáles defectos quieres borrar y cómo ganarás mercado compartido como resultado. Si no puedes contestar esas preguntas, puedes enfocarte en qué hacer.

4. Incorpora temprano la Tecnología

En el pasado, la tecnología pudo haber retenido (mantenido) la organización. Ahora, cuando es posible lograr tanto con ella, la tecnología puede facilitar la compañía. El problema está en que la solución técnica va a estar obstruyendo el rediseño de la compañía, o aún peor, sin la participación del grupo de sistemas de información y el jefe. La clave es hacer suposiciones flexibles acerca de la tecnología. "permitiéndote construir lo que sea apropiado," ofrece Beck.

5. Planea, entrena y cruza los brazos.

Introduciendo e integrando el nuevo pensamiento, comportamiento y tecnología significa mantener muchas pelotas en el aire, incluyendo planeamiento no realizado, entrenamiento y consideraciones de personas. Los expertos no tienen las respuestas. Sólo comprenden la enorme de la situación. Este es un cambio cultural mayor. La alternativa es la muerte organizacional.

6. Repensando premios y reconocimientos.

Los recursos humanos y los problemas de incentivo son tan importantes como la tecnología, porque en el pasado a las personas se le pagaba por pensamiento a corto plazo. "Reconoce que no puedes implementar la nueva tecnología al menos que [premios] a las personas diferentemente," dice Beck.

calidad tanto de la información usada como de los "resultados" de la RP.

- Proporcionar lo necesario para el análisis de las operaciones actuales y la identificación de procesos que no tienen valor agregado.
 - Facilitar el desarrollo de visiones de "avanzada" que representen el cambio radical, en lugar del cambio incremental; promover y provocar ideas así como los medios para alcanzar y evaluar estas visiones.
-
- Considerar soluciones en las cuales la delegación de autoridad en el personal y la tecnología sean la base para hacer andar los cambios.
 - Permitir el desarrollo de un proyecto completo para proporcionar información y argumentos convincentes a quienes toman decisiones.
 - Desarrollar un plan de puesta en marcha factible para especificar tareas, recursos y calendarizar eventos, después de la aprobación.

7.- *¿Herramientas o armas escondidas?*

Debido a que la reingeniería pide a las compañías que se salgan de sí mismas, es frecuentemente necesario llamar a un terapeuta. Pero con el proceso de rediseño del negocio, el terapeuta puede ser un consultador de la firma o una herramienta - usualmente programas de computadoras que hace los modelos o delinea las soluciones de reingeniería, pero ya sea que compres una herramienta o contrates a un consultador, estás actualmente obteniendo la experiencia y la atención de la firma en sí misma.

8. -*Apégate a tus estándares.*

Si un proyecto está retrasado, hay una tendencia a relajar el reporte estándar de los usuarios. El gran peligro es que cada sistema termina necesitando dos sistemas de administración para mantenerlo.

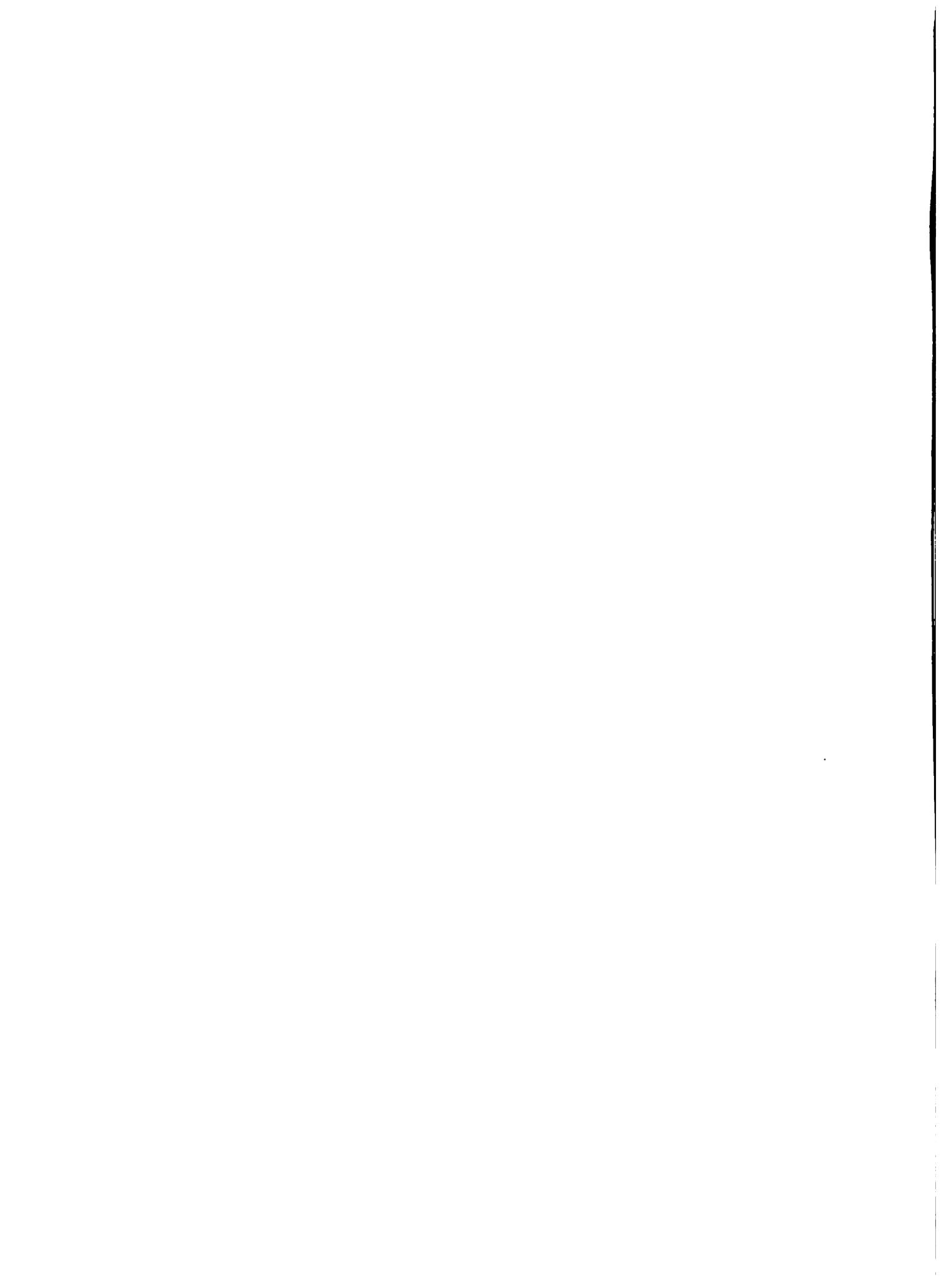
Aquí ayuda UNIX: "La reingeniería se trata de establecer sets de estándares dentro de una organización para que no hagas las mismas cosas 15 veces," dice Schreiber. "UNIX, desde el [departamentos de sistemas de información] punto de vista, estimula el uso de estándares.

9. -*Mantente alerta de los Atajos*

Los atajos que se toman temprano pueden producir efectos contrarios al final o después de la terminación de un proyecto cuando es tiempo de mejorar. El síndrome de los atajos regresa a morderte," advierte un usador. "Puedes querer pagar el precio más adelante."

10. -*Duerme un poco.*

La reingeniería no sucede durante la noche.





XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

Del 23 al 27 de octubre de 1995
San Salvador, El Salvador, C.A.

EL CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DEL CAFE DE ESPECIALIDADES

Por:
Dr. Ted Lingle
USA

San Salvador, octubre de 1995



Nestlé



EL CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DEL CAFE DE ESPECIALIDADES

La industria del café de especialidades en el mercado de los Estados Unidos comenzó hace más de 30 años por un pequeño grupo de personas que se dedicaron a vender café de calidad. La mayoría de estos empresarios se localizaron en el área de la Bahía de San Francisco. Para muchos de ellos era su primera aventura en el mundo del café. En esos tiempos, que era a principios de la década de los 60 su problema más grande era el encontrar una fuente de granos de café de alta calidad.

El café de especialidad que se vendió al inicio fue por país de origen:

Al comienzo, la mayoría del café era vendido por país de origen. El termino, "Café de Especialidad", se derivó del concepto de encontrar cafés que demostraban cualidades únicas en la taza porque eran cultivados en "lugares especiales". Granos de Mocha de Yemen; Java de Sumatra, Celebese de Indonesia, Antigua de Guatemala, Tres Ríos de Costa Rica; Grado AA de Kenia y por supuesto, Supremos de Colombia, todos eran parte de un nuevo mercado que emergía. Los cafés generalmente eran bien elaborados, con la preparación europea convirtiéndose en el standard perseguido. Por el hecho de que los cafés eran vendidos "puros" (sin mezclarse), todos exhibían características particulares en la taza. Los consumidores se complacían de poder reconocer el aroma y sabor de estos "cafés de especialidades".

La rentabilidad de este nuevo mercado fue favorable para su desarrollo. En el transcurso de los primeros 10 años, el café verde de alta calidad podía ser adquirido por debajo de \$1.00 la libra para luego ser vendido con utilidades al consumidor a precios por arriba de \$3.00 la libra. La dificultad para los consumidores era encontrar una tienda que los vendiera.

El tueste oscuro y las mezclas ganan popularidad:

Al crecer la industria, las categorías de productos se expandieron. Los cafés de tueste oscuro se hicieron populares por las compañías como Peet's Coffee en Okland, California y Starbucks Coffee en Seattle, estado de Washington. En 1975 la helada en el Brasil provocó el retorno de la popularidad de las mezclas debido a que los consumidores cambiaron sus hábitos de consumo a consecuencia del incremento en el nivel de precios. Al principio, la industria se encontró con un alta resistencia a los precios. Pero los detallistas mantuvieron su terreno, incrementando los precios al detalle por arriba de \$6.00 la libra continuando así la oferta del mismo nivel de alta calidad. Una vez los consumidores aprendieron que los cafés comerciales también se habían vuelto más caros y a la vez tenían un sabor peor de lo que habían sido anteriormente, retornaron a las tiendas de café de especialidad, y aceptaron que si tomar café sería más caro por lo menos debería ser placentero tomarlo.

El desarrollo del café descafeinado provoca una fuerte aceptación en los consumidores:

Los cafés descafeinados experimentaron un rápido crecimiento a principio de la década de los 80, A raíz del desarrollo del proceso de descafeinado conocido como "Swiss Water" (agua Suiza). Los procesadores alemanes de descafeinado también jugaron un papel muy importante en la expansión del mercado en los Estados Unidos. Parecían poseer un inagotable suministro de café de alta calidad, principalmente colombiano, que ellos podían procesar y vender a precios muy atractivos. La mayoría de personas creyeron que se beneficiaron del doble mercado que resultó de los sistemas de cuota dentro de la Organización Internacional del Café, nunca hubieron reportes oficiales sobre este tema. Bajo el punto de vista del mercado de café de especialidades, fue una fuerte y nueva categoría de producto que se convirtió en una parte importante de las ventas.

Los cafés saborizados se convierten en el segmento del mercado con mayor crecimiento:

Luego de los experimentos realizados por algunos tostadores de especialidad de la Costa Este de los Estados Unidos, principalmente First Colony Coffee en Virginia, los cafés saborizados se convirtieron en un producto apetecido dentro de la categoría de café de especialidad en el período comprendido entre 1984 y 1986. Existieron dos elementos en el desarrollo de la categoría de los saborizados. Primero, la industria necesitaba identificar los sabores que los consumidores sentían que eran compatibles con el sabor del café. Los sabores populares resultaron ser los almendrados, la vainilla y el chocolate y los de frutas principalmente jugosas. La popularidad de los cafés saborizados ayudó a empujar las ventas del café de especialidad dentro del sistema de distribución de los supermercados, el cual se convirtió en el principal canal de distribución del café de especialidad después de 1985/1986. Los cafés saborizados fueron vistos tanto como amigables como competidores por el comercio del café de especialidades. Muchas personas apoyan el concepto de que los cafés saborizados atraen a muchos bebedores a la categoría de café de especialidad, también hay personas que sostienen la idea que los cafés saborizados en realidad desvían un volumen de consumo que la industria podría estar supliendo si se hiciera más énfasis en la venta del café puro sin mezclar y etiquetado conforme su origen.

El café orgánico se gana un posicionamiento en los anaqueles de los detallistas:

La década de los 90 vio emerger los cafés cultivados orgánicamente, los cuales demostraron tener éxito en la industria de los alimentos para la salud. Dentro del comercio del café de especialidades esta categoría fue recibida con mucho excepticismo, ya que el proceso de certificación para alcanzar la etiqueta de orgánicamente cultivado no fue bien comprendida. Sin embargo, existe un fuerte movimiento de los consumidores en el mercado de los Estados Unidos hacia los productos que son amigables con el medio ambiente.

Consecuentemente los productos cultivados orgánicamente de todos los tipos gozan de un pequeño pero creciente seguimiento.

Las variedades se convierten en un elemento de éxito en la venta de café de especialidades:

Para 1999 esperamos que el 25% del mercado del café de especialidades será de café puro sin mezclar, 15% será de mezclas, 30% será de cafés saborizados, 15% descafeinados, 10% de tueste oscuro y 5% cultivado orgánicamente. El café de especialidades debe ser visualizado como una mezcla de diferentes categorías de productos, una mezcla que es dirigida por los consumidores en su inicio. Es una mezcla bien tallada para llenar cientos de miles de pequeños nichos de mercados, dada a todas las combinaciones y permutaciones viables para los detallistas. Un supermercado podrá tener éxito vendiendo un supremo colombiano, mientras otro podrá tener solamente éxito vendiendo un tueste oscuro de supremo colombiano con sabor a nuez. Es importante tomar nota que al consumidor de café de especialidad se le ofrece una tremenda variedad de productos entre los cuales puede escoger. Los consumidores tienden a tener preferencias, sin embargo les gusta experimentar con nuevos productos. La variedad ha sido un elemento crucial en el éxito del café de especialidades de igual manera como lo ha sido la calidad.

Los canales de distribución han crecido y cambiado al desarrollarse la industria:

De igual manera que las categorías de productos, los canales de distribución también pasaron por un proceso evolutivo. Cuando la industria comenzó, virtualmente el único lugar donde se podía adquirir granos de café de alta calidad era en un número muy limitado de pequeñas tiendas de cafés especializados. Mientras estas tiendas se expandieron lentamente, los cafés especializados también se hicieron presentes en un número considerable de "tiendas de alimentos especiales" que se desarrollaron en la década de los setenta. Estos cafés de alta calidad se extendieron en "tiendas

de regalos gourmet" así como en una amplia gama de otros establecimientos de detallistas durante este mismo período.

Los supermercados se convierten en el canal de distribución de mayor volumen:

En la década de los ochenta se observa como la mezcla de productos de café de especialidades se mueve dentro de los canales de distribución de los supermercados. En 1985, impulsados por la enorme popularidad de los cafés saborizados, los supermercados se convierten en los canales de distribución más grandes de toda la categoría, convirtiendo al café de especialidades en un producto más dentro la corriente de los productos de consumo. Los comerciantes de productos masivos agregaron a sus listas de productos líneas de cafés de especialidades. Para 1989, el consumo de cafés de especialidades en el mercado de los Estados Unidos había alcanzado el nivel de dos millones de sacos, equivalente al 20% del consumo hogareño anual de diez millones de sacos, o al 11% del total del consumo de los Estados Unidos de dieciocho millones de sacos.

Los bares de café se convierten en el canal de distribución de más rápido crecimiento:

En la década de los noventa se observa el surgimiento de los "bares de café" como un nuevo canal de distribución del café de especialidades. Para nuestros propósitos definiremos que un "bar de café" es un negocio al detalle donde más del 50% de las ventas brutas son atribuidas a ventas de bebidas de café. Estos canales de distribución se enfocan en brindar una bebida de café especializado a los consumidores cuando están "fuera de sus hogares". Incluye cafés, bares y kioscos sin facilidades de sentarse, y carretones de café espresso. Primordialmente estos detallistas venden el café por tasa. Ellos ofrecen un menú completo de bebidas de café, incluyendo bebidas basadas en el famoso espresso vendidas principalmente como Lattes (café con leche) y cappuccinos así como las nuevas variedades de bebidas frías de café conocidas como Cappuccino

Helado y Granitas.

Los bares de café retan a los vendedores de servicios alimenticios: Hoy día, los bares de café son el canal de distribución de más crecimiento para los cafés de especialidades. Se pronostica que para el año 1999 habrá más de 10,000 centros de venta. Esto contribuirá a proveer una mayor visibilidad a esta categoría de producto, empresas como Starbucks contribuirán a desarrollar altos perfiles de consumidores. Esto ha creado una gran oportunidad para que los cafés de especialidades puedan alcanzar una mayor participación en el mercado total de los Estados Unidos al mostrar un mayor número de consumidores de café. Adicionalmente, estos canales proveen la necesidad de los consumidores que no pueden encontrar una tasa de calidad en el comercio de servicios de alimentos. Mientras los restaurantes tienen el concepto de un producto aceptable de "viejo y diluido" los consumidores tienen un punto de vista totalmente diferente.

Los cafés de especialidades provocan cambios en la industria torrefactora:

El crecimiento de la industria de los cafés de especialidades ha provocado cambios fundamentales en la comunidad de los torrefactores en el mercado de los Estados Unidos. La industria de especialidades está haciendo renacer el comercio de torrefacción en los Estados Unidos.

En un momento de la historia, casi todas las principales ciudades de los Estados Unidos gozaban de la presencia de una o más de las industrias torrefactoras locales. Con la aparición de la publicidad por medio de la televisión, y la distribución por medio de los supermercados en la década de los cincuenta, esto cambió dramáticamente. Durante la década de los sesenta y setenta, se consolidaron tremendamente los negocios de torrefacción de café. Provocado por una férrea competencia de precios para capturar una mayor porción del mercado dentro de las ventas comerciales de café

en los supermercados, Las fusiones y adquisiciones redujeron el número de empresas torrefactoras en los Estados Unidos a aproximadamente 200. Con la adquisición de Hills Bros. por la Nestle en el año de 1987, el 75% de las ventas de café a los supermercados se concentraron en las manos de tres empresas: Folgers, General Foods y Nestle.

Los "Micro-Torrefactores" regeneran el interés de los consumidores en el café:

La tendencia de consolidación coenzó a revertirse por si misma a mediados de la década de los ochenta por medio del crecimiento de los "Micro-Torrefactores". Estos negocios comienzan como pequeños vendedores al detalle, que tuestan café fresco diariamente a petición de sus consumidores. En 1969 existían cerca de veinte de estos negocios. para 1989 este número había crecido a 385. Hoy día estos Micro-Torrefactores están creciendo a relación de 100 por año. Para el año 1999 habrán aproximadamente 1,400 pequeños torrefactores, localizados en virtualmente en cada región populosa en el mercado de los Estados Unidos.

Los "Micro-Torrefactores" influyen en las tendencias de los nuevos productos:

El génesis de la comunidad torrefactora de café tiene tres ramificaciones importantes. Primero, el incremento en el número de empresas torrefactoras de café ayudará al aumento de la demanda en el mercado de los Estados Unidos. Estas empresas están llevando calidad y variedad de café al mercado. Están encontrando agresivamente nuevos consumidores/creando nuevos nichos de mercado. Están fijando la tendencia que al final se convertirán en los productos comunes en los anaqueles de los supermercados. Segundo, están ayudando a construir "un escalonamiento y transparencia" en el comercio de café verde al crear un mercado para los productores de café que esperan recibir un premio por sus cafés separando ciertas variedades y preparándolas con esmero para el mercado. Tercero, por su éxito, los micro-tostadores retornaran algún

balance a la distribución de los segmentos de mercado en los Estados Unidos. En lugar de estar limitado a unas pocas empresas, el volumen de café en los Estados Unidos estará distribuido más uniformemente. Esta tendencia, que comenzó en la década de los noventa continuará por lo menos por un cuarto de siglo.

La industria de café de especialidades apunta hacia un gran auge:
El decir que la industria del café de especialidades "está en auge" es casi una aseveración que se queda corta de lo que es este mercado hoy en día. Durante los últimos 30 años, las ventas de café de especialidades han crecido a una tasa anual de 7 a 10%, duplicándose cada 7 a 10 años. Con el incremento del gasto de la generación llamada "auge natal" (baby boomer) que ha causado un crecimiento económico en el mercado de los Estados Unidos, nosotros esperamos un más rápido crecimiento de las ventas de café de especialidades, especialmente si los precios de café se mantienen lo suficientemente altos como para retribuir a los productores por sus entregas de café de calidad en el mercado.

La industria está en buenas condiciones porque los elementos fundamentales están bien. Primero, el enfoque está en la calidad del producto. Muchos en la industria están apasionados con su trabajo. El encontrar cafés inusuales de buena calidad y ofrecer éstos a sus consumidores está brindando un sentido de orgullo a los empresarios. Segundo, el consumidor está recibiendo un gran valor particularmente en la escala superior de precios. El consumidor ahora está reconociendo el café en su posicionamiento justo como la bebida mundial que ocupa el segundo lugar en cuanto a precio más bajo, donde el costo es medido en centavos por taza y por consiguiente la única medida del valor del producto es la calidad. Tercero y más importante, los negocios dentro del sector del café de especialidades son rentables. A los niveles de precios donde son vendidos los cafés de especialidades en el mercado detallista, hay suficiente espacio para todos en los canales de distribución, desde el productor al detallista para que obtengan ganancias. La

utilidades son como el combustible que impulsan al motor que provee el poder necesario para ampliar el mercado.

La Era de los "mercados masivos" ceden ante la Era de los "nichos de mercado":

El crecimiento de la industria de los cafés de especialidades también puede ser atribuido a cambios fundamentales en el mercado. Primero, la era de los mercados masivos está cediendo ante los nichos de mercado. Luego de la II guerra mundial la mayoría de los bienes y servicios estaban con una escasa oferta, incluyendo al café el cual fue racionado durante la guerra. En este periodo de mercados masivos, la clave del éxito consistía en ser capaz de producir en forma masiva los bienes y servicios para llenar el insaciable flujo demandado por el mercado. Como resultado los niveles de calidad declinaron. Los productos se juzgaban como aceptables o inaceptables, y el concepto de bueno no era considerado.

Eventualmente el flujo llena las necesidades del mercado. Las estadísticas cafeteras nos demuestran que esto ocurre en el mercado de Estados Unidos en 1962, alcanzandose el más alto nivel de consumo. Al llenarse las necesidades los bienes y servicios se encuentran en condiciones de sobreoferta. La venta de productos se vuelve más difícil. La industria del café cae víctima de su creencia al considerar que bajar los precios era la solución. A la larga, satisfacer al consumidor fue la solución. El mercadeo de nichos, haciendo encajar el producto adecuado al consumidor específico, se convirtió en la solución para mover los productos a lo largo de una línea de distribución llena. Los buenos productos se convirtieron en lo central para la venta y ofrecer lo mejor era la meta. Este cambio creo naturalmente un lugar para la industria de café de especialidades.

El café de especialidades se beneficia de los cambios en los estilos de vida de los consumidores:

El otro cambio que se ha dado en el mercado que ha beneficiado al café de especialidades es la tendencia hacia un estilo de vida más saludable. El mercado de los Estados Unidos está experimentando un movimiento a tener mejores dietas, menor uso de alcohol y tabaco, y buscando más tiempo para hacer ejercicio. A pesar de todo el abuso que ha soportado el café de la profesión médica durante los últimos 10 años, los consumidores todavía visualizan un café como un producto alimenticio natural y saludable. Los consumidores están abandonando los bares del vecindario y descubriendo los bares de cafés locales, los cuales se están convirtiendo en los nuevos ojos de agua de reunión social de la década de los noventa. Como una sociedad los norteamericanos están volviendo a realizar negocios, y el café es la bebida del lugar de trabajo.

El crecimiento de La Asociación Americana del Café de Especialidades refleja el crecimiento de la industria:

El crecimiento de la Asociación Americana del Café de Especialidades ha sido paralelo al crecimiento de la industria del Café de Especialidades. La Asociación fue fundada en 1982 con 33 miembros. Para 1986, había crecido a 150 miembros y en ese momento la Asociación empleaba a una empresa de administración para que manejara la Asociación. En 1990, nuestra membresía se duplicó a 350 miembros y habíamos realizado nuestras primeras tres conferencias anuales. En 1991, fui contratado a tiempo completo como un miembro del staff tomando a mi cargo las operaciones de la Asociación. Hoy, tenemos más de 2,000 miembros, convirtiéndonos en la Asociación de Café más grande en los Estados Unidos, con un staff a tiempo completo de 6 personas y un presupuesto anual que sobrepasa los 2.5 millones de dólares al año.

El papel de la Asociación Americana de Café de Especialidades como una asociación de mercadeo y ventas:

Fundamentalmente, nos visualizamos como una asociación de mercadeo y ventas. Nuestro trabajo es ayudar a nuestros miembros a que sus ventas crezcan. Para nosotros, todos los individuos en el sector de la industria de café de especialidades, desde el productor extranjero hasta el detallista local del café, es un miembro potencial de nuestra asociación, con todos los privilegios de poder votar. Dada esta diversidad de nuestra membresía, nosotros sentimos que proveemos mucho conocimiento a los problemas profundos del creciente mercado.

La responsabilidad de la Asociación Americana del Café de Especialidades con los productores como "socios de mercadeo":

Primero, nosotros visualizamos a los productores de café como unos socios de mercado. Por consiguiente, parte de nuestra responsabilidad hacia los miembros productores es trabajar hacia niveles de precios remunerativos para que puedan incrementar su producción de cafés de alta calidad. Como retribución, nosotros esperamos que nuestros socios productores trabajen con nosotros para asegurar los tipos y calidades de producto que satisfagan nuestro mercado. En esta área, estamos buscando desarrollar una fuerte relación de trabajo con las asociaciones industriales fuera de los Estados Unidos, que tengan un interés (e historia) de entregar productos de café de calidad a sus consumidores. Nosotros creemos que necesitamos demostrar a los productores que existe un mercado internacional amplio que le retribuirá el compromiso que adquiera de producir café de calidad.

La responsabilidad de la Asociación Americana del Café de Especialidades de educar a los consumidores:

Tercero visualizamos el entrenamiento de nuestros miembros, y la educación de nuestros consumidores, como un elemento esencial de nuestro éxito. Con respecto a nuestros miembros, focalizamos la necesidad de tres habilidades básicas necesarias en el segmento de

los tostadores/detallistas: Catación, torrefacción y preparación. Para nuestros consumidores, nos centramos en dos conceptos esenciales necesarios para crear una taza perfecta: La producción de café es intensiva en el uso de mano de obra, por consiguiente hay que comprar buenos granos; la preparación del café es intensiva en capital, por consiguiente hay que comprar buen equipo de preparación.

La oportunidad de la Asociación Americana del Café de Especialidades de promover el consumo del café:

Cuarto, nosotros visualizamos que nuestro papel principal es de promover el consumo de café de calidad en el mercado de los Estados Unidos. Para desarrollar este papel, tenemos tres estrategias básicas. Numero uno - estamos educando a los detallistas sobre el trabajo que toma el producir café de calidad para que comprendan su valor y transfieran estos conocimientos a sus consumidores. Numero dos - estamos dando a conocer a los consumidores el valor real del café como la bebida mundial que ocupa el segundo lugar de precio bajo, como el néctar de estimulación psicológica y fisiológica y la bebida más sociable del mundo. Numero tres - estamos promoviendo la calidad de café en dos frentes: Mejores granos y mejor bebida. Calidad para nosotros quiere decir granos manejados con esmero y bebidas apropiadamente preparadas.

La industria del Café de Especialidades anticipa un brillante futuro:

Como un grupo de mercado y venta, estamos muy optimista sobre el futuro. Nosotros creemos que es razonable esperar que el sector de especialidades crecerá y se convertirá en el catalizador del cambio al retorno del alto consumo de café alcanzado en 1962 con una población de bebedores del 74.7% consumiendo 4.36 tazas por día. Nosotros también visualizamos nuestro futuro como un mercado que piensa que una buena preparación de café en términos de 40 tazas por libra y no 120 como están siendo promovidas por un torrefactor nacional. Lo único que desconocemos en nuestro pronostico es el

tiempo que nos tomará recapturar el mercado. En parte esto depende de que tanto apoyo recibamos del sector comercial. El éxito en el largo plazo de la industria del café requerirá un fuerte mercadeo, no solo en el sector de especialidades, sino también en el segmento de los cafés solubles y comerciales.

El papel de la Asociación Americana del Café de Especialidades como un socio en el mercadeo:

El éxito del movimiento del café de especialidades, no solo en los Estados Unidos sino en el mundo entero, está directamente atado al éxito de nuestros socios productores. Si ustedes no toman pasos para continuar produciendo cafés de una calidad excepcional, ultimadamente perderemos el apoyo de nuestros consumidores. Nosotros queremos que los productores de café de El Salvador reconozcan que el consumidor del café de especialidades puede apreciar y degustar la alta calidad que proviene de:

1. Las condiciones de cultivo de estricta altura
2. El cultivo de las viejas variedades de Typica y Borbón
3. Cultivado bajo sombra
4. Con máximo uso de fertilizantes y pesticidas naturales
5. Lavados
6. Secados al sol y acondicionados antes de ser almacenados
7. Administrado directamente por los productores

Nosotros queremos que ustedes comprendan que sabemos que estas condiciones generan mayores costos de producción y por consiguiente ustedes necesitan recibir un premio por estos cafés de alta calidad. Por consiguiente, parte de nuestra responsabilidad para con los miembros productores es trabajar para que obtengan niveles de precios remunerativos para que ustedes se vean motivados a incrementar su producción de café de alta calidad. A cambio nosotros esperamos que nuestros socios productores trabajen junto con nosotros para asegurar que los tipos y calidades producidos sean los correctos para nuestro mercado.

También deseamos que ustedes sepan que reconocemos que ustedes deben de hacer un compromiso de largo plazo cuando invierten en sus fincas de café. Transcurren muchos años antes de que ustedes puedan obtener una cosecha considerable de sus árboles. Por consiguiente nosotros debemos visualizar nuestro éxito de la misma manera a largo plazo, medido en términos de buenos márgenes de utilidad y crecimiento sostenido. Reconocemos que solamente podremos gozar de buenos márgenes si en forma consistente entregamos productos de café de calidad a nuestros consumidores. También reconocemos que un crecimiento sostenido solo puede ser alcanzado compartiendo los buenos márgenes con nuestros socios productores para que seamos justamente retribuidos por el valor agregado por los cafés de especialidades que ellos producen para satisfacer las demandas de nuestros consumidores.

Como nuestros socios en el desarrollo del segmento de mercado de café de especialidades creemos que hay ciertos puntos de vista que el Consejo Salvadoreño del Café puede asumir para beneficiar directamente a los productores de café de El Salvador, primero, deben reconocer que ustedes son uno de los pocos países en el mundo que son capaces de producir café de buena calidad, de arábigo lavado en un volumen considerable. Ustedes comienzan con buen café y conforme ascendemos en altura en las montañas tiene mejor sabor. En las elevaciones de mayor altura en unas regiones especiales para el desarrollo ustedes producen uno de los mejores cafés del mundo. "Bueno-Mejor-Superior" esa es la verdadera historia del cultivo de café en El Salvador. Es una historia vieja pero una que necesita ser repetida a todos los nuevos torrefactores a fin de que conozcan del potencial de su producto. No se puede decir tan a menudo y nadie lo puede decir por ustedes.

Segundo, ustedes también tienen que reconocer que los cafés que ustedes típicamente producen de buena calidad de arábica lavado, están en escasa oferta. Por razones que nadie puede explicar, el mercado de café parece moverse en dirección opuesta a los

fundamentales del mercado. Esto cambiará. Es la década de 1990, y ahora las necesidades de sus productores coinciden con el negocio de los productos de especialidades. Los productores debiesen estar recibiendo precios más altos y no precios bajos. Su camino al éxito está en el mantenimiento de sus calidades y al mismo tiempo mejorando su mercadeo.

Hay mucho que el Consejo Salvadoreño del Café puede hacer para asistir a los productores tanto en el mantenimiento de la calidad como en el mejoramiento de su mercadeo. Como un socio importante, la Asociación Americana del Café de Especialidades está ansiosa y dispuesta a ayudarles a realizar esto. Para mantener la calidad nosotros creemos que ustedes saben lo que necesitan hacer -porque ustedes lo han estado haciendo por más de cien años- pero les recomendaríamos revisar con nosotros de vez en cuando que tan bien lo están haciendo. Para mejorar su mercadeo, debiesen de volver a lo básico- con ayuda profesional utilizada donde sea necesario.

La ayuda profesional quiere decir una tan sola cosa: Salir y hablar con los consumidores, descubrir que es lo que necesitan, y luego cambiar para satisfacer esas necesidades. De la década de 1990 en adelante, con los productos de especialidades en nichos de mercado, los negocios de éxito incluyendo el café serán guiados por el consumidor y no por los productos. El cambio es esencial, y ustedes necesitan de alguien que les ayude a estar en contacto y a tono con el mercado.

Volver a las bases quiere decir visualizar los cuatro elementos del mercadeo a través de los ojos de su consumidor. Por ejemplo si ustedes se entrevistan con el segmento tostador detallista de los miembros de la Asociación Americana del Café de Especialidades pueden obtener las siguientes sugerencias:

1. PRODUCTO Crear diferencias mercadiables para el consumidor del café de especialidades a través de la identificación

de marcas de origen embarcadas de las distintas regiones de El Salvador.

2. **PRECIO** Crear un sistema de subasta como la de los productores del Este de Africa para las ventas de exportación del café de los grados especiales para que los importadores de los Estados Unidos conozcan como acceder los mejores cafés producidos en El Salvador, y donde las ofertas más altas provean a los productores un premio directo por el éxito de sus esfuerzos.

3. **EMPAQUE** Crear sacos más pequeños y decorativos que puedan servir como mostradores de venta en las tiendas torrefactoras detallistas; pues son más fáciles de almacenar y manipular y llaman la atención de los consumidores hacia sus cafés finos.

4. **PROMOCION** Crear materiales para el punto de compra que puedan ser utilizados en las tiendas detallistas que construyan un reconocimiento e interés del consumidor en la calidad del café cultivado en El Salvador. El consumidor de café gourmet está ansioso de conocer más acerca de los cafés cultivados en su país, pero los dueños de las tiendas detallistas necesitan de su ayuda para dar a conocer su historia.

Estos cambios son difíciles para el agricultor individual en El Salvador pero pueden ser realizados si la Asociación Americana del Café de Especialidades y el Consejo Salvadoreño del Café trabajan juntos. Necesitamos trabajar juntos como socios de mercadeo. Nosotros creemos que nuestra conferencia anual en el que ustedes estarán demostrando sus cafés nuevamente el próximo año es un buen lugar para comenzar estas actividades de mercadeo.

OPTIMISMO SOBRE EL FUTURO

Como ustedes pueden ver, nosotros visualizamos el futuro del café, nuestro futuro, con mucho optimismo. Nosotros esperamos que los

productores de café de El Salvador compartan este mismo optimismo. Los cafés de El Salvador jugaron un papel muy prominente en el mercado de café de los Estados Unidos, y creemos que nuevamente volverán a ser ampliamente reconocidos por su amplia calidad y oferta. Ahora que el consumidor de café en los Estados Unidos se le ha dado la oportunidad de escoger, ellos se moverán hacia los cafés de calidad, y los cafés de El Salvador deben ser parte de esta nueva dirección.

Es un ajuste natural: Una alta población; altos ingresos per cápitas; un menor consumo de café por persona. El mercado de los Estados Unidos está listo para un cambio. A través de ofrecer a los consumidores calidad y variedad con conocimiento de mercado, el segmento de café de especialidades se convertirá en el más grande del mercado de café en los Estados Unidos. El éxito del sector de café de especialidades conllevará al incremento de los diferenciales de precios pagados a los productores de cafés de alta calidad. Esto a cambio resultará en un incremento de los márgenes del comercio del café de especialidades, quienes a cambio continuarán pagando precios más altos a los productores cuyos cafés les ha brindado el éxito.

MUCHAS GRACIAS.

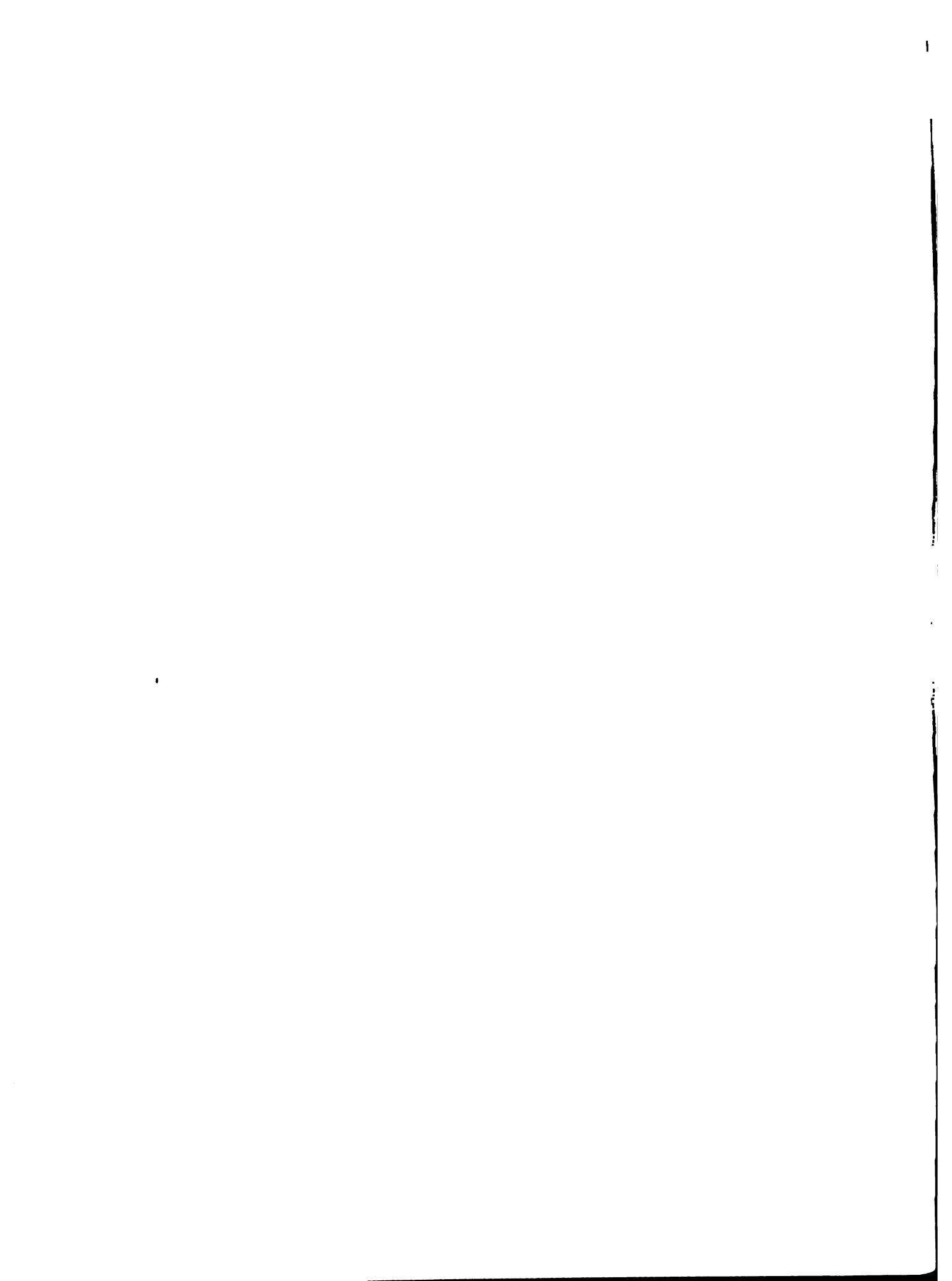
XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

*****REENFOQUE DEL CONTROL DE CALIDAD
Y SU VISION DE LARGO PLAZO EN EL MERCADO INTERNACIONAL.*****

Por:

Sr. José Tejada Jiménez
Asesor en Café y Té de NESTLE R&D
Center INC, Ohio- U.S.A
El Salvador.

San Salvador, octubre de 1995



REENFOQUE DEL CONTROL DE CALIDAD Y SU VISION DE LARGO PLAZO EN EL MERCADO INTERNACIONAL

Señoras y Señores:

Durante los próximos 15 minutos les mostraré un panorama actual y breve de la industria del café, bajo el punto de vista de los procesadores de alimentos y los tostadores. Explicaré como algunos segmentos de la industria ven el futuro del negocio del café de especialidades y como la industria propone hacer frente a los nuevos retos de las otras bebidas en el futuro.

El mensaje de mi presentación sugiere que para adaptarse a la tendencia de los nuevos gustos y para contrarrestar la disminución en el consumo mundial; los esfuerzos de Control de Calidad del productor deberían tomar en consideración la diversidad de percepciones de sabores en el mundo, las costumbres, los hábitos en el consumo y los requisitos de calidad de los productos.

Algunos de los temas que deberían preocupar a todo aquel que ama y quiere proteger la industria del café son:

- El cambio en los hábitos de consumo**
- La rivalidad de otras bebidas - té, jugos, etc. - y la lucha del café por lograr un mayor segmento del mercado del consumo de bebidas.**
- La creación de nuevos mercados. (Europa Oriental y China).**
- La expansión del mercado gourmet - ¿cómo podemos transferir los beneficios de este mercado al mercado tradicional - Existe un nivel de saturación en el mercado?.**

Sin embargo, se cree que el fortalecimiento de la economía mundial y el incremento de ingresos por persona, no contrarrestará la caída del consumo de café en el futuro cercano (salvo que la caída de los precios continúe). Porque el incremento de los precios del café al nivel de ventas al detalle después de las heladas del Brasil fueron aproximadamente 10 veces más alto de los incrementos de salarios por persona en el mundo industrial.

Se estima que el aumento del 10% en nivel de precios al consumidor, se traduce a una reducción en el consumo en un 2-3%. Por otra parte, la actual reducción en el precio del café y el efecto de bajos precios al consumidor final, no ha sido uniforme en todos los países importadores, pues han afectado negativamente el consumo de CEE, Alemania y Estados Unidos.

La demanda interna en algunos países productores se espera que también baje en 1995, debido a una tendencia de altos precios internamente y externamente, lo cual fomenta las exportaciones sacrificándose el consumo interno; no obstante la demanda en Asia y en la región del Pacífico se ha mantenido mejor de lo pronosticado, debido a un alza en el consumo japonés.

¿Qué le está pasando al consumo del Café?

En los Estados Unidos, el mercado más grande del mundo, los consumidores corren por un Capuchino cuando salen a cenar, pero parece ser que ya no están tomando café en su casa. De acuerdo con las investigaciones de Media Mark Research de Nueva York, el segmento del mercado de adultos que consumen café en su casa en los últimos 6 meses se ha reducido en los últimos 8 años.

En 1994 el 75% de los adultos mayores de 18 años consumían café de una manera normal en su casa, este porcentaje se ha reducido al compararlo con el 83% reportado en 1985. Inclusive la cantidad de adultos entre los 18 y 24 años de edad que tomaban cualquier clase

de café en su casa ha bajado si se compara el 64% reportado en 1994 con un 71% en 1985, a pesar de lo anterior se cree de que son estas las personas que están dando lugar al renacimiento del consumo del café. Los americanos cuando toman café en su casa, lo prefieren molido y empacado.

La descomposición actual en el consumo de café en casa en los Estados Unidos, es de:
(Tabla 4)

55%	Molido Empacado
11%	Café Grano
24%	Café Instantáneo regular
10%	Café Instantáneo con Sabores

Observemos como es el consumo actual del café. Aunque se puede tener dudas sobre estos datos, tenemos que reconocer que hay una tendencia de reducción del consumo; es importante ver la caída en el consumo de café soluble para este país de un 32% de participación en 1974 se reduce a 13% en 1993 (Ver tabla 5), consecuentemente los valores del mismo han decrecido (Tabla 6). Llama la atención que este porcentaje es sostenido en su mayor parte por los adultos mayores de 60, ¿Qué pasa con la juventud? (Ver tabla 7 y 8).

Sin embargo, habrá que reconocer que el único tipo de café que está creciendo es el de café especializado, pero no sabemos cuando es que llegará a su nivel de saturación, tal como se mostró en la tabla 3.

Lo anterior nos demuestra, que no hay que descuidar el mercado tradicional y que todos tenemos que luchar para regresar a lo que sabemos hacer mejor, y eso es producir el mejor café verde y productos industriales del café para que podamos recapturar el segmento de mercado de café dentro del mercado de los productos líquidos.

Todos sabemos que esto no es fácil, puesto que el café tiene una competencia dura por parte de las bebidas carbonadas, los jugos, té, agua y muchos más productos líquidos.

Ustedes conocen el lado positivo, y es que existen diferentes y renovadas formas que están siendo promocionadas constantemente por los tostadores y procesadores de alimentos para estimular el consumo del café, que hacen frente a la competencia a las otras bebidas.

Los productos frente a ustedes representan una fracción de una gran gama de productos que están siendo desarrollados y ofrecidos en el mercado.

En Europa, junto al incremento en el café orgánico, se ofrece al mercado productos de café que son naturalmente purificados (con extra suavidad), para consumidores con estómagos irritables¹. Estos cafés etiquetados como otros suaves preparación europea, ahora son ofrecidos también en los Estados Unidos de Norte América. El café utilizado para este proceso es generalmente 100% preparación europea colombiano.

Con respecto al desarrollo del negocio del café en el Oriente, ahora se utiliza generalmente café soluble. Por ejemplo, los grandes tostadores multinacionales en China, tienen la intención de promover el cultivo del café para poder adquirir una autosuficiencia en términos de cantidad y calidad. Ellos dependen de las exportaciones de arábicas lavadas para mejorar la calidad de la porción de los suaves chinos en las mezclas. Además se necesita de la producción de café robusta vietnamita para suplir el uso de café robustas chinos.

Se espera que en China durante los próximos 5 a 7 años la dependencia de café importado va a disminuir. No obstante, en Corea del Sur, el consumo de café soluble continúa creciendo, por otro lado el incremento en el precio de café verde del año pasado ha hecho que cambie la tendencia altista. Sin embargo, en el largo plazo, los grandes tostadores se

¹/Through a Reduction of EMETIC Compounds.

mantienen muy optimistas en el creciente potencial de este mercado.

En el presente es difícil visualizar que efecto tendrá este desarrollo para Centro América; dejaré esto a su imaginación.

La pregunta podría ser "¿Que nuevo papel pueden jugar los productores en el esfuerzo de recapturar al consumidor final, para tomar ventaja de este creciente segmento del comercio?"

Si bien es cierto que el segmento del café está creciendo, hemos escuchado quejas de varios sectores, del tradicional y el especial así como del comercio sobre un deterioro en la calidad de los cafés centroamericanos en los años recientes. Ellos se quejan de tazas planas y granos pequeños, esto en un tiempo en el que el mercado de especialidades está creciendo rápidamente junto a una demanda creciente para cafés de alta calidad.

Centro América a pesar de los esfuerzos, por lo general no logra la calidad en las producciones llamadas Café Gourmet, por el hecho de que los productores y exportadores parecen estar reduciendo costos en el procesamiento seco y húmedo. Esto combinado con una pobre calidad y mantenimiento de los árboles está produciendo grandes incrementos en la cantidad de café de calidad mediocre. El comercio de especializados siente que este problema no puede ser resuelto simplemente con altas promociones por medio de brochures, camisetas, etc.

La palabra "especialidades" debe y tiene que significar una excelente y alta calidad de café tradicionalmente producida y con historias exóticas e interesantes, no una producción mecánica, ni un producto masivamente producido.

Si existe algún mensaje que se le puede dar a los productores es, que la Asociación de Café Especializado y otros sectores interesados del sector comercial en general en el negocio del café quieren, necesitan promover, y cuando es apropiado, pagar las cantidades necesarias

en premios por el café que sea cultivado y procesado cuidadosamente. Como todos saben la Asociación de Café Especializado y algunos tostadores están receptivos y ansiosos de ofrecer sus opiniones y evaluaciones de lo que está ocurriendo y de lo que los consumidores quieren.

Básicamente el mensaje enfático que se recibe del sector comercial del café es que reconocen la situación difícil que algunos países centroamericanos tendrán en el futuro. Para resolver esta situación opinan que deberían de volver a plantar en cuanto sea posible el café tipo bourbon bajo sombra, con el máximo uso de fertilizantes y pesticidas naturales, procesando el café cuidadosamente bajo el proceso de fermentación (no despulpado bajo de agua, método aqua pulpa) lavado con esmero, secado al sol y acondicionado apropiadamente antes de embarcarlo. Los productores y exportadores no tienen que olvidar el uso de estrictos controles de calidad a la par de una buena administración de sus beneficios y plantaciones.

América Central tiene que decidir pronto entre producir masivamente un café común y barato o tratar de producir cuando sea posible un café de alta calidad con más potencial de ganancias, si Centro América no decide esto puede quedar atrás en la producción futura del café fino en el mundo.

En el tema de las nuevas variedades de árboles de café, nosotros los tostadores valoramos estas variedades al evaluar la calidad de la taza. Nosotros no decimos que la calidad de la taza es mala todo el tiempo, sin embargo, los perfiles de los sabores han sido erráticos y diferentes.

Algunos de los principales países productores de suaves claramente han incrementado sus esfuerzos para mejorar la apariencia física de sus cafés dirigidos para el sector de especialidades. Una combinación de café secado cuidadosamente en el patio y/o intensivamente seleccionado en máquinas electrónicas así como la selección manual son a la larga responsables de una creciente disponibilidad de granos de café verde casi perfectos

con respecto a defectos, así como de uniformidad en el tamaño y color.

De acuerdo a muchos comerciantes especiales en la industria y operadores en la industria de servicios de alimentos, se ha vuelto más frustrante recibir muestras y embarques de café que se ven verdaderamente significativos, pero al catarse demuestran una seria falta en la profundidad de carácter y perfil de sabor.

Justamente los productores de café arábigo de África y América Latina difícilmente se resisten a sembrar estas nuevas variedades botánicas que prometen altos rendimientos y mayor resistencia a enfermedades y costos de mantenimiento más bajos.

Sin embargo, a la luz de estos hechos, la mayoría de los productores de café y exportadores no están adecuadamente equipados o entrenados para catar lo que ellos producen, o no están siempre conocedores de las demandas del segmento comercial de los consumidores, los productores han sido grandemente dependientes de las garantías dadas a ellos por los centros de investigación y extensión de sus respectivos gobiernos que afirman que estas nuevas variedades no tienen un impacto negativo en la calidad de la catación. Pero la realidad es que los gobiernos y las fundaciones de investigación probablemente no pueden aceptar que han afectado adversamente en algunos casos la deseada calidad en la catación, a pesar de las ventajas que ellos proveen a los productores en su esfuerzo de combatir las plagas y enfermedades, estas variedades parecen ser grandemente responsables del deterioro general en el perfil de sabor que actualmente afecta el mercado del café.

Por estas razones es crucial motivar a los productores que les gustaría vender al sector creciente y lucrativo de café especial gourmet y al comercio selectivo, ha estar más atentos e involucrados de cuales son sus distintos consumidores potenciales y que es lo que esperan; y de ser posible sembrar las variedades de árboles de cafés que producirán lo que satisfaga a estos consumidores.

Después de todo el sector del mercado de especialidades, no tiene razón de ser si no puede ofrecer a sus consumidores con un valor agregado un sabor verdaderamente distintivo, para el cual ellos hasta hoy han estado dispuestos a pagar un precio considerablemente alto.

Tomando el riesgo de ser repetitivo, el sector de especialidades continúa creciendo y madurando, la mayoría del comercio está también buscando formas de estimular el consumo y de competir con otras bebidas. Por consiguiente en el futuro será más importante asegurarse que nosotros como tostadores e importadores que tostamos y vendemos , ya sea gourmet o productos de café corriente mejorado, es que el café sea verdaderamente superior en todos los aspectos particularmente en lo referente a sabor.

Al transcurrir el tiempo será una ventaja en especial para los productores de café hacer todo lo que esté en su poder para mejorar la calidad de la taza. Los consumidores se están volviendo más educados con respecto a la conciencia de calidad y no sólo están interesados en un perfil de sabor específico, sino que también están muy interesados en las condiciones sociales y ecológicas que afectan a los países productores. Como ustedes pueden ver, este nuevo consumidor educado en el futuro próximo no sólo se le venderá a través de los medios y la publicidad. Ellos ahora estarán dispuestos a pagar un precio más alto por lo que demandan, y si no lo tienen buscarán hasta que lo encuentre. La competencia es férrea y muy fácilmente podemos continuar perdiendo clientes ante las otras bebidas. No permitamos que esto suceda. Afrontemos estos retos juntos.

Muchas gracias por su atención.

Tabla 1
Pronóstico de consumo - Escenario base
 (en millones de sacos equivalentes a café verde)

	1993	1994	1995
Países Importadores	73.6	68.9	68.1
Unión Europea	34.5	32.1	31.6
Alemania	10.2	9.6	9.5
Francia	5.2	4.5	4.3
Italia	4.6	4.3	4.2
Reino Unido	2.2	2.0	2.0
Holanda	2.6	2.5	2.5
España	2.8	2.6	2.6
Suecia	1.6	1.5	1.5
Europa del este	4.6	4.2	4.2
Estados Unidos	18.4	17.1	16.8
Asia y Pacífico	9.5	9.1	9.3
Japón	5.8	5.6	5.8
Productores	20.8	20.5	20.3
Total (1)	94.4	89.4	88.4

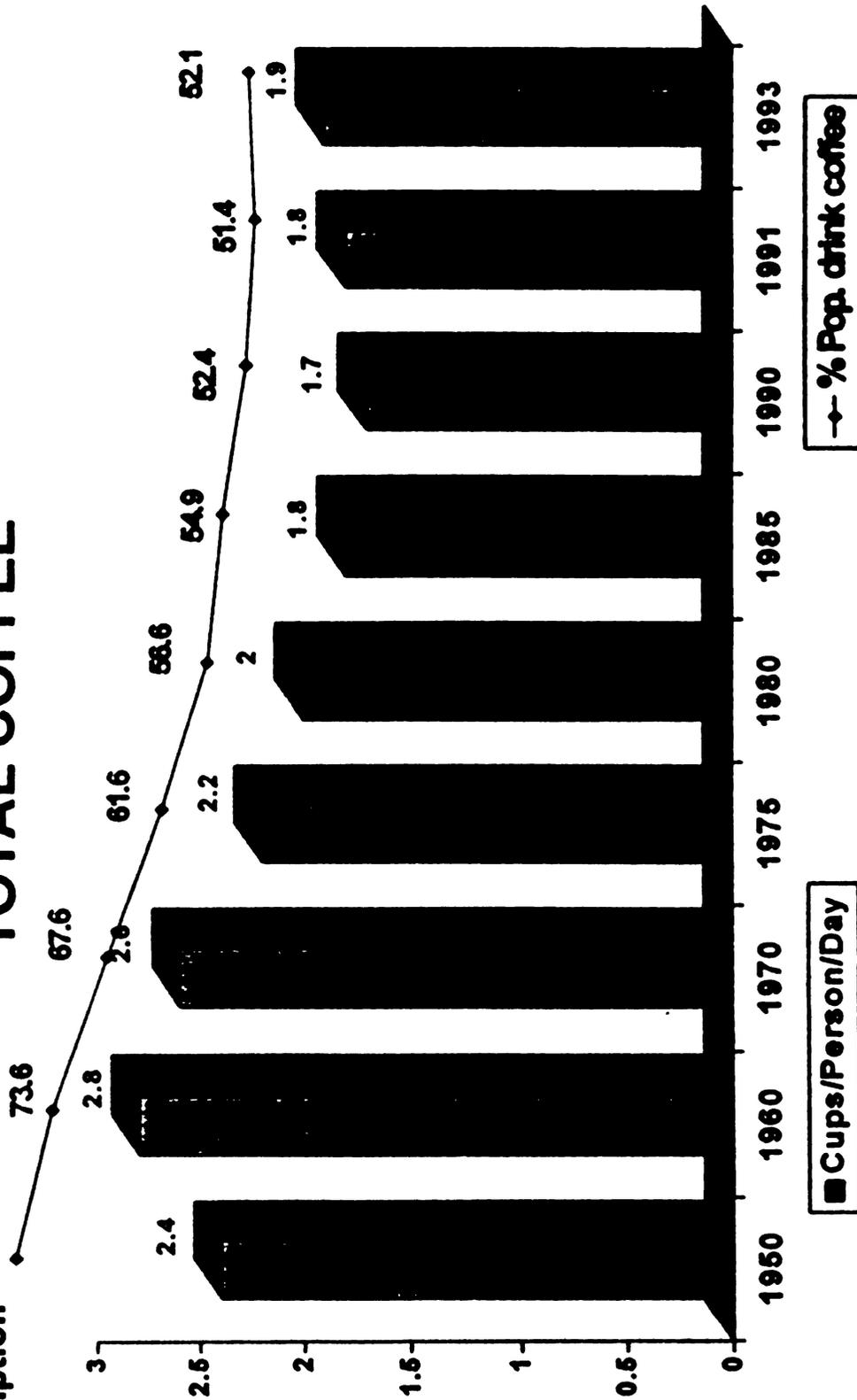
(1) *Este total incluye países no mencionados.*

TABLA 2

COFFEE TRENDS

INDUSTRY OVERVIEW TOTAL COFFEE

Penetration and Per Capita Consumption 77.4



Source: 1993 U.S. Winter Coffee Drinking Study
(Note: 1992 data not available)

Fewer people drinking coffee today:

- The percentage of U.S. consumers drinking coffee has declined 25.3 percentage points over the last thirty years.
- As the percentage of drinkers has declined, daily per capita consumption numbers have also declined as well.

COFFEE TRENDS

Size of Market

Total Market Value of the Coffee Industry

(1993)



Category Descriptions
Soluble: Pure soluble coffee.
Soluble Mixes: Instant flavored coffee mixes.
Roast & Ground: Pure ground coffee.
Specialty/Gourmet: Whole bean varieties and flavored.

ROAST & GROUND
54%
\$2.2 Billion
(-2.6% vs Y/A)

Total Market = \$4.1 Billion

(Source: The Maxwell Consumer Report; Brand LTPs)

- Ground coffee remains the predominant form of coffee in the U.S. representing 54% of the category value.
- Soluble coffee represents only 19% of the category value and continues to decline.
- The two growing coffee segments are: Soluble Mixes (including GF International Coffee and Instant Cappuccinos) up about 5% in 1993, and Specialty/Gourmet up 10%.

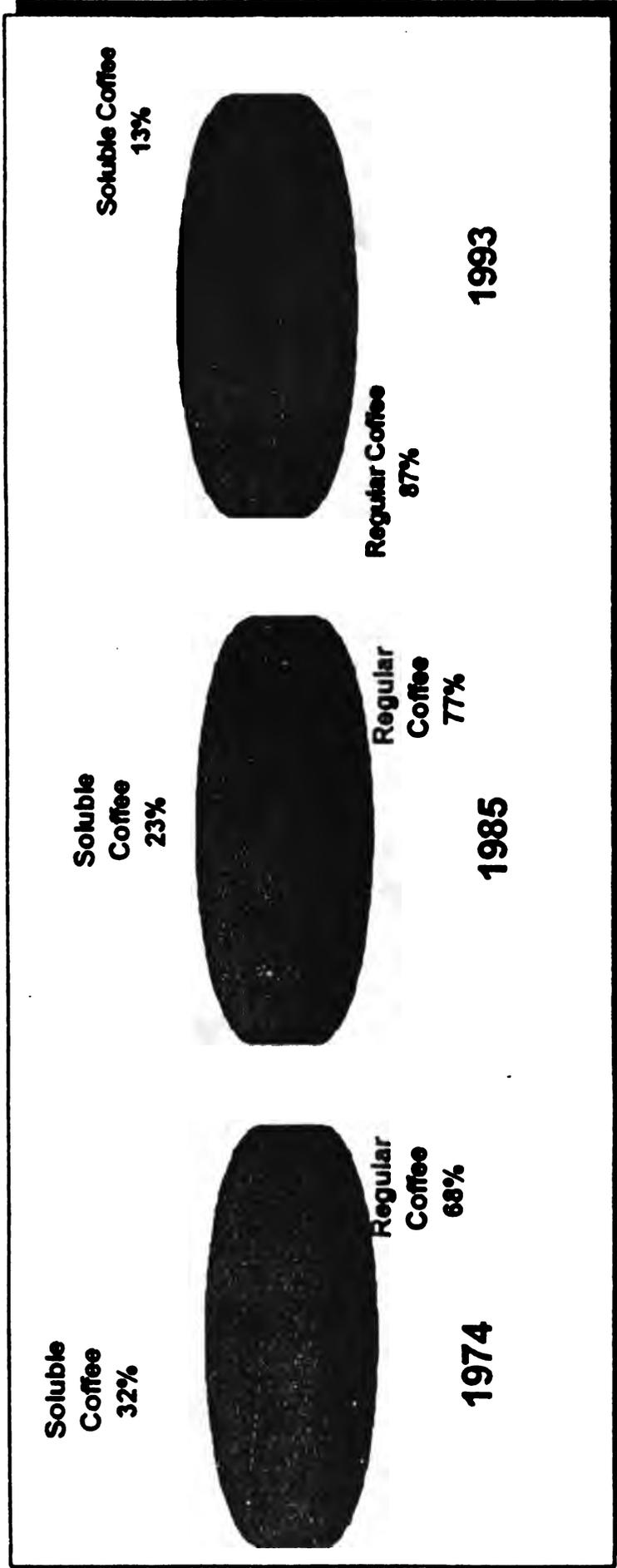
TABLA 4

**DESCOMPOSICION ACTUAL EN EL CONSUMO DE CAFE EN CASA
EN LOS ESTADOS UNIDOS**

55‡	Molido Empacado
11‡	Café Grano
24‡	Café Instantáneo Regular
10‡	Café Instantáneo con Sabores

COFFEE TRENDS (Soluble)

Share of Total Coffee Consumption

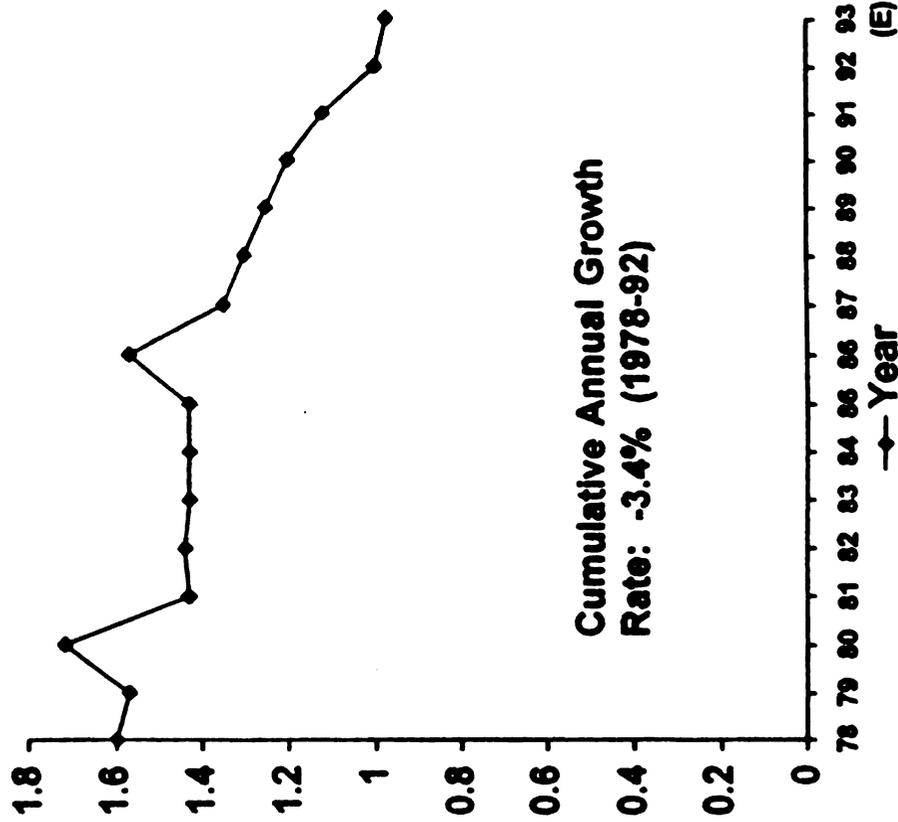


- Soluble coffee's share of total coffee consumption has been steadily eroding.
- Today, soluble coffee represents only 13% of all coffee consumed both at and away from home.

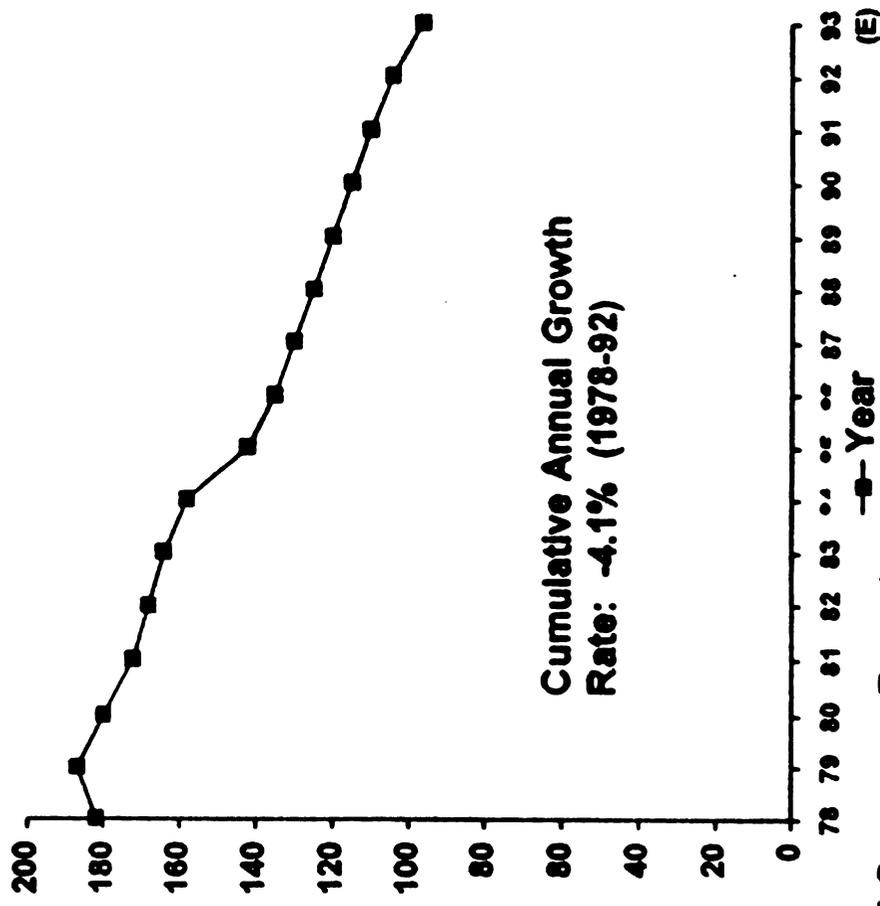
TABLA 6

Soluble Coffee Trends Market Value and Volume

U.S. Soluble Market Dollar Value (\$B)



U.S. Soluble Market Pounds (Millions)

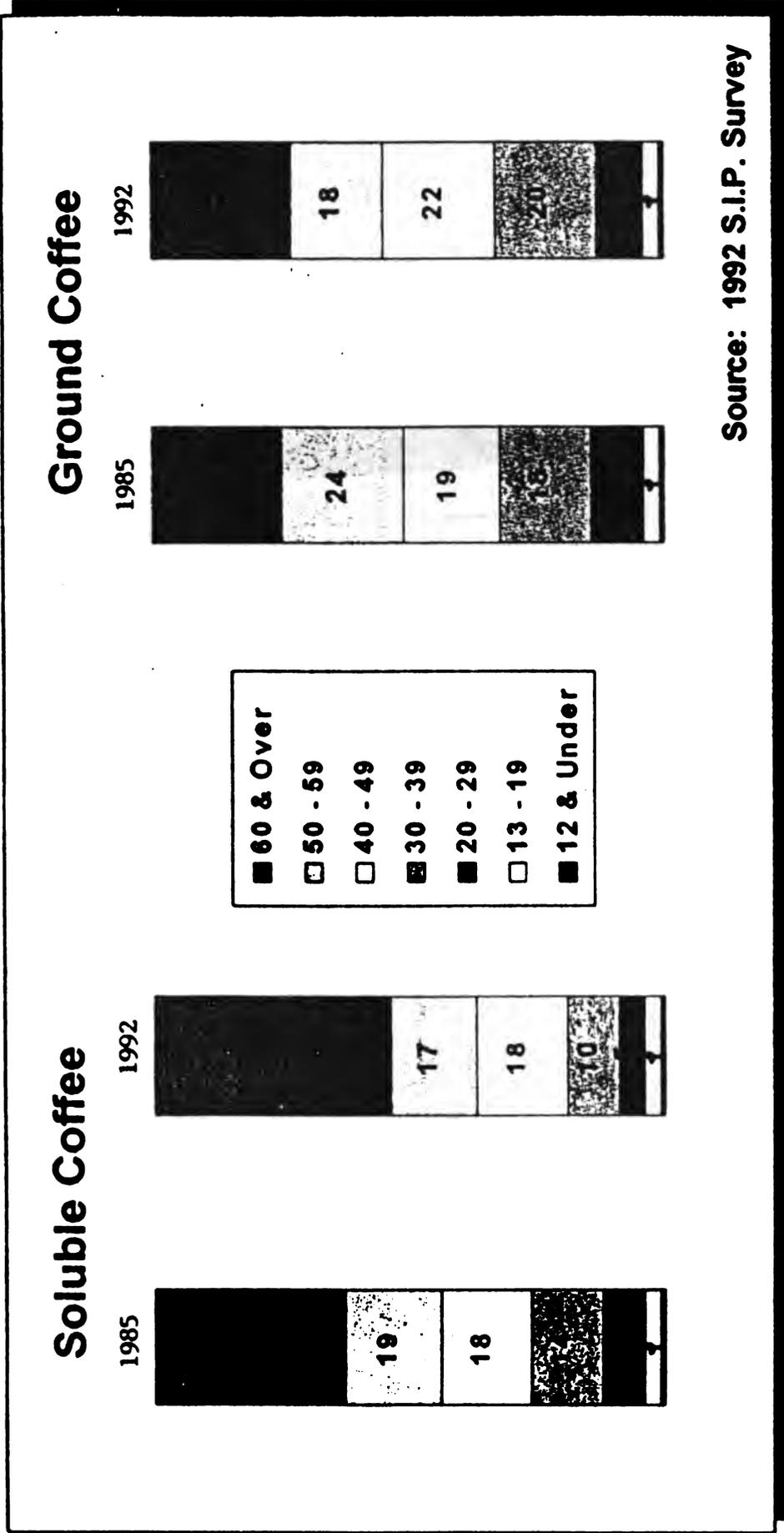


Source: 1992 Maxwell Consumer Report

- Consumption of soluble coffee has consistently declined since 1978.
- Total 1992 dollar value for the U.S. soluble segment was \$1.0 billion, 62% of the 1968 value.
- Total 1992 pounds sold were 104 million, 52% of 1968 value.

Soluble Coffee Trends

Source of Volume by Age Group

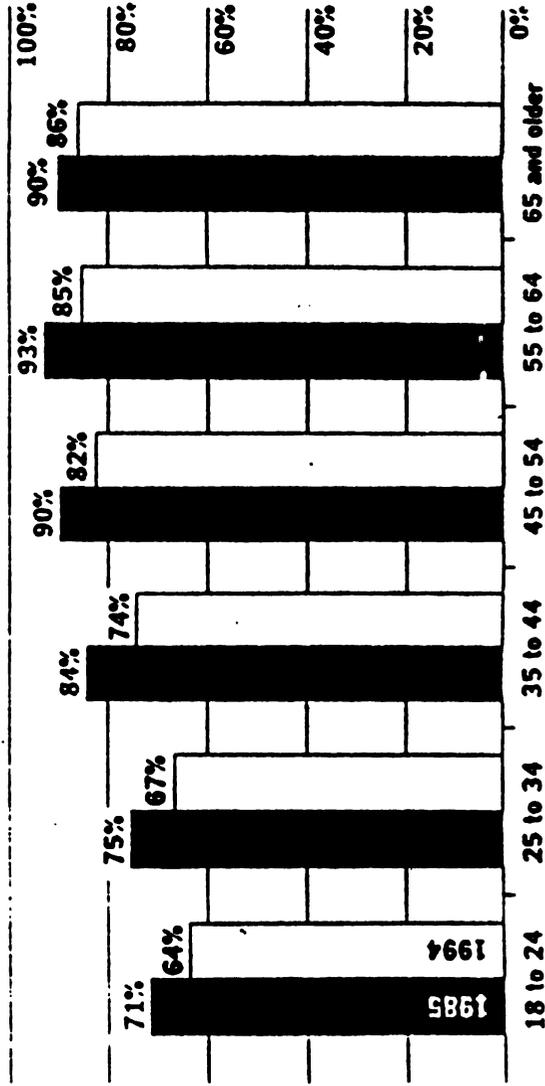


Source: 1992 S.I.P. Survey

- The consumer profile of soluble coffee drinkers is aging, whereas it remains even over time for ground coffee drinkers, indicating that new users are not being brought into the soluble category.
- 63% of total 1992 soluble coffee volume was consumed by adults aged 50 and older (up from 56% in 1985).
- By comparison, 45% of total 1992 ground coffee volume was consumed by adults age 50 and older (down from 49% in 1985).

Wake-Up Call for Coffee

Home consumption of coffee has declined among all age groups.
 (percent of adults aged 18 and older who drank any coffee at home in the past six months,
 by age, 1985 and 1994)



Source: Mediamark Research, New York, NY

XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

DEL 23 AL 27 DE OCTUBRE DE 1995



Fijación de Carbono y diversidad biológica en el agroecosistema cafetero.

Por:

Luis A. Fournier O.
Profesor Emérito, Universidad de Costa Rica.
Miembro de la Academia Nacional de Ciencias.



San Salvador, octubre de 1995

FIJACION DE CARBONO Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN EL AGROECOSISTEMA CAFETERO¹

Por Luis A. Fournier O.²

Tanto en el ámbito centroamericano como mundial se promueve la idea del desarrollo sostenible como la meta hacia la cual debe marchar la humanidad en su lucha por la supervivencia, en armonía con la naturaleza (ANDERSON, 1993; CARRIZOSA, 1987; COSTA RICA, COS/COS/94/003-DHS, 1994; FOURNIER, 1993; 1994a, 1994b; GLIGO, 1990). Sin embargo, las actividades agropecuarias, por su propia naturaleza, modifican los ecosistemas naturales para ser convertidos en agroecosistemas, cuya productividad se orienta hacia el suministro de uno o varios bienes o servicios de importancia económica. Estas alteraciones producen cambios notables en la diversidad biológica, el microclima y en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (FOURNIER, 1993).

El agroecosistema cafetero, no es una excepción a la regla, y el establecimiento y desarrollo de un cafetal produce en el sitio cambios drásticos en las condiciones naturales; por lo que es necesario tomar medidas que garanticen una adecuada productividad sostenible del sistema (COMPART, 1990; FOURNIER, 1980; 1986; 1993). Los efectos no sólo se manifiestan en el sitio propiamente dicho, sino que el mantenimiento de la plantación afecta también lugares aledaños, por el arrastre de residuos de productos agroquímicos en aguas superficiales o bien por infiltración en acuíferos subterráneos (COMPART, 1990; FOURNIER, 1993; COLDBACH Y ALPÍZAR, 1992). Todo esto muestra la necesidad de enmarcar la actividad cafetera en un contexto ecológico, de tal suerte que el funcionamiento de estos agroecosistemas tengan el mínimo efecto negativo sobre el sitio y sus alrededores.

No obstante todo esto, recientemente se ha mostrado que los agroecosistemas cafeteros, debidamente operados, no sólo no producen mayor daño al ambiente, sino que pueden contribuir a reducir el efecto negativo del exceso de bióxido de carbono en la atmósfera; así como al mantenimiento de cierto grado de diversidad biológica asociada a la plantación (FOURNIER, 1994C; WILLE, 1994).

Con base en estos antecedentes, en el presente trabajo se analiza el potencial de fijación de bióxido de carbono de los varios agroecosistemas cafeteros y la contribución de estos sistemas al mantenimiento de la diversidad biológica.

¹ Conferencia presentada en el XVII Simposio de Caficultura Latinoamericana. San Salvador, Octubre 1995.

² Profesor Emérito, Universidad de Costa Rica. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica.

El problema del exceso de bióxido de carbono (CO₂) en la Atmósfera Terrestre.

La tierra es habitable debido a que la atmósfera tiene un contenido de CO₂ de 300 ppm, nivel que se ha alcanzado después de 3,400 millones de años de evolución de los organismos fotosintéticos (BEADLE et al, 1985). En condiciones naturales la atmósfera continuará recibiendo CO₂ de la actividad volcánica y de las fuentes hidrotermales, de tal suerte que con la tasa actual de liberación natural de ese gas, el contenido atmosférico de carbono se duplicaría en 0,4 millones de años. Pero en los últimos 100 años la concentración global de CO₂ ha aumentado a 340 ppm y se espera que se duplique en uno o dos siglos. Este aumento no sólo tiene efecto sobre el calentamiento global del planeta y sus consecuencias sobre el clima, sino que también puede producir alteraciones en la productividad de las plantas y sobre la diversidad biológica de los ecosistemas, incluyendo los de las regiones tropicales (BAZZAZ Y FAJER, 1992; DIETER Y HERGT, 1990; FERNANDEZ, 1994; KORMONDY, 1989; RADULOVICH, 1988). La tasa de emisión de CO₂ y la de fijación del exceso de este gas en los varios "depósitos naturales" (vegetación, océanos, rocas) determinan el cambio neto de su concentración en la atmósfera. La vegetación terrestre y los detritus orgánicos del suelo constituyen componentes muy importantes del ciclo del carbono (Figura 1), tanto en su magnitud como en la escala del tiempo y en la tasa de retorno (BAZZAZ y FAJER, 1992; LARCHER, 1984).

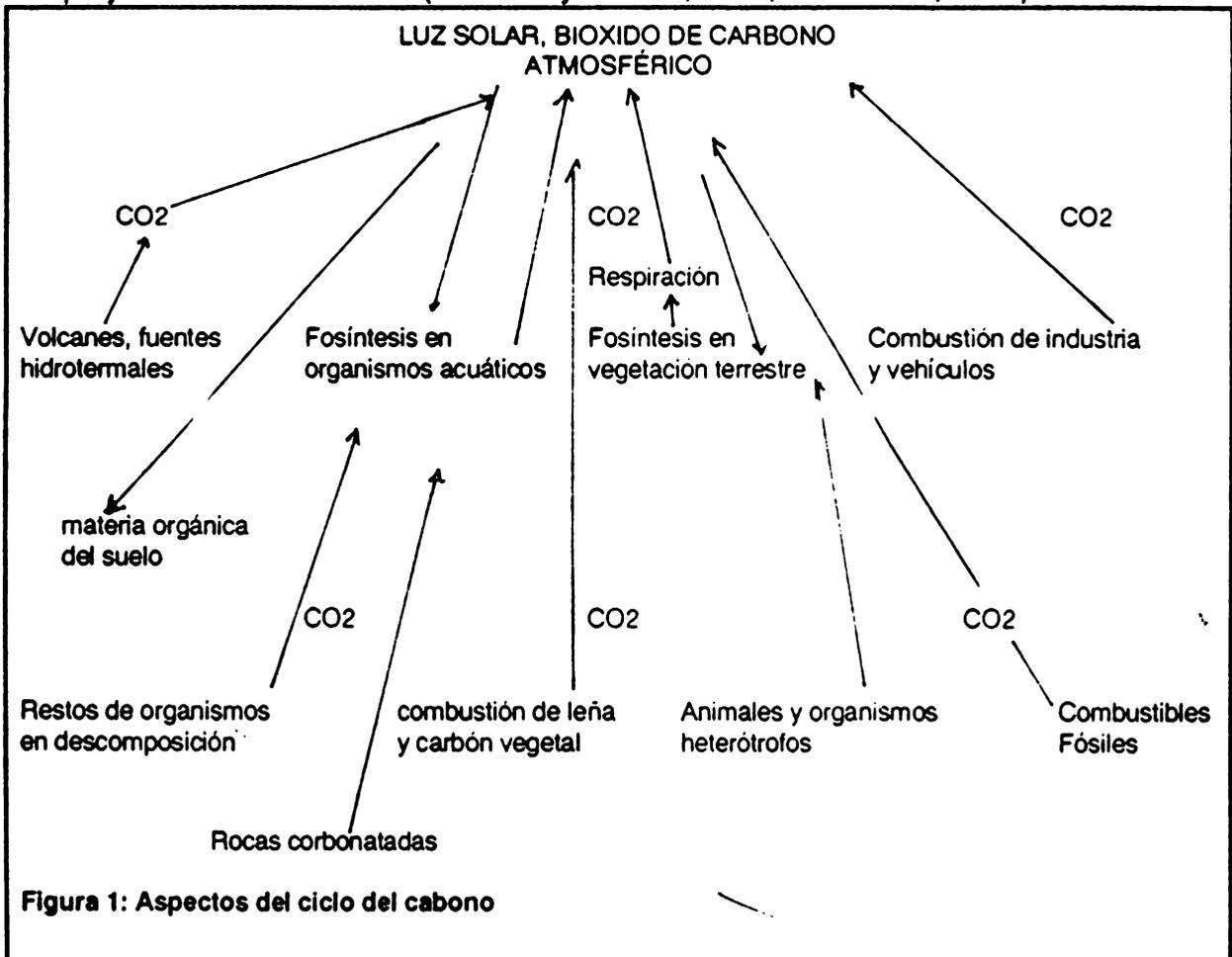


Figura 1: Aspectos del ciclo del carbono

Un aumento en el contenido de CO₂ atmosférico puede producir en las plantas, entre otras cosas, un incremento en la tasa de fotosíntesis neta, lo cual en apariencia parecería favorable para la productividad de algunas especies, pero la respuesta no es igual en todos los organismos fotosintéticos y entonces se podrían producir serias alteraciones en el equilibrio ecológico de los ecosistemas (BAZZAZ y FAJER 1992). Es bueno recordar, que la entrada de CO₂ viene a representar un costo hídrico para la planta, ya que por cada molécula de este gas que entra por los estomas se pierde entre 100 y 400 moléculas de agua. Mayores detalles sobre el efecto de un exceso de CO₂ sobre el metabolismo de diferentes especies de plantas, puede consultarse en los trabajos de BAZZAZ y FAJER, 1992, OVERPECK et. al, 1991 y SALISBURY y ROSS, 1992.

La preocupación actual por el exceso de CO₂ atmosférico ha motivado tanto a científicos como ambientalistas a plantear la necesidad de mantener la mayor cantidad de áreas naturales, en particular bosques, como una forma de fortalecer la captura y retención del exceso de carbono producido por las diversas actividades del hombre (ANDERSON, 1993; BRAVO, 1995; LA PRENSA LIBRE, 1995).

El Agroecosistema Productor de Café.

La Figura 2 representa un esquema general de la estructura básica y de la forma de operar de un agroecosistema. En este diagrama se muestra que hay una relación de flujo de energía entre los varios componentes del sistema, que se han denominado: "suministros primarios", "suministros secundarios", "complejo regulador" y el "complejo de operación". Esto permite aprovechar los factores y elementos del ambiente, que son favorables, completarlos y en conjunto amortiguar el efecto de las "restricciones externas". Como resultado de esta compleja interacción física, química y biológica, se genera en el agroecosistema un producto final que se aporta al sistema económico (FOURNIER, 1980, 1993; CARVAJAL, 1984; ROJAS, 1987).

Según FOURNIER (1980), en la evolución del agroecosistema cafetero se han presentado, por lo menos, tres modelos básicos de producción.

- a. Cafetal con exceso de sombra y varios estratos arbóreos, con diversas especies de sombra, maderables y frutales. También se incluyen en este sistema las musáceas.
- b. Cafetal con sombra regulada, en especial con árboles de *Inga spp.* y *Erytrina spp.*
- c. Cafetal a plena exposición solar y con labores intensas de cultivo y de fertilización.

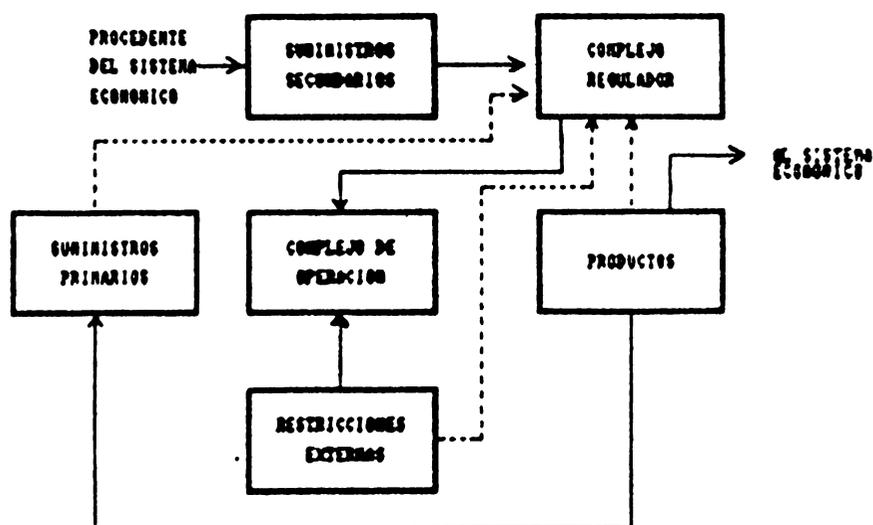


Figura 2. Modelo General de un ecosistema artificial

Suministros Primarios		Suministros Secundarios	Restricciones Externas	Regulación	Operación
CLIMA	SUELOS				
Radiación	Textura	Hombre	Contaminantes	Cultivo	Organismo
Temperatura	Estructura	Maquinas	Enfermedades	Nutrimientos	Genética
Precipitación	Humdedad	Energía	Plagas	Pesticidas	Fenología
Evaporación	Nutrimientos	Riego	Malas yerbas	Conservacion de suelos	Fisiología
Viento Gases	Ph	Fertilizantes			Productos Cosecha Restos

En los trabajos de FOURNIER (1980), ALPIZAR (1988) y ROJAS (1987) se ofrece mayor información sobre la estructura, operación, ventajas y limitaciones de cada uno de estos tres modelos de agroecosistema. En términos generales se puede afirmar que el costo energético, procedente del sistema económico, es mucho mayor en el modelo C que en el A, mientras que el modelo B ocupa un lugar intermedio entre éstos.

Basado en un análisis ecológico, económico y agronómico, FOURNIER (198) concluye que con la información disponible en la literatura, el modelo B, o sea el de sombra regulada, parece ser la alternativa más recomendable para la producción de café, por lo menos para las condiciones del área mesoamericana. Por su parte, WILLE (1994) llega a conclusiones similares para las condiciones de Guatemala y El Salvador. En términos generales se aduce que este tipo de cafetal es un sistema agroforestal, que además de producir café genera otros bienes y servicios tales como: madera, leña, forraje, frutos, abrigo y sustento a la fauna salvaje; y que además de proteger el suelo contra la erosión, favorece los ciclos de nutrientes minerales y en muchos casos la fijación del nitrógeno atmosférico.

El agroecosistema cafetero y su contribución al control del exceso de bióxido de carbono atmosférico.

En páginas anteriores se ha mostrado que el cafetal en que se combinan los cafetos con otras especies leñosas, formando así varios estratos arbóreos, es la mejor opción desde el punto de vista agroecológico y económico. Además de los varios aspectos favorables que se han mencionado para este agroecosistema es importante mencionar que este es también, como se mostrará a continuación, el modelo que mas promete como fijador de bióxido de carbono.

ALPIZAR OSES (1988) en una revisión sobre la productividad, composición florística, estructura y ecofisiología de este tipo de agroecosistema cafetero encontró que por lo menos 32 especies arborescentes son las mas frecuentes en estas plantaciones combinadas con los cafetos. Indica este autor que la productividad y la biomasa en pie de estos agroecosistemas varía mucho de una región a otra, lo que depende en buena parte de las condiciones climáticas y edáficas del sitio, así como del manejo que se haga del sistema.

En el Cuadro 1 se presenta una muestra de la composición y biomasa de algunos de estos agroecosistemas:

CUADRO 1
Ejemplo de Algunos Agroecosistemas Cafeteros
de Costa Rica

Autor	Lugar	Sistema	Plantas/ha		Materia seca t/ha	Biomasa* en pie t/ha
			Cafetos	Sombra		
BEER y GLOVER, 1993	La Suiza Turrialba	Café+Poró 3 podas/año	3922	245	17.8	160.2
		Café+Poró+ Laurel	3509	697	16.1	144.9
RUSSO, 1983	CATIE Turrialba	Café+Poró 1 poda/año	4300	280	22.7	204.3
		Café+Poró 2 poda/año	4300	280	13.7	123.3
ALPIZAR et. al	CATIE Turrialba	Café+Poró 2 poda/año	5000	555	20.0	180.0
		Café+Laurel	5000	185	5.7	48.3

* Con base a los cálculos de RUSSO y FOURNIER, 1984. Se incluye además la biomasa radicular considerada como un 10% de la aérea.

Poró: *Erythrina poeppigiana*

Laurel: *Cordia alliodora*

Por su parte RUSSO y FOURNIER (1984) en un cafetal de Ciudad Colón, Costa Rica, sombreado con *Erythrina peoppigiana* en crecimiento libre en número de 90 árboles y con una densidad de cafetos de 5000 por hectárea, obtuvieron los resultados que se indican en el cuadro 2.

CUADRO 2
Biomasa y Carbono acumulado en los varios componentes
de un sistema agroforestal de Café sombreado con Poró, en
Ciudad Colón, Costa Rica

COMPONENTES	BIOMASA t/ha	Carbono acumulado t*
PORO		
Parte aérea	52.5	21.0
Raíces	8.0	3.2
Total	60.5	24.2
CAFE		
Parte Aérea	21.0	8.4
Raíces	3.0	1.2
Total	24.0	9.6
Total de biomasa y de carbono en las plantas	84.5	33.8
Hojarasca	10.0	4.0
Materia orgánica entre 0-40 cm de profundidad en el suelo.	277.10**	160.72
Total de carbono en el Sistema.		198.52

* Como un 40% de la materia seca en promedio.

** La materia orgánica del suelo contiene en promedio 58.5% de carbono, según FASSBENDER y BORNEMISZA, 1987.

En los cuadros 1 y 2 se ha mostrado que en los agroecosistemas cafeteros provistos de sombra, o con especies maderables intercaladas con los cafetos, se mantiene una considerable biomasa en pie, así como una gran cantidad de carbono, fijado tanto en esta biomasa como en la hojarasca y en la materia orgánica del suelo. En promedio estos ecosistemas pueden mantener una reserva de 200 toneladas de carbono, así que por cada 100,000 ha cultivadas de café bajo estas condiciones se puede esperar un acúmulo de 20.000.000 toneladas de carbono.

CUADRO 3
Comparación entre Bosques y Cafetales con Respecto a Biomasa,
Retención de Carbono y Productividad

Ecosistema	Biomasa aérea* t/ha	Retención de Carbono t/ha	Productividad g/m²/año
Bosque pluvial	450	263.25	2 200.00
Bosque estacional	350	204.75	1 600.00
Cafetal	130	76.5	3 253.25

* Con base en peso seco.

Por otra parte, en la literatura se informa que los cafetos pueden tener una tasa neta de fijación diaria de CO₂ de 4,20 kg/m² de área foliar (FOURNIER, 1988). Si en promedio una hectárea de café tiene una área foliar de 15 m², es posible obtener diariamente una fijación de 63,00 kg, y si se le asigna un valor similar a los árboles asociados a los cafetos, este valor sería de unos 126 kg diarios de CO₂. Si esta cifra se reduce mediante el equivalente de carbono (27,30% del peso CO₂), se podría calcular que en un periodo anual con 200 días efectivos de fotosíntesis, un agroecosistema cafetero puede fijar 6.9 toneladas de carbono por hectárea.

Estos guarismos prueban plenamente que los cafetales, igual que los bosques deben ser considerados como ecosistemas que contribuyen a la descontaminación atmosférica del planeta (BRAVO, 1995; CHOUGHAN, 1992). Esta afirmación se refuerza aún más con la información que se incluye en el Cuadro 3, en donde se comparan los cafetales con algunos bosques, en relación a biomasa, retención de carbono y productividad.

Contribución de los cafetales al mantenimiento de la diversidad.

En la última década se ha puesto muy en boga el concepto de diversidad biológica para denominar algo que el hombre ha estudiado, en la medida de su desarrollo cultural, desde los albores mismos de la humanidad. Sin embargo, es bueno mencionar que la biodiversidad biológica es un aspecto estrechamente ligado a un concepto mucho más amplio, como es la diversidad ambiental que incluye aspectos tanto de carácter biológico como del medio físico. Así pues, el mantenimiento de la diversidad orgánica solo será posible en la medida en que el hombre logre conservar en forma operativa la máxima diversidad de los ecosistemas.

Como se ha mencionado anteriormente, las actividades agrícolas producen fuertes alteraciones ambientales, que se manifiestan en su máxima expresión en los cultivos anuales en que se hace uso de un alto nivel de tecnología química y mecánica. Sin embargo, en cultivos perennes como el café plantado con árboles de sombra, maderables

o frutales y bajo un sistema de labores culturales en que no se hace uso excesivo de agroquímicos, es posible mantener en el sitio un cierto nivel de diversidad biológica (FOURNIER, 1992; OFICINA DEL CAFE DE COSTA RICA, 1978; STILES, 1990; WILLE, 1994).

El autor ha logrado mantener un buen grado de diversidad en una finca en Ciudad Colón, Costa Rica, a una altura de 800 msnm, en la zona de vida de BOSQUE HUMEDO DE PREMONTANO (FOURNIER, 1992; FOURNIER y HERRERA DE FOURNIER, 1985). En un área de 40 ha, en las que alternan pequeños bosques secundarios, potreros, terrenos de cultivos anuales, frutales y cafetales bajo el sistema de cultivo agroforestal, se han inventariado mas de 100 especies de árboles y unas 40 especies aves, además de varias especies de mamíferos y reptiles. La fauna de invertebrados es también numerosa.

En esta misma finca, de agosto de 1989 a mayo de 1990 en una parcela de 1 ha de cafetal colindante con un bosquecito del mismo tamaño, se logró en ese período de 10 meses una regeneración de 745 plántulas pertenecientes a 30 familias, 49 géneros y 58 especies de árboles. Los agentes de dispersión de estas especies de árboles fueron pájaros, murciélagos, el viento y pequeños mamíferos. Por su parte, STILES (1990), en San Pedro de Montes de Oca, otro sitio del Premontano observó en una área de 5 km² de cafetales, bosques de galería y jardines (de 1968 a 1989), un total de 188 especies de pájaros. Resultados similares a éstos se han obtenido en México y otros países de Centroamérica (WILLE, 1994).

Comentario final.

En este trabajo se ha mostrado que el agroecosistema cafetero tiene un potencial bastante apreciable para retener el carbono atmosférico, tanto en las partes aéreas de las plantas, como en el sistema radicular y en la materia orgánica del suelo. Si los cafetales se comparan con ecosistemas forestales, tanto perennifolios como estacionales, la cantidad retenida de carbono en los primeros es menor, sin embargo, su productividad es mayor que la de los bosques. La información que aquí se presenta demuestra de manera fehaciente que igual que los bosques, los cafetales deben ser tomados en cuenta en los programas de "bonificación financiera", que los países altamente industrializados proponen como una compensación al exceso de bioxido de carbono que ellos producen.

Por otra parte, los agroecosistemas cafeteros, debidamente operados con adecuadas medidas de conservación de suelos y con un uso moderado de productos químicos, pueden también contribuir en el mantenimiento de la diversidad biológica y a la producción de otros bienes y servicios, tales como recursos hídricos, leña, carbon, macera, frutas y recreación.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, N.W. (ed) 1993. A record of Proceedings of the New England Environment Conference, on Agenda 21, 20-21 de marzo de 1993. Lincoln Filene Center, Tufts University, Medford Massachusetts.
- ALPIZAR OSES, L.A. 1988. Interacción de café y otras plantas, con especial referencia a la sombra del tipo permanente. In: Curso Regional sobre Nutrición Mineral del Café, PROMECAFE, IICA, San José, Costa Rica, 7-18 de noviembre de 1988.
- BAZZAZ, F.A. y FAJER, E.D. 1992. La vida de las plantas en un mundo enriquecido en CO₂, Investigación y Ciencia 186: 6-13.
- BEADLE, C.L., LONG, S.P., IMBAMBA, S.K., HALL, D.O. y OLEMBO, R.J. 1985. Photosynthesis in relation to plant production in terrestrial environments. United Nations Environmental Programme, Tycooty, Oxford, England.
- BRAVO, V 1995. Costa Rica ofrece nuevo servicio ambiental: proyectos que reducen las emisiones de gases con efecto invernadero. Diario La Nación, San José, Costa Rica, Sección B. 24 de agosto de 1995.
- CARRIZOSA, J. 1987. Desarrollo sostenido en los ecosistemas cafeteros de Colombia. Pensamiento Iberoamericano 12: 139-154 p.
- CARBAJAL, J.F. 1984. Cafeto-cultivo y fertilización 2a. ed. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa 254
- CHOUCHAN, D. 1992. Los industriales verdes al asalto del planeta azul. Mundo Científico 127: 738-740.
- COMPART, W. 1990. Nutzung von Bodendeckerpflanzen in Kaffeeanbau Costa Rica im Zusammenhang mit Erosionproblematik un Nematodenbefall. Plots 8.
- COSTA RICA, PROYECTO COS:94/003-DHS. 1994. Hacia un desarrollo humano sostenible en Costa Rica. San José, Costa Rica, PNUD-CONARE DEFENSORIA DE LOS HABITANTES.
- DIETER, H. y HERGT, M. 1990. Ökologie München. Deutscher Taschenbuch Verlag.
- FASSBENDER, H.W. y BORNEMISZA, E. 1987. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica, IICA. (Colección de Libros y Materiales Educativos No. 81).
- FERNANDEZ, W. 1994. El cambio climático y sus posibles efectos en la biodiversidad IN: Ideario de la Ciencia y la Tecnología, MICIT, San José, Costa Rica. pp 273-293.
- FOURNIER, L.A. 1980. Fundamentos ecológicos del cultivo del café. IICA, Zona Norte, Publicación Miscelánea. Turrialba, Costa Rica.
- FOURNIER, L.A. 1986. Uso potencial y actual del suelo en Costa Rica. In GONGORA, E (ed) Septiembre Científico No. 3, Suelos y Agricultura. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia, Centro de Investigación.
- FOURNIER, L.A. 1988. El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra un enfoque agronómico y ecofisiológico. Agronomía Costarricense 12: 131-146.
- FOURNIER, L.A. 1992. El establecimiento de pequeñas reservas mediante la regeneración natural y su importancia en el desarrollo. In: II Simposio Internacional de Ecología, Turismo y Municipio. San José, Costa Rica. Plenarios Libro 2, 1-12.1.1.



XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

Del 23 al 27 de octubre de 1995
San Salvador, El Salvador, C.A.

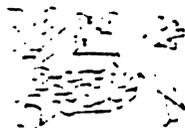
PERSPECTIVAS DEL MERCADO INTERNACIONAL DEL CAFE.

POR:

LIC. ARTURO LINDO

ANALISTA DE MERCADOS DE FUTURO EN NEW YORK, USA
EL SALVADOR

EL SALVADOR, OCTUBRE DE 1995



Nestlé



PERSPECTIVAS DEL MERCADO INTERNACIONAL DEL CAFE

=====

Arturo Lindo

¿COMO SE DETERMINA EL PRECIO INTERNACIONAL DEL CAFE?

El precio internacional del café es determinado por los mercados de futuro.

Para el café robusta es responsable la bolsa de café en Londres y para el café arábigo la bolsa de Nueva York.

IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS MERCADOS DE FUTURO

En 12 meses, los países productores exportan alrededor de 70 millones de sacos.

En los mismos 12 meses el volumen de compraventa en los mercados de futuro equivale a unas 8 veces esa cantidad.

La bolsa de Londres tiene un volumen que apenas llega a la tercera parte de la de Nueva York.

La principal característica en la operación de los mercados de futuro es el efecto "palanca". En la bolsa de Nueva York con solo \$3.000,00 se compra (o vende) un lote de café de 250 sacos que cuesta alrededor de \$45.000,00; esto significa que con 7 centavos se mueve un dólar.

Hay tres formas de ver el volumen típico de un día en la bolsa de café de Nueva York, digamos 7.055 lotes cuando el número de contratos pendientes aumentó 400 lotes:

- a) esto equivale a 2,0 millones de sacos de 60 kgs, con un valor total de \$317,5 millones de dólares, o
- b) para tomar una posición total de 7.055 lotes se necesita tener en la bolsa menos de \$22,0 millones de dólares, o
- c) como el aumento en el número de contratos pendientes fue de solo 400 lotes, el capital nuevo que se requirió fue de \$1,2 millones.

Tenemos una realidad que se puede presentar según el interés especial del observador:

- a) quien quiera inflar la importancia del mercado de futuro usará el monto del valor nominal del volumen: \$317,5 millones,
- b) quien quiera indicar la cantidad máxima de los depósitos en la bolsa, necesaria para un volumen de 7.055 sacos, hará uso de la segunda cifra: \$22,0 millones, y
- c) quien quiera minimizar los montos involucrados, usará \$1,2 millones.

LOS MERCADOS DE FUTURO DE CAFE SON PEQUEÑOS

Los contratos pendientes en la bolsa de café de Nueva York suman 30.000. En la jerga de futuros se dice que "el interés abierto es de 30.000 lotes".

Para mantener este interés abierto, la bolsa exige disponer de solo \$90,0 millones de dólares, aunque el valor nominal de 30.000 lotes (8,5 millones de sacos de 60 kgs) sea de \$1.350,0 millones de dólares.

La capitalización de la bolsa de café de \$90,0 millones de dólares se puede comparar con los \$2.000,0 millones de dólares de dinero nuevo que ingresa cada semana a la bolsa de acciones en los EEUU.

PARTICIPANTES DE LA BOLSA DE CAFE

En la compraventa de futuros de café participan productores grandes y medianos, beneficiadores, exportadores, importadores, tostadores, los agentes en el piso de la bolsa que tienen posiciones propias y los especuladores, tratándose de individuos o de fondos de inversión.

Actualmente el volumen manejado por quienes saben de la industria de café, es de tan solo la tercera parte.

La mayoría del volumen, dos terceras partes, es manejado por gente que no sabe de café, ni quiere aprender. Ellos operan de acuerdo a señales "técnicas" de mercado.

A esto se debe que la bolsa reaccione a veces (últimamente con frecuencia) bajando el precio aunque las noticias del día hayan sido alcistas.

PERSPECTIVAS DEL MERCADO

Entre los elementos de juicio tenemos a las existencias mundiales, quiénes las controlan, cuán fuertes son y las expectativas de suministro ante un consumo mundial más o menos constante.

ANALISIS DE LA GRAFICA DE PRECIOS

PREGUNTAS Y RESPUESTAS



XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA LATINOAMERICANA

DEL 23 AL 27 DE OCTUBRE DE 1995



Relaciones de los suelos ácidos con la planta del café.

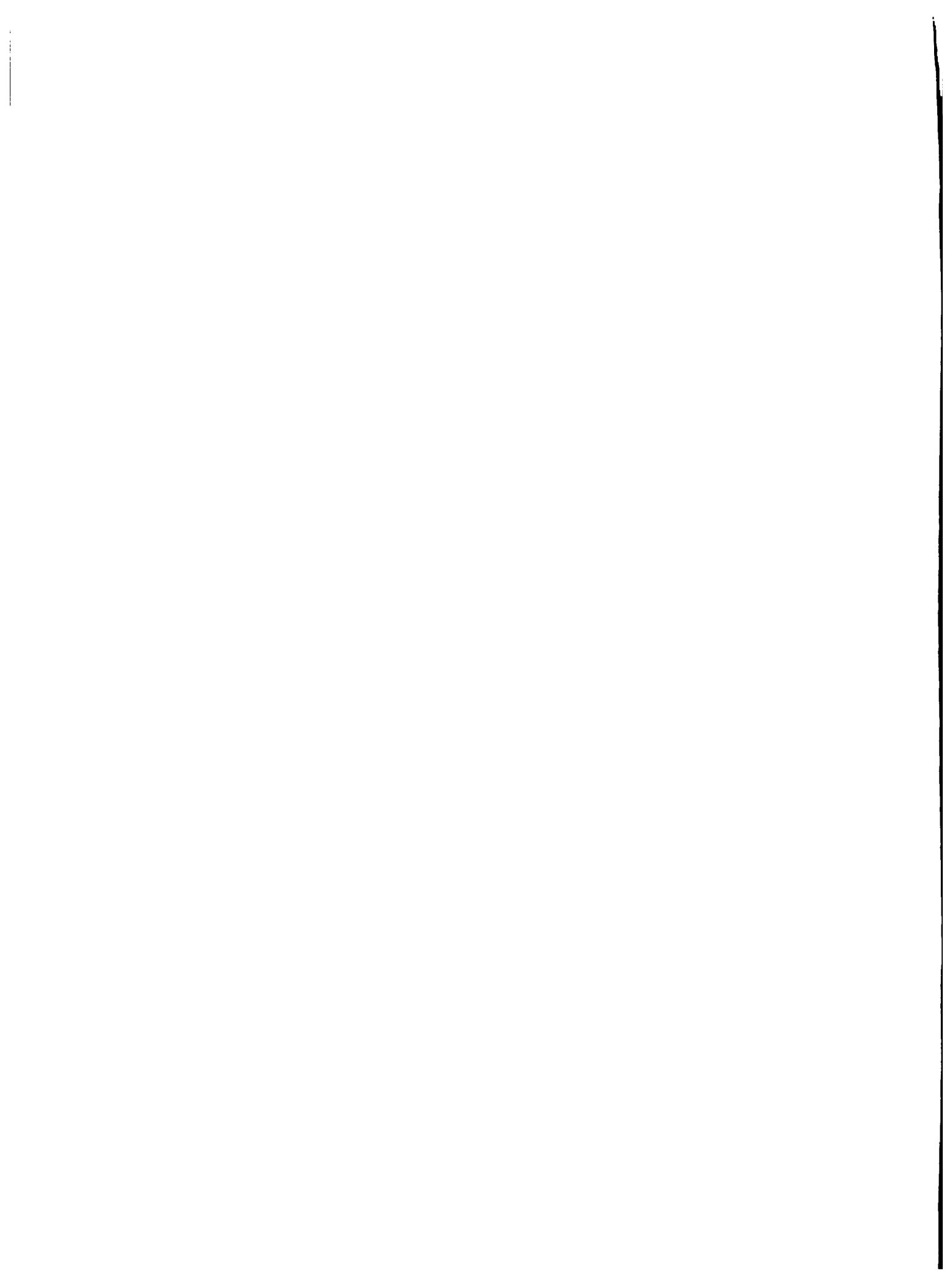


Por:

Marcos A. Paván
Asesor PROCAFE/IRI/USAID



San Salvador, octubre de 1995



RELACIONES DE LOS SUELOS ACIDOS CON LA PLANTA DEL CAFETO

MARCOS A PAVAN
ASESOR PROCAFE/IRI/USAID

LOS SUELOS ACIDOS: EL FACTOR COMUN EN LOS CAFETALES DE AMERICA LATINA

En el proceso de acidificación de los suelos, los cationes básicos (Ca, Mg y K) son lavados del suelo con el agua de lluvia y son sustituidos por cationes ácidos (H y Al). Las principales consecuencias de la acidez del suelo son la disminución de la capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE) y saturación de bases y los aumentos en la toxicidad de aluminio y manganeso, en la fijación de fósforo y en las formas de acidez activa, intercambiable y de reserva. Además, los suelos cafetaleros son caracterizados por la alta susceptibilidad a la erosión hídrica. Se podría mencionar una larga lista de los problemas que se presentan en los suelos ácidos cafetaleros de la América Latina, pero indiscutiblemente el más importante es la disminución en la capacidad productiva de los suelos, impuesta por la acidez.

El uso continuo de fertilizantes acidificantes, el lavado de cationes básicos, la hidrólisis de Al, Fe y Mn, la absorción diferencial de iones por las raíces y las condiciones climáticas con exceso de lluvia en relación a la evapotranspiración son las más importantes causas de la acidificación de los suelos cafetaleros. Para promover el desarrollo sostenible de la caficultura en los suelos ácidos, es necesario la corrección de las limitaciones físicas, químicas y biológicas a través de técnicas de manejo económicamente atractivas y ambientalmente seguras.

Para el manejo sostenible de los suelos ácidos cafetaleros, es necesario el uso de técnicas integradas: uso de fuentes de fertilizantes menos acidificantes; disminución de las pérdidas por volatilización, denitrificación, lixiviación y fijación; mejor reciclaje de nutrientes; incluir los iones nutricionales en el ciclo biológico; protección de la superficie del suelo; mantención de la basura (hojarasca y otros residuos vegetales) en el cafetal; incrementos de prácticas conservacionista (canales de retención de agua, barreras vivas y muertas, cajuelas, etc.); incremento en el uso de abonos orgánicos, aumento en la biodiversidad de los organismos presentes en el suelo e incremento en el uso eficiente de materiales correctivos de la acidez.

El manejo integrado de suelos y plantas tiene el objetivo de mejorar la capacidad productiva del suelo e incrementar la productividad del cafeto, sin degradar el medio ambiente y mejorar la calidad de vida.





**XVII SIMPOSIO SOBRE CAFICULTURA
LATINOAMERICANA**

EXPECTATIVAS DEL MERCADO CAFETALERO INTERNACIONAL EN UNA PERSPECTIVA DE LARGO PLAZO.

Por:

**Sr. Benoit Daviron
Responsable del Observatorio
de Mercados Internacionales
en el CIRAD.**

El Salvador, octubre de 1995

 **Nestlé**



Antes de empezar quiero decirles que es para mí un placer y un honor hablar frente a tantos especialistas del café. Quiero también pedirles que me disculpen por las fallas de mi castellano. Hace ya unos años que no he tenido la suerte de venir a América Latina y se me ha venido perdiendo el idioma.

Los organizadores del Simposio me pidieron hablar de las expectativas del mercado internacional en base a una perspectiva de largo plazo.

Es lo que voy a tratar de hacer. Pero como lo saben muy bien la prospectiva es siempre algo muy complicado y muy riesgoso.

Por esas razones no les voy a dar respuestas definitivas pero más bien plantear unas cuestiones relativas al futuro del mercado, cuestiones que me parecen esenciales tanto para el debate de esos días como para las decisiones en el futuro.

Mi ponencia se va a dividir en cuatro partes:

La primera trata de la dinámica global del consumo.

La segunda trata de la dinámica de la producción.

La tercera parte trata brevemente de la competencia arábiga vs. robusta.

La última, del pasado y futuro de las formas de organización del mercado internacional.

I. DINAMICA DEL CONSUMO MUNDIAL.

Gráfica No. 1

El gráfico no. 1 presenta la evolución de las importaciones de café desde más de un siglo. Como se puede ver inmediatamente, las importaciones conocieron una dinámica relativamente regular, con variaciones de poca amplitud alrededor de una tasa de crecimiento de más o menos 1.8% al año.

Esta gráfica enseña también que, desde casi el inicio del mercado internacional del café, el área de consumo es estable.

Desde más de un siglo la demanda de importación de café está concentrada en los países llamados desarrollados o sea en América del Norte y en Europa, básicamente del oeste.

Esta concentración de la demanda fue lo que dió la regularidad del crecimiento que hemos constatado. En esta zona tradicional, tomada como un conjunto, hubo históricamente una relación bastante estable entre un crecimiento del ingreso y incremento del consumo de café. Más o menos se puede decir que cuando el ingreso de los países desarrollados aumentaba de 10% el consumo de café crecía

de 5%.

La estabilidad de la relación entre alza de ingresos y aumento del consumo se puede interpretar como resultado de la ausencia de sustituto y también de la ausencia de productos nuevos (a parte del soluble).

Estos dos aspectos - sea estabilidad del área de consumo y ausencia de producto nuevo- son los que hay que discutir para entender el futuro de la dinámica del consumo mundial.

Antes de hacerlo creo que hay que subrayar, y no esconder, el hecho de que, a pesar de la impresión que puede dar el gráfico No. 1 hay un problema hoy en día y para el futuro al nivel del crecimiento del consumo de café. Para demostrarle quiero enseñar el cuadro siguiente.

Cuadro No. 1

Este cuadro presenta las tasas del crecimiento del consumo mundial para cuatro productos: cacao, algodón, hule y café.

Como se puede ver para los 4 productos hubo un incremento de la tasa de crecimiento entre los años 70 y 80. Pero se puede ver también que el café fue el producto que tuvo el menor crecimiento.

En el caso del cacao hubo una reacción fuertísima a la baja de los precios, y a la sobreproducción de los años 80. Por ejemplo en un país de consumo tradicional como Inglaterra, el consumo se duplicó en 10 años. Eso se hizo mucho en base a nuevos productos tipo "barras".

La importancia de los nuevos productos se debe subrayar también en el caso del algodón con un incremento increíble del consumo en EEUU en base, en particular, a toda la ropa deportiva (sportswear). Por fin, la dinámica del consumo de hule natural aprovechó también la creación de un nuevo producto que la llanta radial.

Pero hay que apuntar también la importancia del aumento de la área de consumo para el algodón y el hule. El fenómeno esencial para estos dos productos como para muchos más fue el desarrollo del consumo asiático. A la fecha la zona asiática representa más del 50% del consumo mundial de algodón y hule.

Ahora si regresamos al café se puede decir que hay problemas que resolver en los dos campos siguientes:

- Búsqueda de nuevos productos
- Búsqueda de nuevas áreas de consumo

- Nuevos productos

Porque nuevo producto? Porque hay claramente un problema de saturación de los mercados tradicionales. Como se sabe, el fenómeno ocurrió en Estados Unidos hace 30 años. Pero hoy en día pasa la misma cosa en muchos países, que sea Francia, Noruega o incluso Alemania.

En este campo quizeria hablar muy rápidamente del mercado llamado de "café gourmet" y quizá ser menos optimistas que otros analistas en relación a su impacto sobre la evolución del consumo en EEUU.

El grafico No.2 presenta la evolución del consumo en EEUU. consumo medido en taza por persona y por día:

Gráfica No. 2

Podemos ver que hubo desde 1985 una relativa estabilización del consumo después de casi veinte años de baja. Esta estabilización está subventada con un incremento ligero en el consumo de café tostado - incremento que sí se puede relacionar con la difusión del café gourmet - pero incremento que se acompaña de una baja equivalente en el consumo del café soluble. O sea que, hasta la fecha, la dinámica de consumo impulsada por el café gourmet aparece más como un desplazamiento del consumo adentro del mismo producto que el efecto de la creación de un nuevo producto.

- Nuevas áreas de consumo

No hablé hasta el momento del incremento del consumo asiático de café. Es cierto que hubo un crecimiento importante en la región, eso tocó particularmente a dos países: Japón y luego Corea.

Cuadro No 2

Como se puede ver en el Cuadro No. 2, los dos países conocieron un crecimiento muy importante de su consumo en los últimos diez años, con, en el caso de Corea, una tasa de 20% de promedio anual durante los años 80. Pero, se puede ver

también que aparezco en los últimos años, digamos desde 1990, un estancamiento en el crecimiento del consumo. Este fenómeno tiene seguramente que ver con las dificultades económicas que tuvieron los dos países en esta época pero este hecho no basta para explicar esta evolución.

Además se debe constatar que hasta la fecha no hubo una difusión aparente del consumo hacia los demás países de la región, y en particular a China, a pesar de su crecimiento económico rapidísimo.

No quiero decir que no habrá desarrollo del consumo en Asia, pero solamente apuntar el hecho de que, en esta región, no hay relación tan fuerte entre el crecimiento del ingreso y crecimiento del consumo de café, como pudo haber en productos como algodón, hule o carne

Hay en Asia una resistencia bastante clara a la difusión del consumo del café y esto tiene seguramente que ver con la competencia con el té. Por esta razón el desarrollo del consumo de café en Asia debe ser pensado en relación también a nuevos productos como ya se hizo con la promoción del café en lata.

I. DINAMICA DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL

Empezaré esta segunda parte luchando contra una idea quizás demasiado difundida, o sea que la crisis del mercado de los años pasados fue una crisis de sobreproducción al igual de lo que ha conocido varias veces el mercado desde el inicio de su historia

No hubo sobreproducción y voy a tratar de demostrar que el mercado salió de la dinámica cíclica que lo caracterizaba hasta los años 1970 y, más que todo, que cambió la relación precio/producción.

Las graficas siguientes tratan de enseñar la dinámica cíclica histórica y su estancamiento en los años recientes. La gráfica No 3 presenta simplemente los datos de producción por los promedios quincenales y la tendencia a largo plazo. Ya se puede ver la ausencia de pico de producción en los años 80 La gráfico No 4 presenta la misma evolución pero medida en desviación a la tendencia para que aparezca más claramente los ciclos y su desaparición En fin la gráfica No 5 presenta la misma evolución de la producción relacionada con la evolución de los precios con un desfase de 6 años - más o menos la demora necesaria para que entren en producción los cafetales nuevos. Se ve muy bien en esta última gráfico la

relación estrecha entre los ciclos de producción y los ciclos de precio que existió históricamente la producción reacciona con 6 años de retraso a las evoluciones de los precios y con una amplitud similar. Pero se ve también que, en los años 80, la producción mundial reaccionó de manera atípica a la alza de los precios de los años 70. La reacción de la producción fue muy rápida, muy corta en el tiempo y también de una amplitud muy limitada.

Gráfica No3

Gráfica No4

Gráfica No5

Interpreto esa evolución en relación al cambio de modelo de crecimiento que se ocurrió en los últimos 20 años. En resumen se puede decir que hasta los años 70 la producción aumentó básicamente por el aumento de la superficie en el marco de los frentes pioneros y la colonización de tierras vírgenes.

Este modelo encontró sus límites en América Latina en los años 60 y aparece entonces lo que podemos llamar la Revolución Verde de la caficultura o sea un modelo de crecimiento intensivo. No voy a explicar aquí cual fue el contenido tecnológico de este modelo de crecimiento. Todos los conocen muy bien. Quiero solamente subrayar el hecho de que la difusión de este nuevo modelo en países como Colombia o Brasil fue permitida, en gran parte, por los apoyos financieros (subsídios al crédito o a los insumos) que organizaron los Estados en aquella época.

¿Que significa todo eso para el futuro? Ya sabemos que el crecimiento de la producción mundial va a depender más y más de la continuación y de la difusión del movimiento de intensificación. Como lo sabemos todas las reservas de tierras vírgenes adecuadas para el café son pocas: la cuenca del Zaire, una parte de la Amazonia, unas islas del Sur Este Asiático.

La cuestión entonces es de saber si se dispone hoy en día de un modelo o de modelos técnicos que permitan obtener los incrementos de rendimiento y de productividad del trabajo necesarios, pero sobre todo, modelos técnicos que sean viables en un ambiente económico mucho más variable y con mucho menos apoyo financiero del los Estado. Aquí es el desafío.

Quiero apuntar aquí otro punto de discusión en relación al futuro de la producción.

Como se sabe se está desarrollando en unos países - Brazil pero también Australia - paquetes tecnológicos con alto nivel de mecanización que sea para la ciencia. la poda o la cosecha. Estos paquetes que incluyen hasta la fecha elementos bastante experimentales van, en el futuro, implementarse. Hay pocas dudas sobre esta evolución que implicará incrementos de productividad muy importantes y entonces una presión hacia el bajo sobre los precios.

Pero podemos pensar también que esos modelos futuristas a la baja de producción no se podrán usar tan fácilmente en regiones como Centro-América por las condiciones topográfica. Esta limitante, empuja aún más hacia adopción de políticas de llamadas de cualidad o sea de diferenciación del producto exportado que solo permitirá escapar a la presión de los precios bajos.

III. COMPETENCIA ARABICA vs. ROBUSTA

La gráfico No 6 presenta la evolución, desde los años 60, de la producción de arábica y robusta al nivel mundial. Se puede ver que, durante los años 80, la producción de robusta se incremento mucho mas rapidamente - aumento de 50% - que la producción de arábica.

Gráfica No. 6

Este crecimiento rápido de la producción de robusta está ligado (ver Grafico No.7) con un desplazamiento muy fuerte de las zonas de producción hacia Asia, pero también America Latina, y afuera de Africa.

Gráfica No. 7

Esta diferencia entre las dinámicas de crecimiento de robusta y de arábica se tradujo por un aumento significativo de la contribucion del robusta a la producción mundial - más o menos la parte del robusta pasó de 25% de la producción mundial al inicio de los años 80 hasta 30% en los años 90. Además el incremento se hizo de manera muy rapida entre 1985 y 1989.

Gráfica No.8

Las fluctuaciones del diferencial de precio arabica/robusta debe interpretarse en relación a estas evoluciones de la producción, o sea que el aumento del diferencial de precio que se ejerció en los años 1988-1991 no fue tanto un desplazamiento

masivo del consumo hacia los arabicas pero mas bien la consecuencia de una sobreproduccion conyuntural de robusta, sobreproduccion mal manejada por el Acuerdo Internacional del Café

Gráfica No9

IV - LAS FORMAS DE ORGANIZACION DEL MERCADO INTERNACIONAL

La actualidad reciente fué marcada por las tentativas de los países productores para organizar un una administración común del mercado. De hecho podemos decir que los últimos meses vieron lo que podemos llamar una radicalización de este fenómeno hasta llegar al plan de Bogotá que propone un regreso a las cuotas de exportación para todos los países productores.

La cuestión es saber cual es la viabilidad de esta tentativa de cartelización del mercado y saber si esto vá a ser la forma dominante de organización del mercado para los próximos años.

Debo decirles, con el nesgo de provocar reacciones en el público aquí presente, que veo muy difícil una cartelización duradera del mercado.

Para explicar mi posición voy a discutir lo que me parece haber estado las bases principales del funcionamiento del Acuerdo Internacional del Café - que era un cartel - en su período de éxito. En mi opinión, estas bases fueron cuatro y lo que quiero discutir es saber si están hoy en día todavía reunidas :

Primera base : La existencia de los países productores como unidad de mercado o sea, de alguna manera, la existencia de una centralización de las decisiones relativas a los volúmenes exportados y al manejo de los stocks

Gráfica No.10

Segunda base : un objetivo común que comparten todos los miembros del "cartel" en relación al manejo de los precios internacionales o mas bien la creación de un consenso amplio sobre la necesidad de sostener los precios. La similitud de las estrategias de exportación.

Tercera base : el papel de Brasil como "ofrecedor residual" o dicho de otra manera como estabilizador central del mercado.

Cuarta base : el soporte o a los menos la neutralidad positiva de la grandes empresas tostadoras en los países consumidores

¿ Si no hay cartelizacion que puede nacer como forma de organizacion del mercado ?

Creo, por lo menos para los países centro-americanos, que hay un camino que explorar en alguna forma de institucionalizacion de la relacion con las empresas tostadoras. Eso tiene que ver con la cuestion de las politicas de cualidad. La experiencia relativa a las estrategias de cualidad no aprende que pasa por una cooperacion estrecha entre las varias etapas de la cadena productiva. Eso significa proximidad entre los diferentes actores de la cadena, proximidad no solamente geografica pero tambien organizacional

Gracias

**CUADRO No.1 : TASA DE
CRECIMIENTO DEL CONSUMO
MUNDIAL.**

	1970-1980	1980-1993
CACAO	0.1%	3.7%
ALGODON	1.2%	2.4%
HULE	2.2%	3.1%
CAFE	0.6%	1.3%

Café sin los países productores 1980-93 = 1.6%

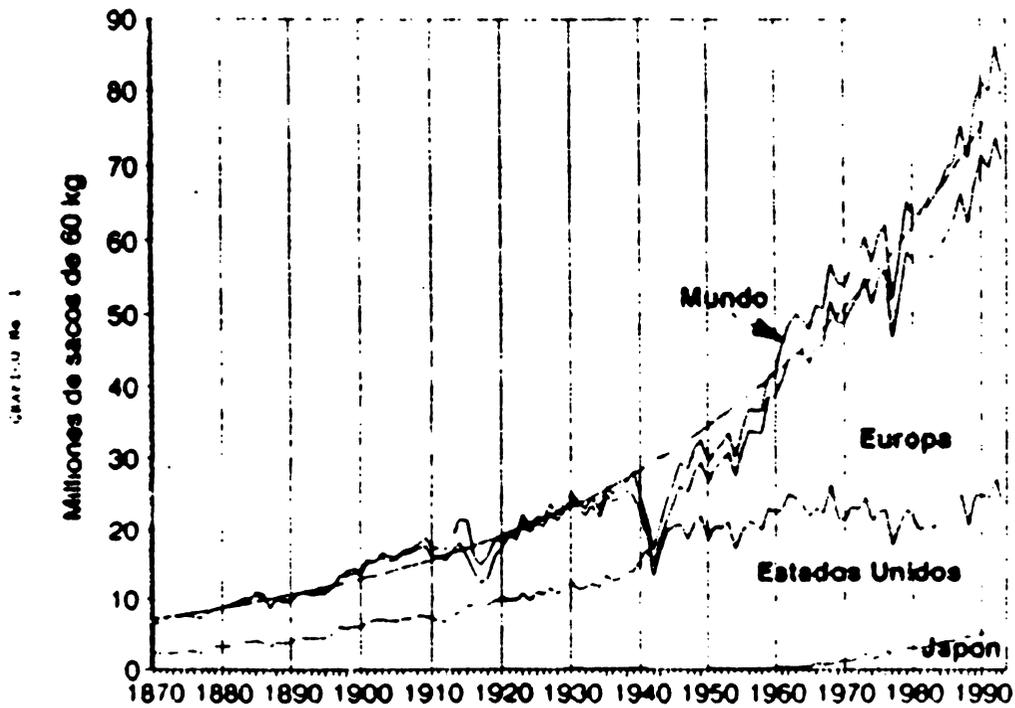
Café sin los países productores 1987-93= 1.4%

CUADRO No. 2

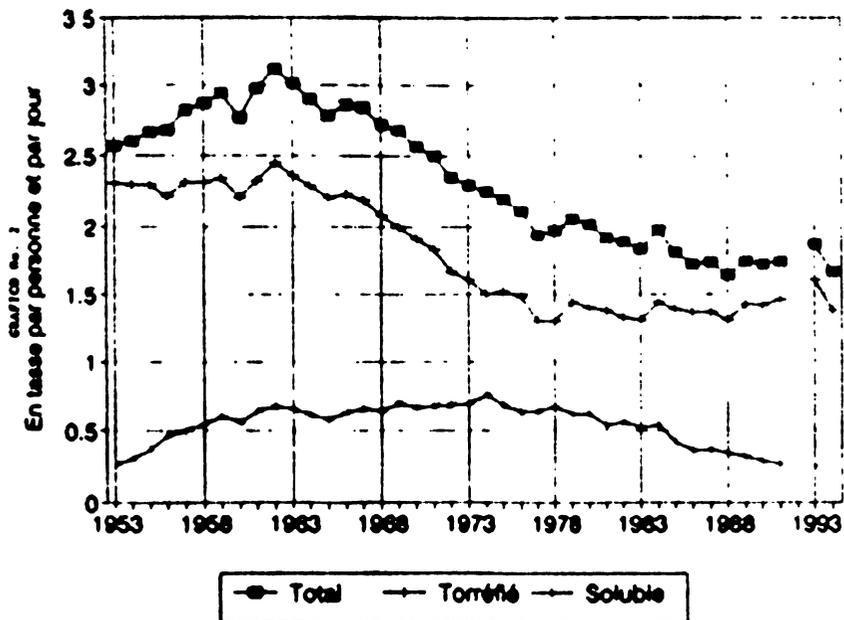
**CONSUMO DE CAFE EN MILES DE
SACOS**

	1980	1990	1991	1992	1993
JAPON	3364	5236	5804	5800	5587
COREA	111	842	801	942	975

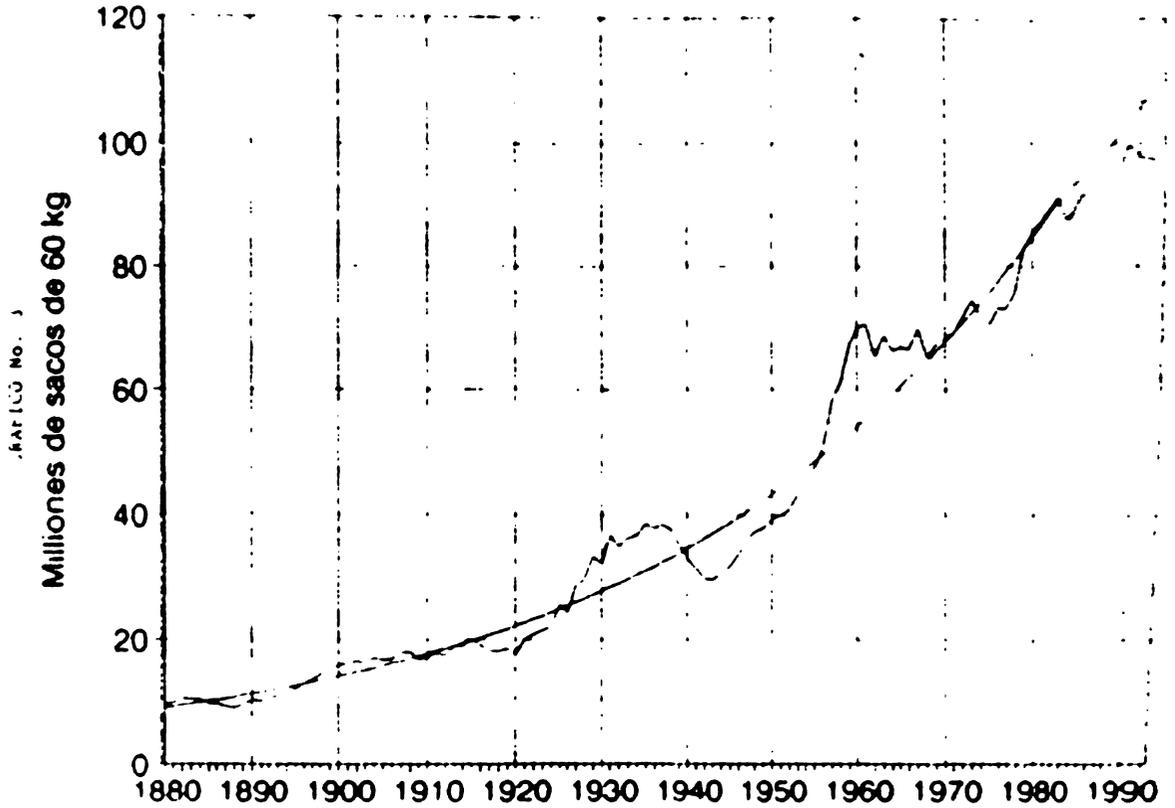
IMPORTACIONES DE CAFE, 1870-1993



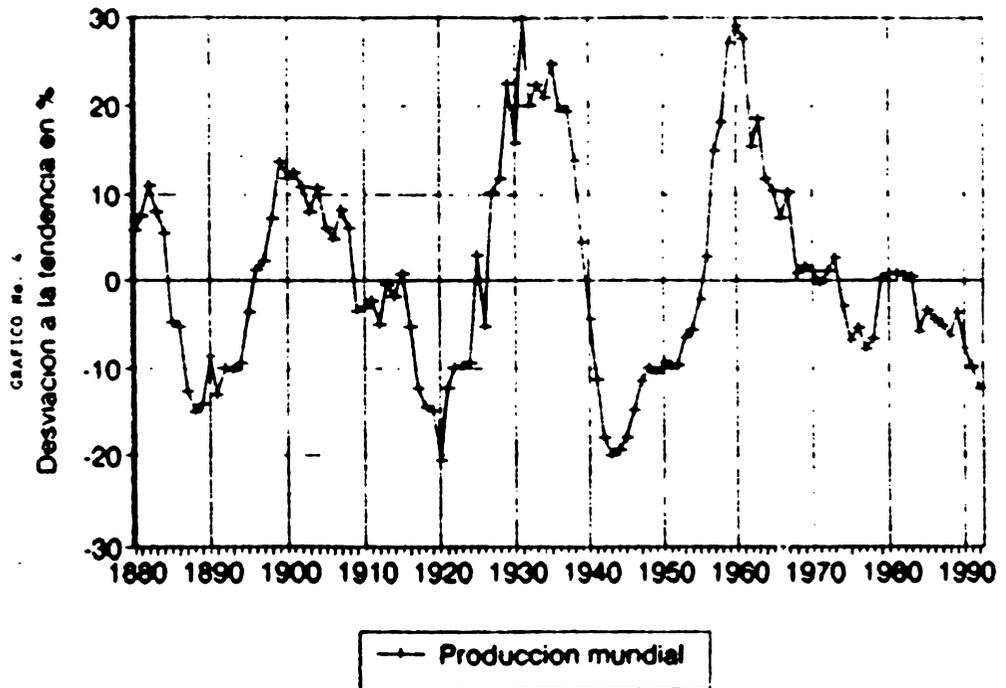
CONSUMO DE CAFE AUX ETATS-UNIS



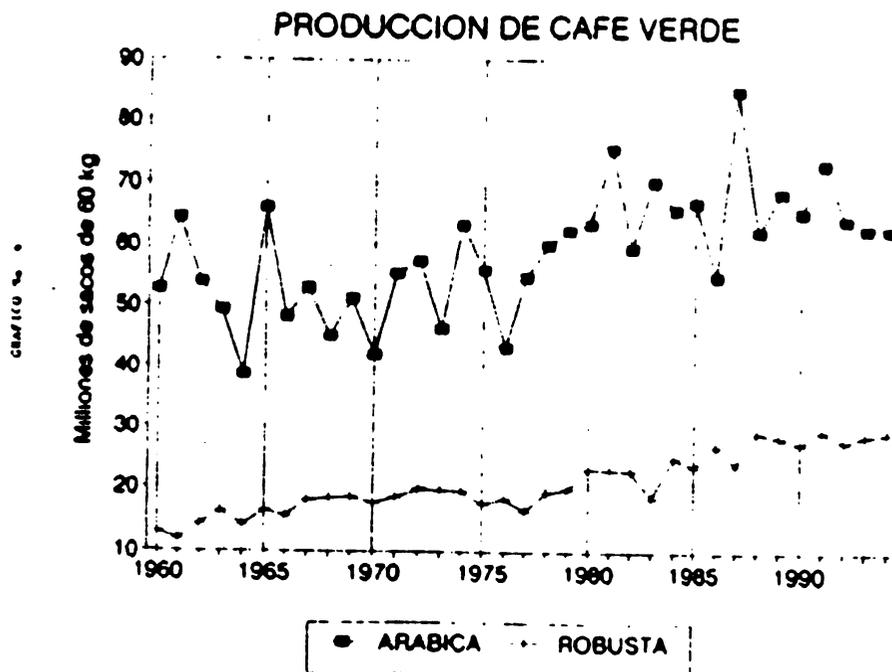
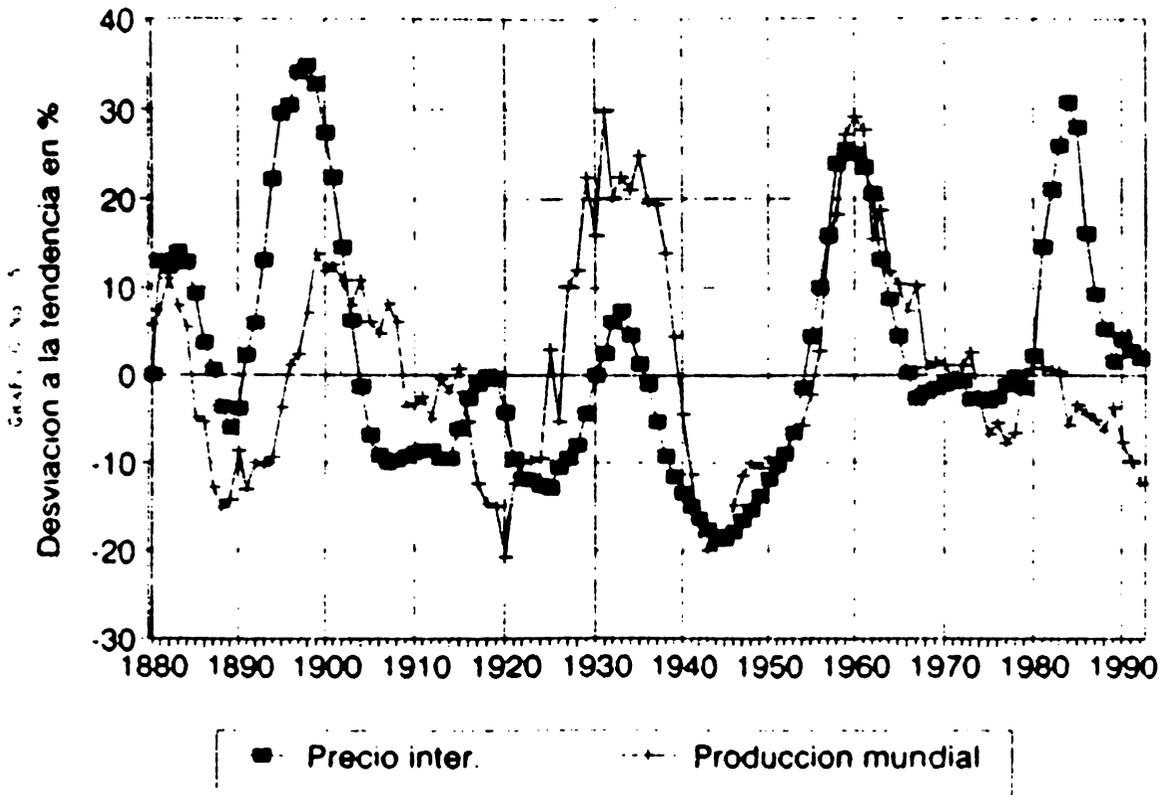
PRODUCCION MUNDIAL



PRODUCCION MUNDIAL Desviacion a la tendencia

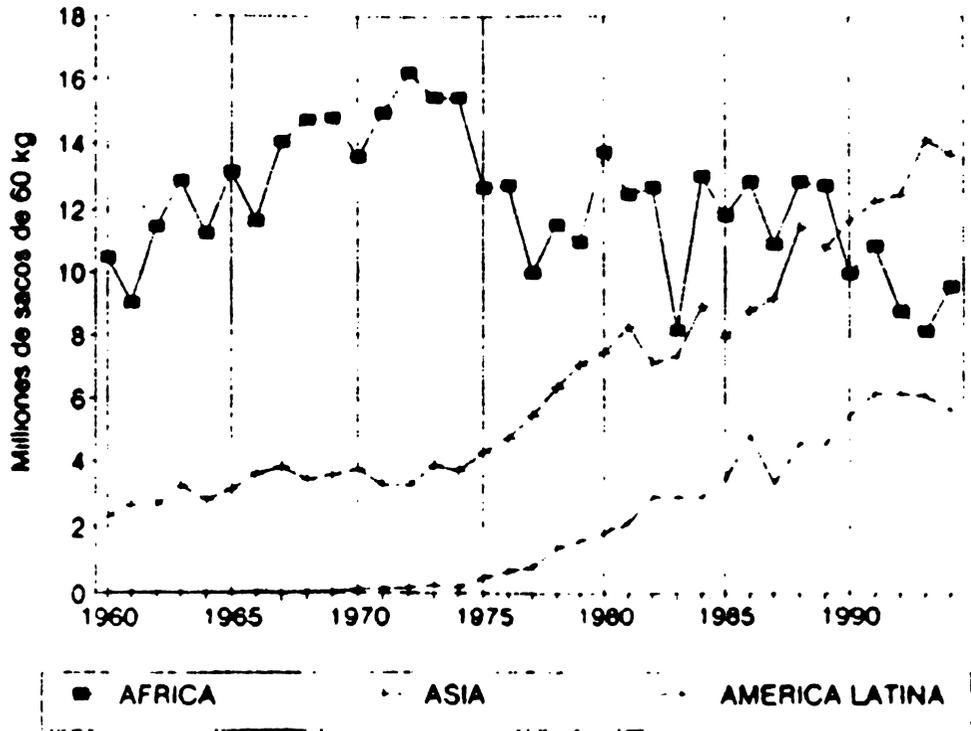


PRECIO Y PRODUCCION MUNDIAL Con un desfase de 6 años



PRODUCCION DE CAFE ROBUSTA

GRAFICO No. 7



PRODUCCION DE CAFE ROBUSTA En % de la produccion total de cafe

GRAFICO No. 8

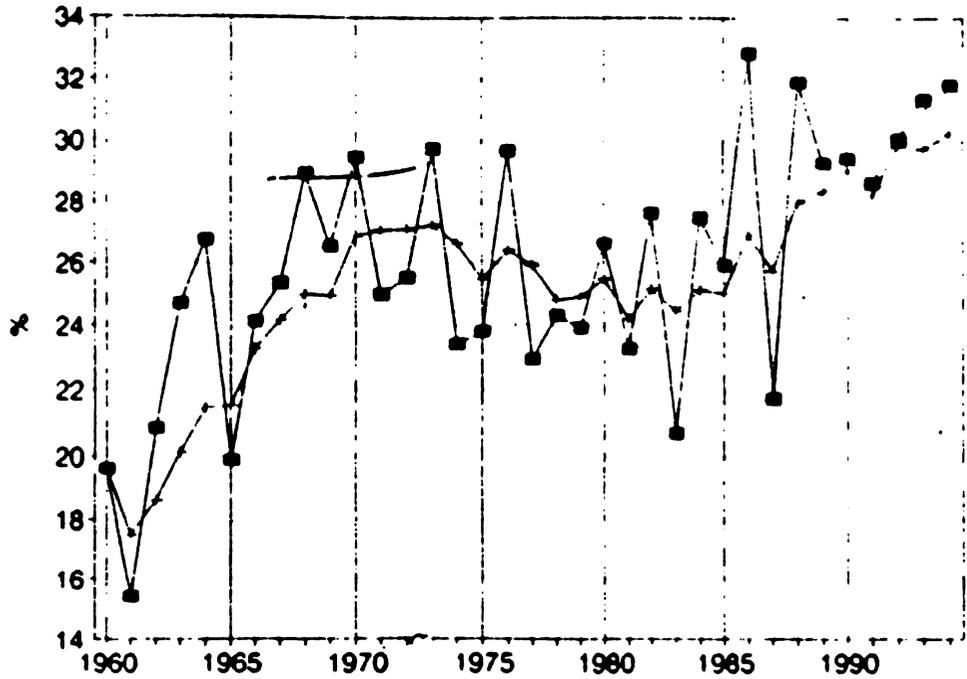


GRAFICO No. 9

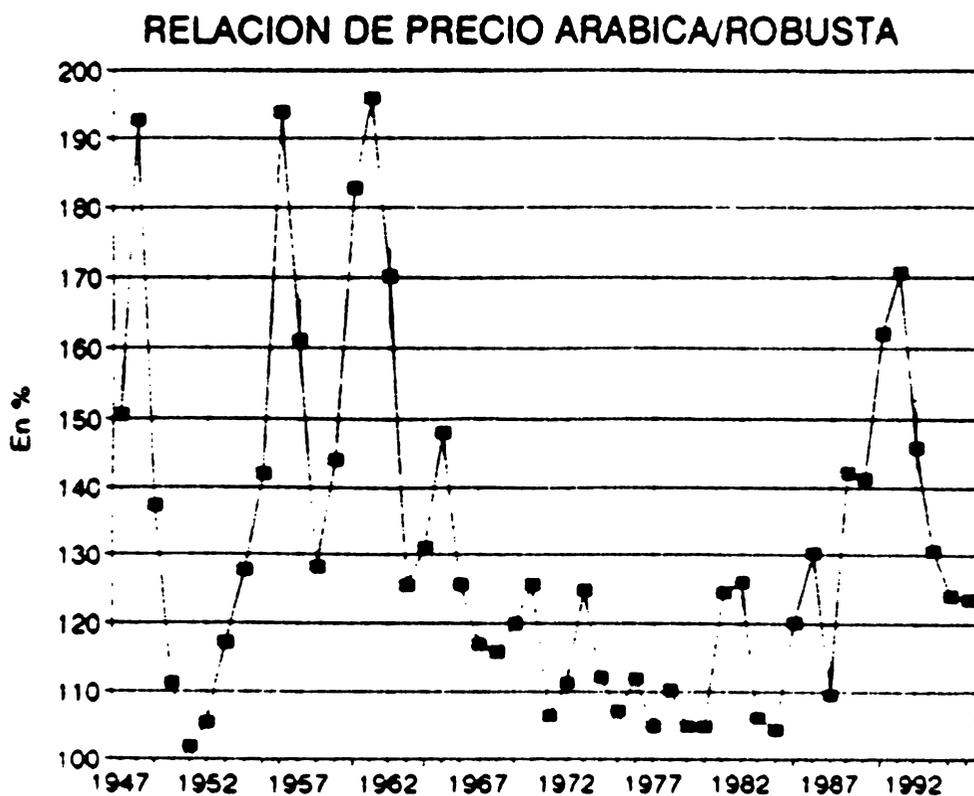
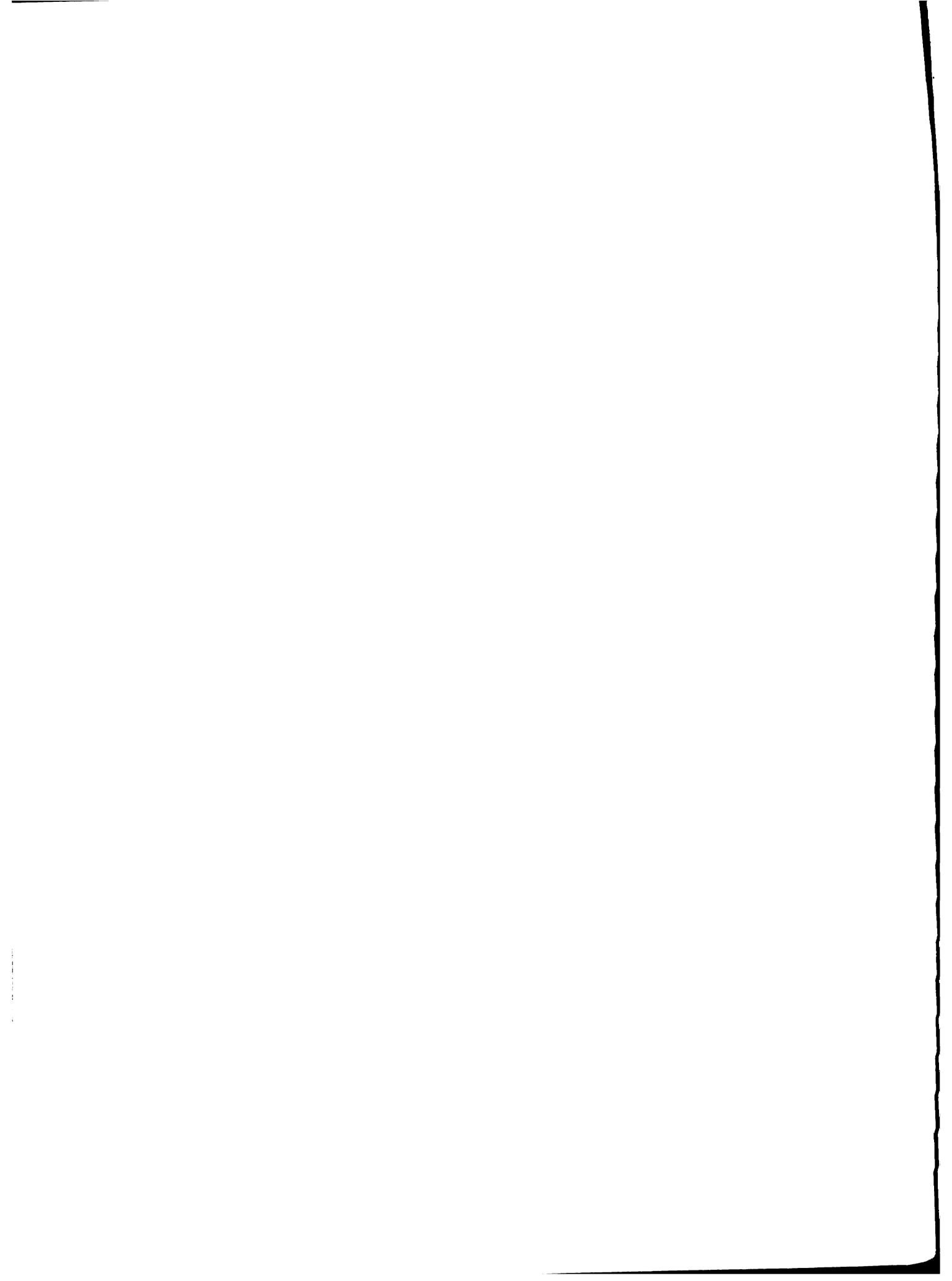


GRAFICO No. 10





**1. ABONOS ORGANICOS Y
FERTILIZANTES DEL CAFETO**



CONVERSIÓN DE LA PULPA DEL CAFÉ EN ABONO ORGÁNICO, POR MEDIO DE DIFERENTES PROCESOS

**Por: Edgar E. López
Oscar H. Jiménez
Oswaldo Orellana**

1.- INTRODUCCIÓN:

El presente trabajo es una abstracción de la tesis de grado del Ing. José Oswaldo Orellana Palomo, la misma fue premiada y galardonada en la Universidad Rafael Landívar de Guatemala como la mejor tesis del año 1994/95, siendo asesores de la misma los Ings. Edgar E. López de León y Oscar Humberto Jiménez, técnicos de la Asociación Nacional de Café - ANACAFE.

El beneficiado de café por vía húmeda es el proceso utilizado en Guatemala para la obtención de café pergamino; se obtiene entre los subproductos la pulpa de café, constituye el 40% del café cereza.

Su manejo es la primera dificultad que afronta el caficultor; la descomposición constituye un serio problema, no se han estandarizado métodos adecuados para obtener abono orgánico de manera inmediata para su pronta utilización, a fin de disminuir los problemas de la contaminación al ambiente.

Preocupados, La Asociación Nacional del Café, ANACAFE y la Agencia Internacional para el Desarrollo, AID aunaron esfuerzos para realizar este trabajo, donde se somete la pulpa de café a seis procesos de descomposición.

2.- JUSTIFICACIÓN:

Los volúmenes de la pulpa de café, se incrementan anualmente, debido al incremento de la producción; en los últimos años se han obtenido alrededor de 10 millones de quintales de pulpa/año; Potencialmente en una fuente de contaminación para la población y afluentes de agua, si los métodos de manejo no se mejoran, este problema se dimensionará a límites de riesgo por lo que todo esfuerzo que se realice para encontrar soluciones prácticas y fáciles serán de gran importancia, y ésta será más relevante si la metodología buscada es eficiente (menos tiempo de descomposición) con ayuda de catalizadores en los procesos físicos y/o bioquímicos.

5.- MATERIALES Y MÉTODOS:

5.1 Localización:

FCA. DEPTO	Altitud	Temperatura	Humedad Rel.	Precip. mm
El Salto, Escuintla	347 msnm	26° C	72 %	2,000
El Riscal, Guatemala	1647 msnm	16° C	79 %	1,400

5.2.- Características de los materiales experimentales:

5.2.1 Material Orgánico:

Pulpa fresca de café proveniente de la última cosecha de las respectivas fincas: (Septiembre - Nov. Fca El Salto) y (Nov.- Enero, Fca. El Riscal).

5.2.2 Activador Enzimático:

Es un biodegradador en estado líquido, de color celeste y altamente soluble en agua. Producto biológico que requiere de una temperatura entre 20 y 60° C. para tener una reacción adecuada. Fuera de estos rangos su reacción es baja y se inhibe el proceso.

5.2.3 Bacterias aeróbicas:

Biodegradador en forma de polvo mojable, café claro y altamente soluble en agua. Su rango de temperatura para su funcionamiento es de 20 a 60° C. fuera de esos límites sus reacciones se decrecientan.

Los ingredientes activos son:

- Bacillus subtilis
- Bacillus thuringiensis
- Bacillus megaterium

5.3.- Metodología de trabajo

5.3.1.- Fase de Campo:

En ambas fincas se procedió a instalar 18 promontorios de pulpa de 1 tonelada métrica, cada uno (en total 36 toneladas de pulpa)

5.3.2. Fase de Laboratorio:

Para conocer las características químicas de la pulpa de café y de la influencia de los tratamientos sobre aquellas, se efectuaron análisis químicos en los laboratorios: de ANACAFE (físicos y minerales) y del INCAP(orgánicos)

5.4. Diseño Experimental:

Fueron 6 tratamientos distribuidos en bloques al azar con 3 repeticiones en 2 localidades

5.4.1 Descripción de los tratamientos aplicados:

No.	Distribución de Tratamientos
1	Testigo sin manejo
2	Manejo c/4 días
3	Manejo c/4 días + 5 gl. de agua c/4 días
4	Manejo c/4 días + 5 gls de agua c/4 días + 67 ml. activador Enzimático + 31 gr. de Bacterias.
5	Manejo c/4 días + 5 gl. de Agua c/4 días + 134 ml. de act. Enzimático + 62 gr. de bacteria
6	Manejo c/4 días + 5 gl de agua c/4 días + 201 ml. de Act. Enzimático + 93 gr. de bacteria.
Manejo = Volteo con pala	

5.5 Unidad Experimental:

1 tonelada métrica de pulpa de café, por tratamiento (trabajándose en cada Fca. 18 toneladas)

5.6 Manejo del Experimento

5.6.1 Período de conducción

El experimento tuvo una duración de 90 días en cada localidad.

5.6.2 Aplicación de los productos

5.6.2.1 Activador Enzimático

Se midió con una probeta el volumen en relación a la tonelada de pulpa y luego se llevo a 20 litros. Esto por tratamiento.

5.6.2.2 Bacterias Aeróbicas

Se peso, previamente, la cantidad correspondiente para cada tratamiento, luego en cada localidad se calentó agua a 50 ° C, para verter sobre la cantidad específica de bacterias aeróbicas (con propósito de activar y solubilizar los ingredientes activos del producto), luego se aplicó con regadera la mezcla de los biodegradadores en el promontorio correspondiente al tratamiento.

5.6.3. Frecuencia de Muestreo

Se tomaron muestras compuestas en c/u de los promontorios a los 0,30,60 y 90 días. Cada muestra fué de un peso aproximado de 1 libra, la que se introdujo en una bolsa plástica, para posteriormente ser trasladada a los laboratorios.

6.- RESULTADOS

PRUEBA DE TUKEY AL 5%

Concentración de elementos minerales disponibles en diferentes tratamientos a los 90 días, finca El Riscal, Villa Canales, Guatemala.

No. Trat.	ELEMENTOS MINERALES DISPONIBLES									FRECUENCIAS	
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	A	B
1	-	-	A	-	B	B	B	B	-	1	4
2	-	-	B	-	B	B	B	A	-	1	4
3*	-	-	A	-	A	A	A	A	-	5	0
4	-	-	B	-	B	A	A	A	-	3	2
5	-	-	A	-	A	A	A	A	-	5	0
6	-	-	A	-	A	A	A	A	-	5	0

Concentración de elementos minerales disponibles en diferentes tratamientos a los 60 días, finca El Salto, Escuintla, Guatemala.

No. Trat.	ELEMENTOS MINERALES DISPONIBLES									FRECUENCIAS	
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	A	B
1	-	-	-	-	B	B	-	B	-	0	3
2	-	-	-	-	B	A	-	B	-	1	2
3*	-	-	-	-	A	A	-	B	-	2	1
4	-	-	-	-	A	A	-	A	-	3	0
5	-	-	-	-	A	A	-	B	-	2	1
6	-	-	-	-	A	A	-	B	-	2	1

- Tratamientos con la misma letra en un mismo elemento son iguales entre si.
- = No hubo significancia estadística entre tratamientos, por lo tanto todos fueron iguales.

C:\DATA\TUKEY.DOC

Fig.No. 1 Tendencia de tratamientos
fca. El Riscal Variable: Cobre (PPM).

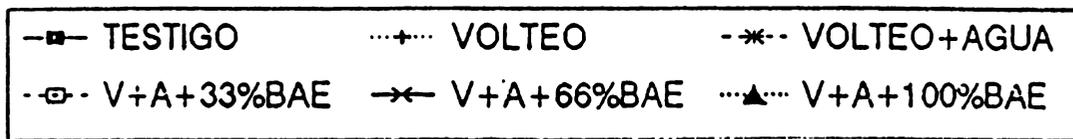
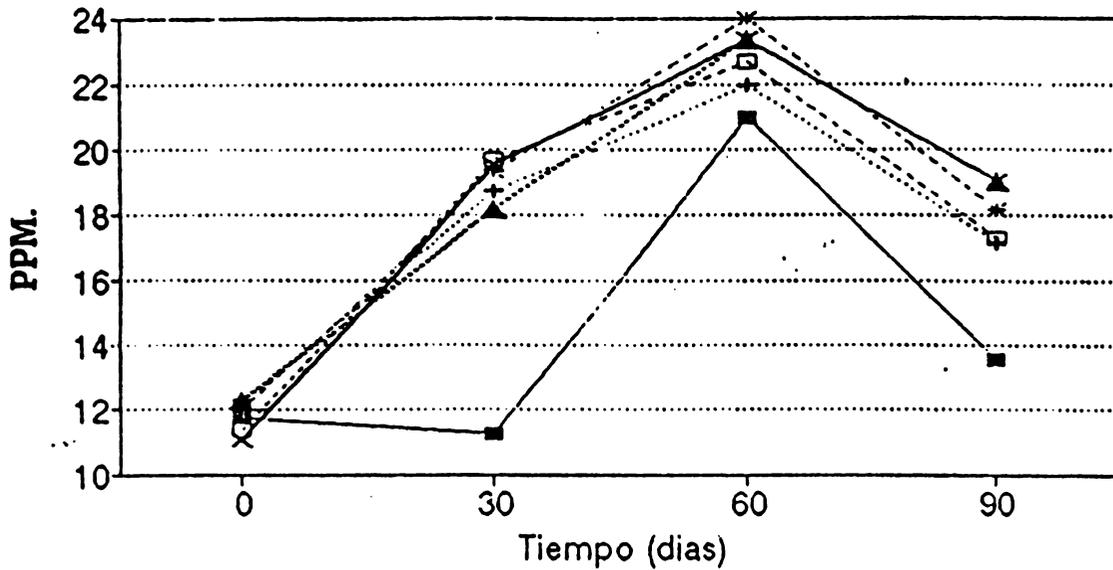


Fig.No. 2 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: Cobre (PPM).

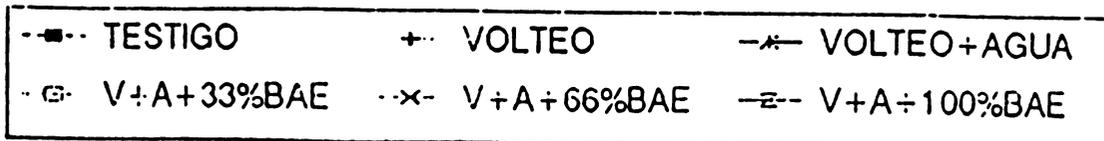
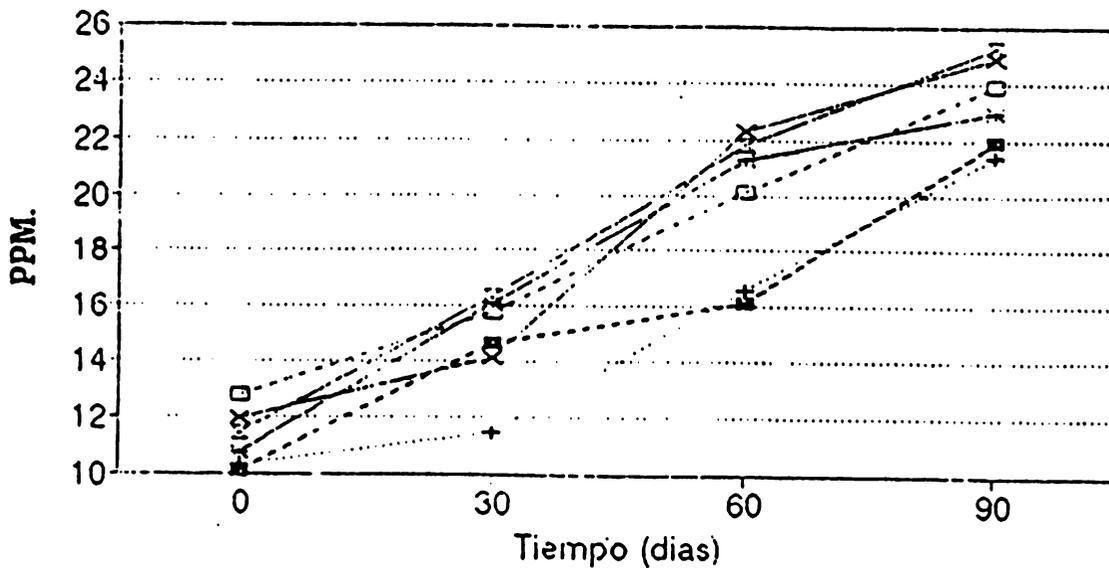


Fig.No. 3 Tendencia de tratamientos
fca. El Riscal Variable: Zinc (PPM).

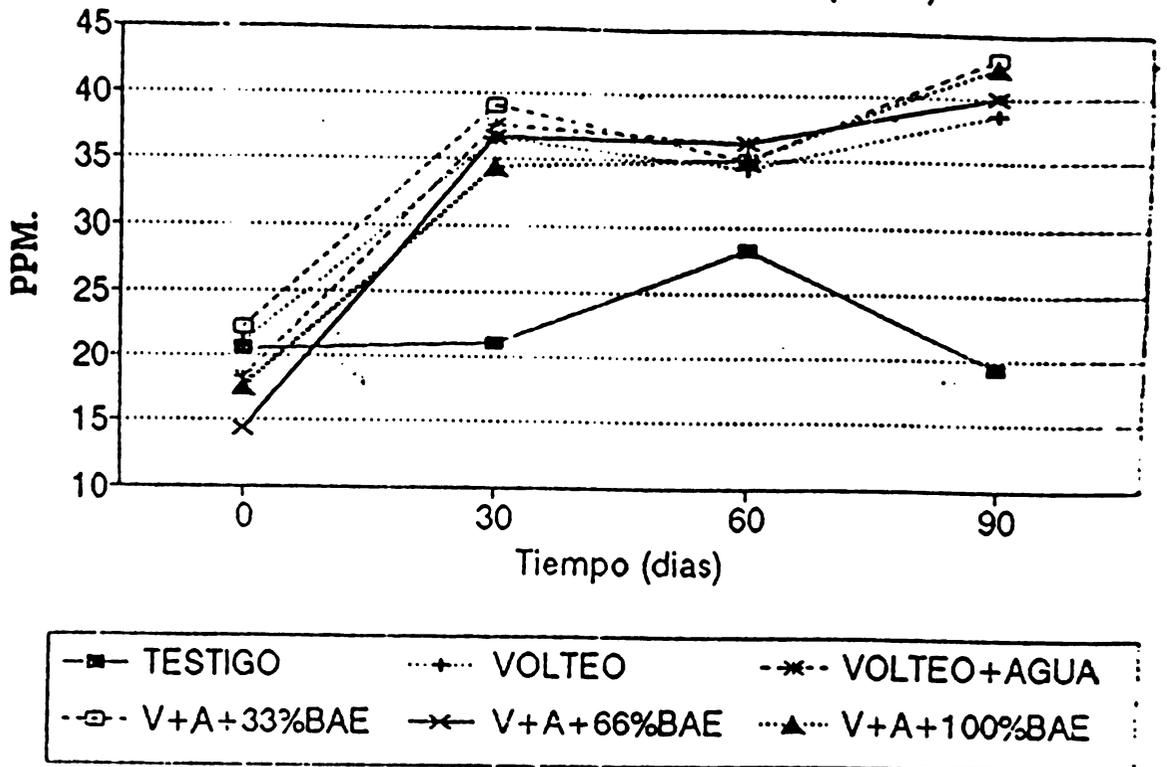


Fig.No. 4 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: Zinc (PPM).

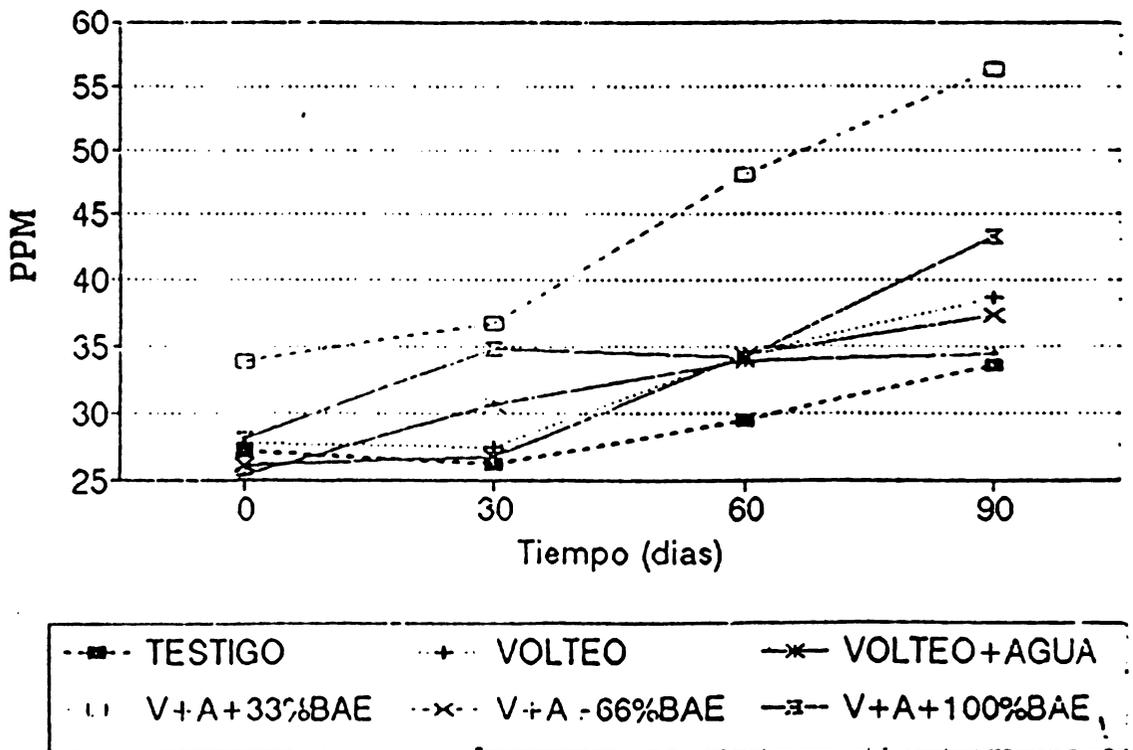


Fig.No. 5 Tendencia de tratamientos
fca.El Riscal Variable: Manganeso (PPM)

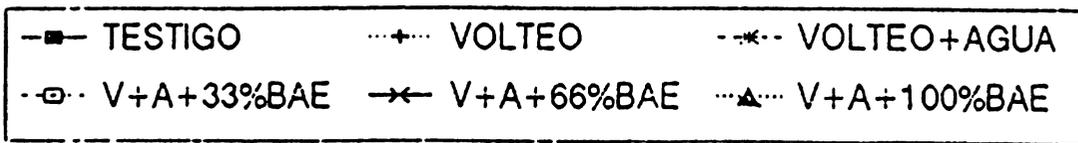
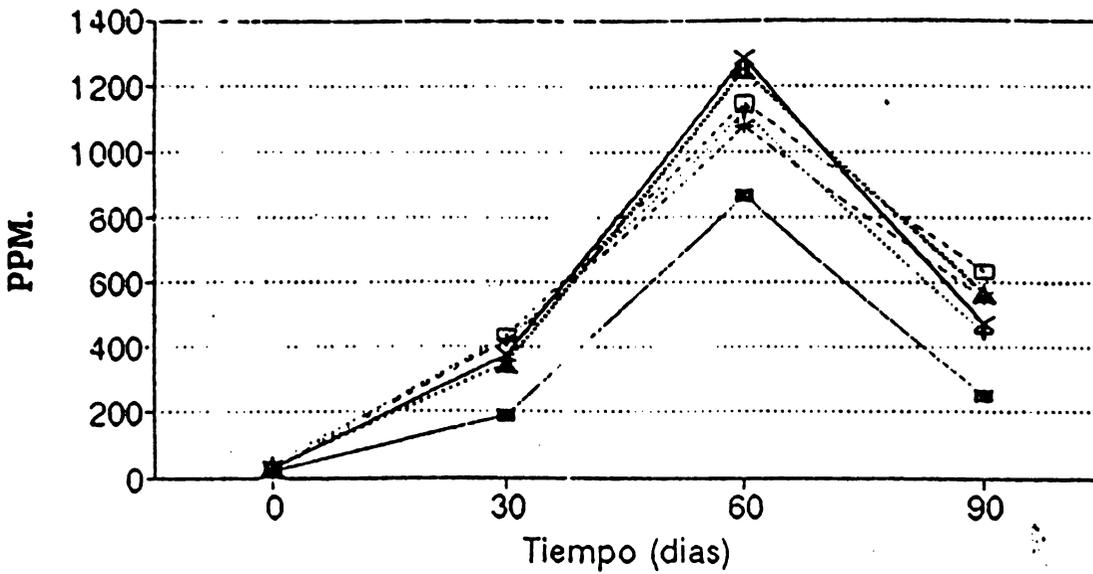


Fig.No. 6 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: Manganeso (PPM).

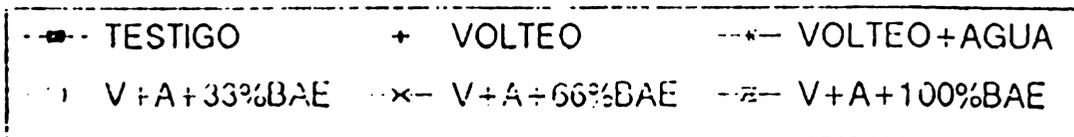
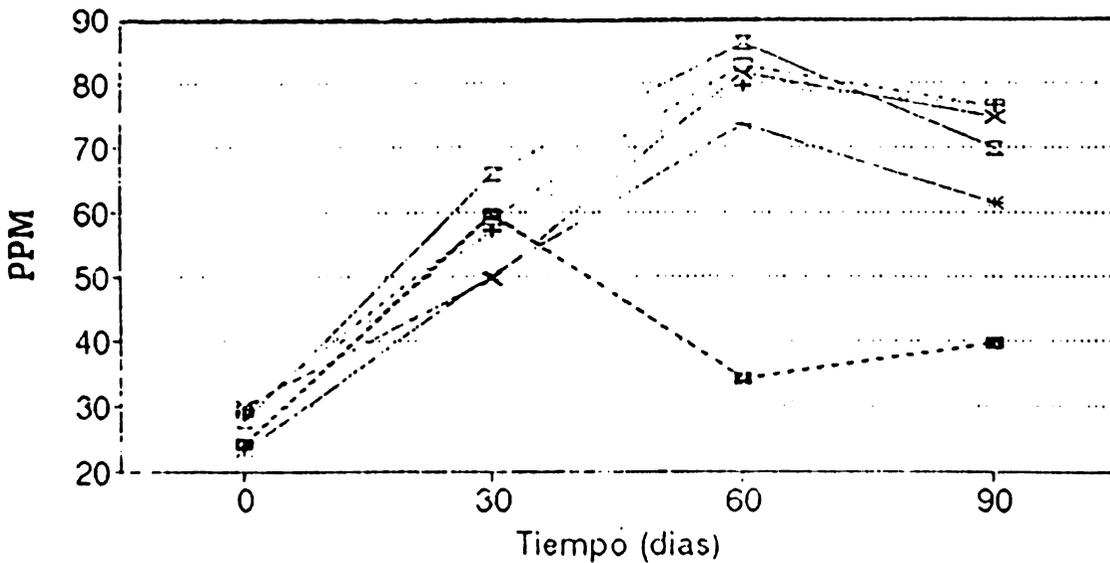


Fig.No. 7 Tendencia de tratamientos
fca. El Riscal Variable: Hierro (PPM).

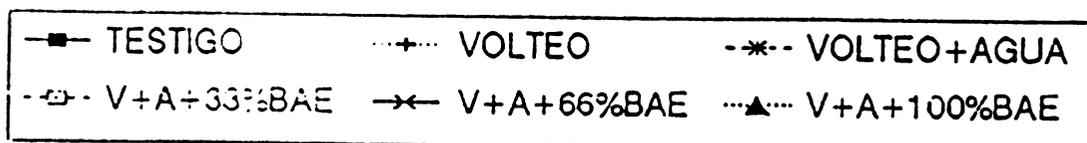
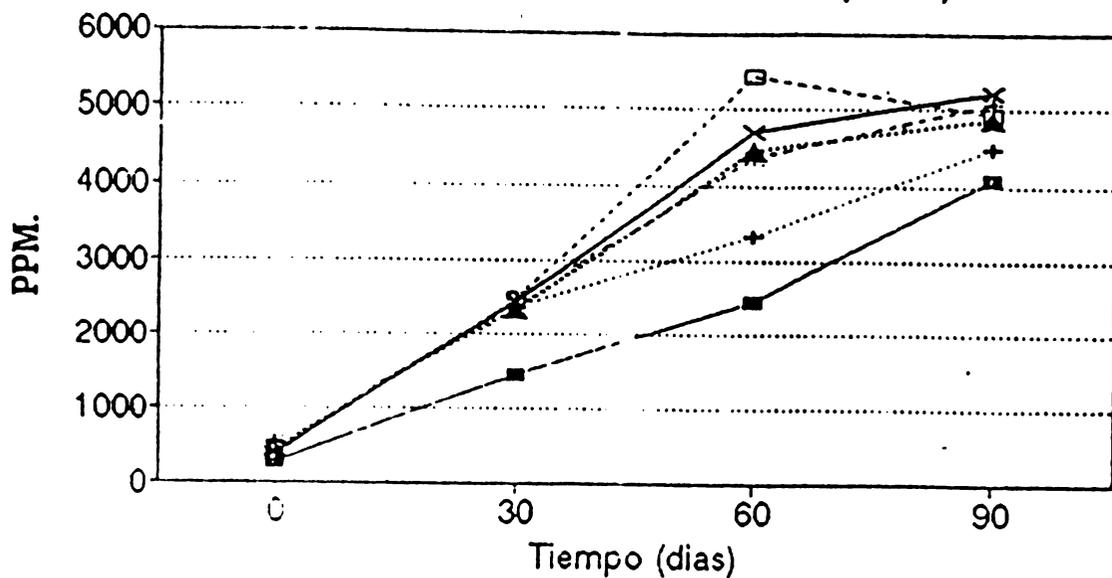


Fig.No. 8 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: Hierro (PPM).

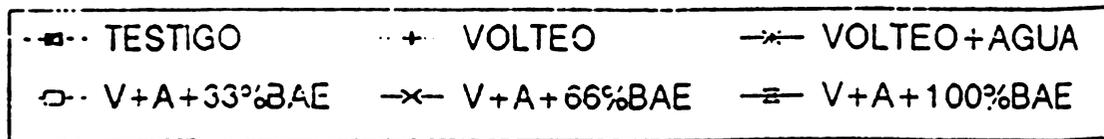
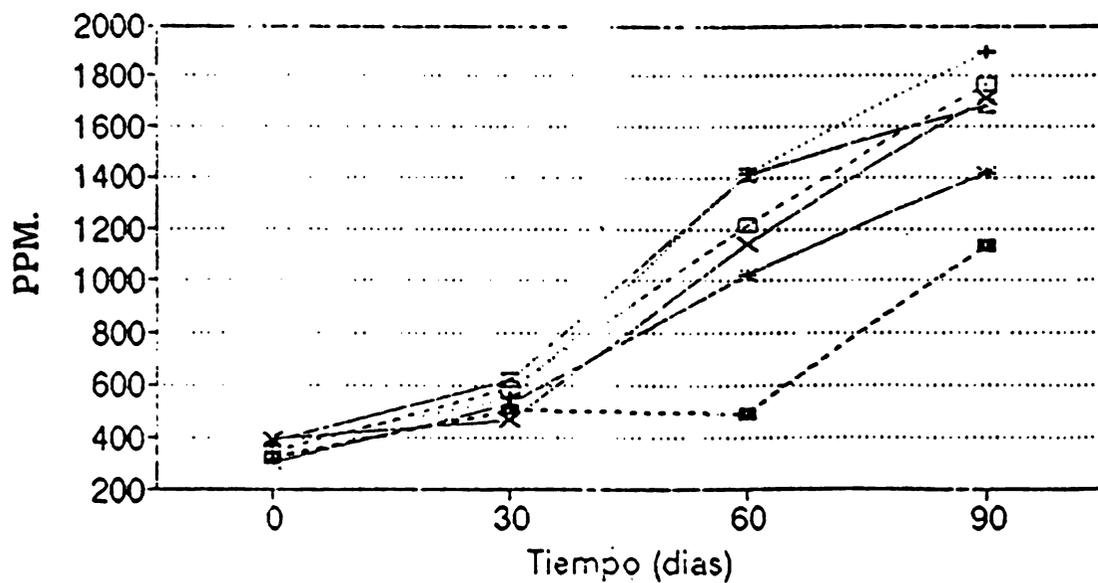


Fig.No. 9 Tendencia de tratamientos
fca. El Riscal Variable: Magnesio (%).

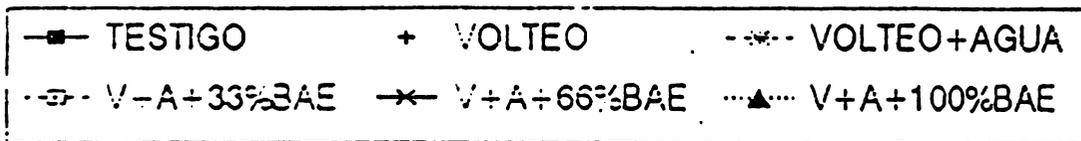
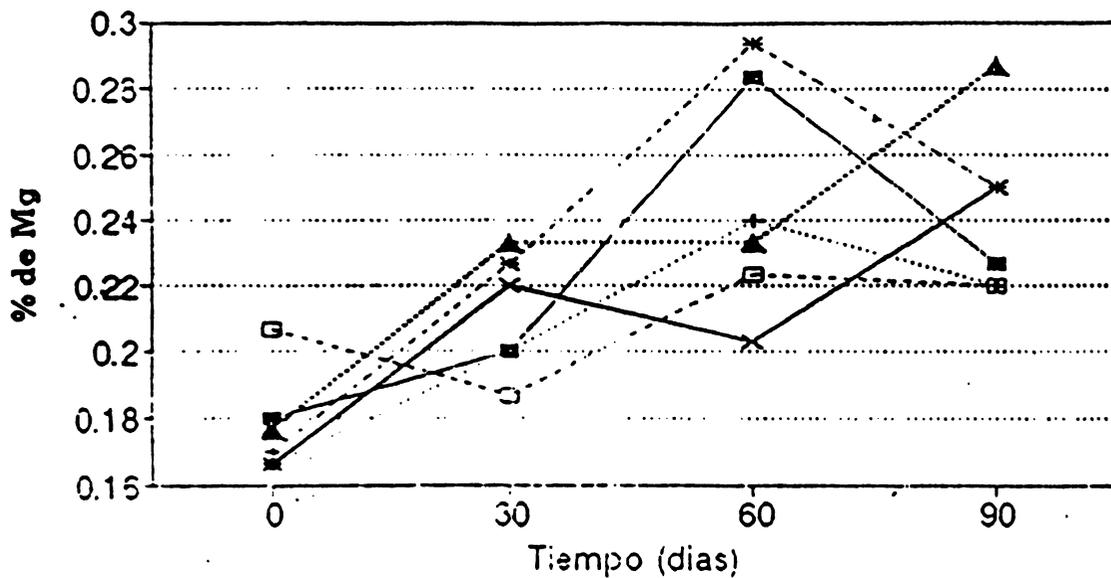


Fig.No. 10 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: Magnesio (%).

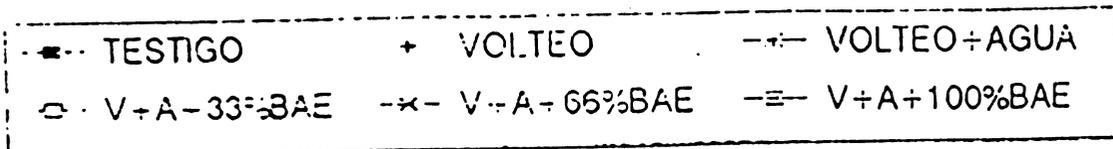
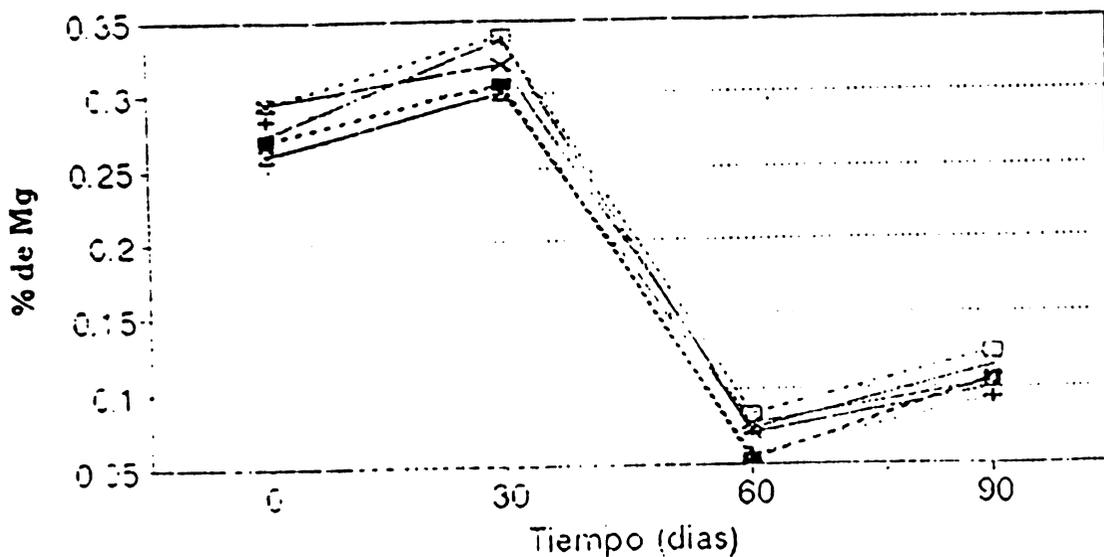


Fig.No. 11 Tendencia de tratamientos
fca. El Riscal Variable: Calcio (%).

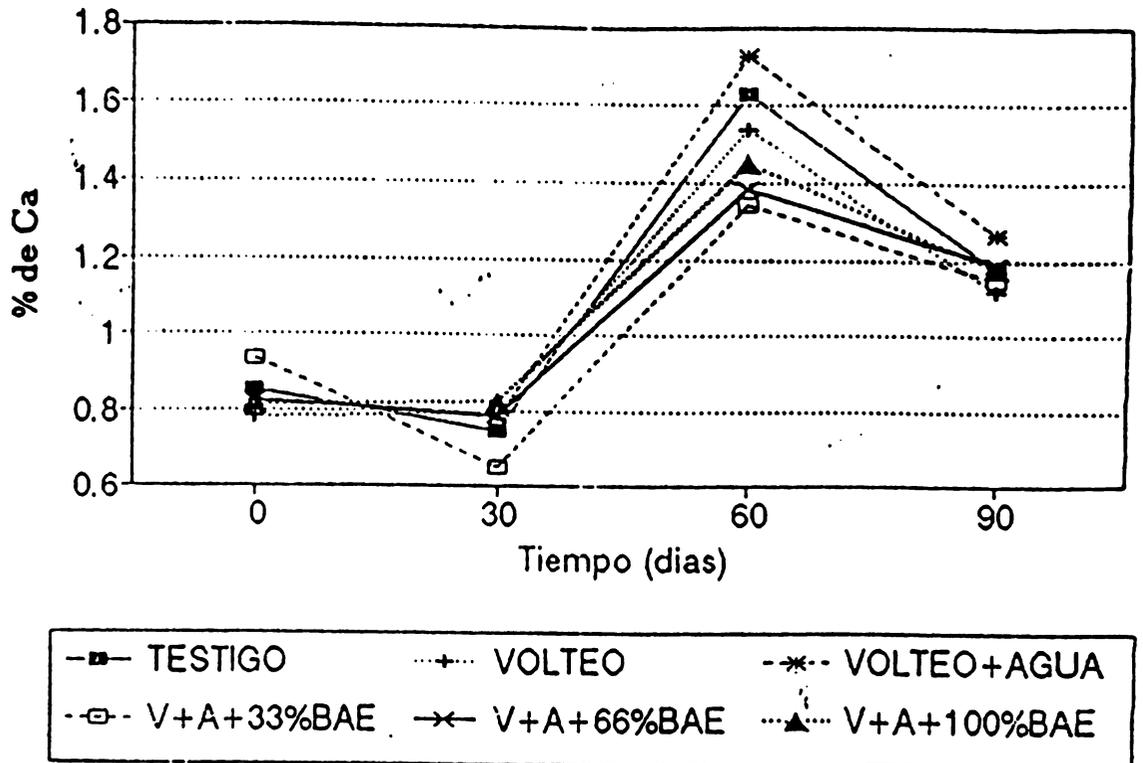


Fig.No. 12 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: Calcio (%).

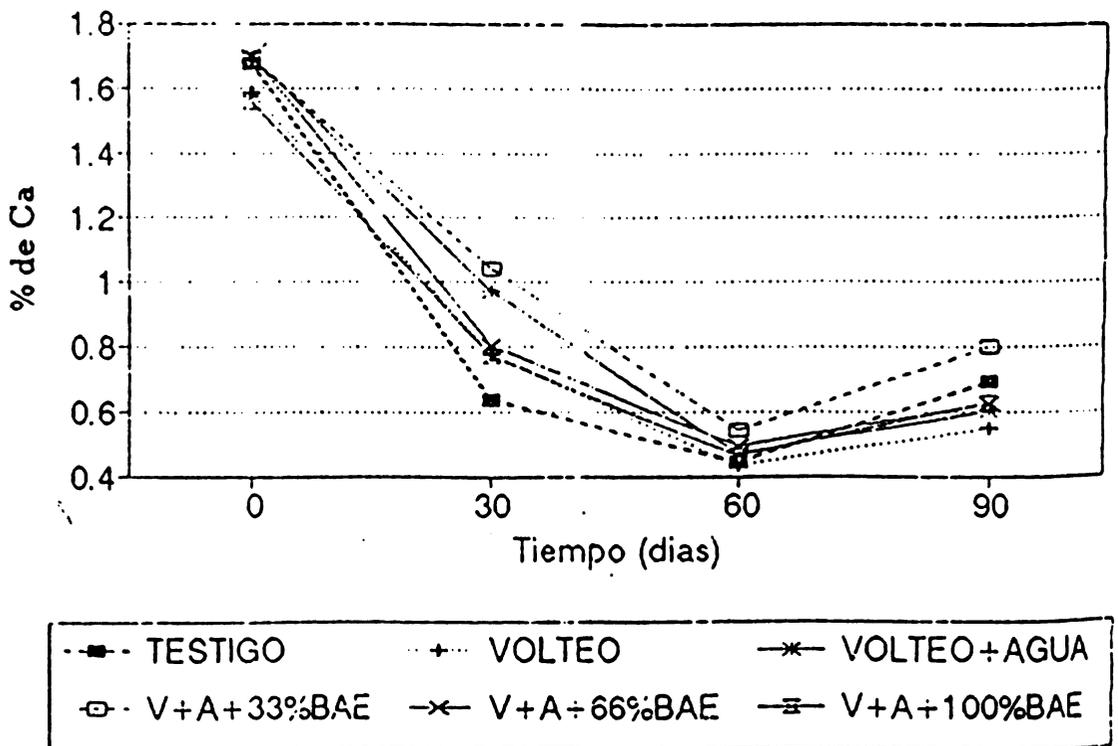


Fig.No. 13. Tendencia de tratamiento.
fca. El Riscal Variable: Potasio (%).

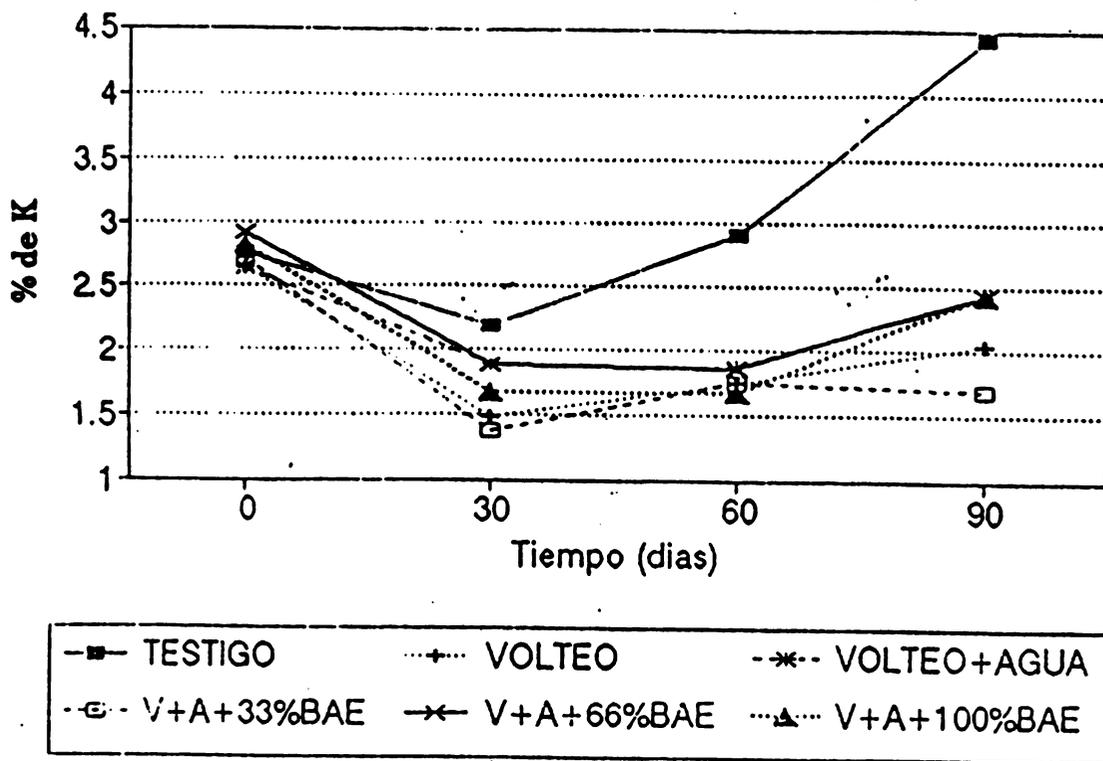


Fig.No. 14. Tendencia de tratamiento.
fca. El Salto Variable: Potasio (%)

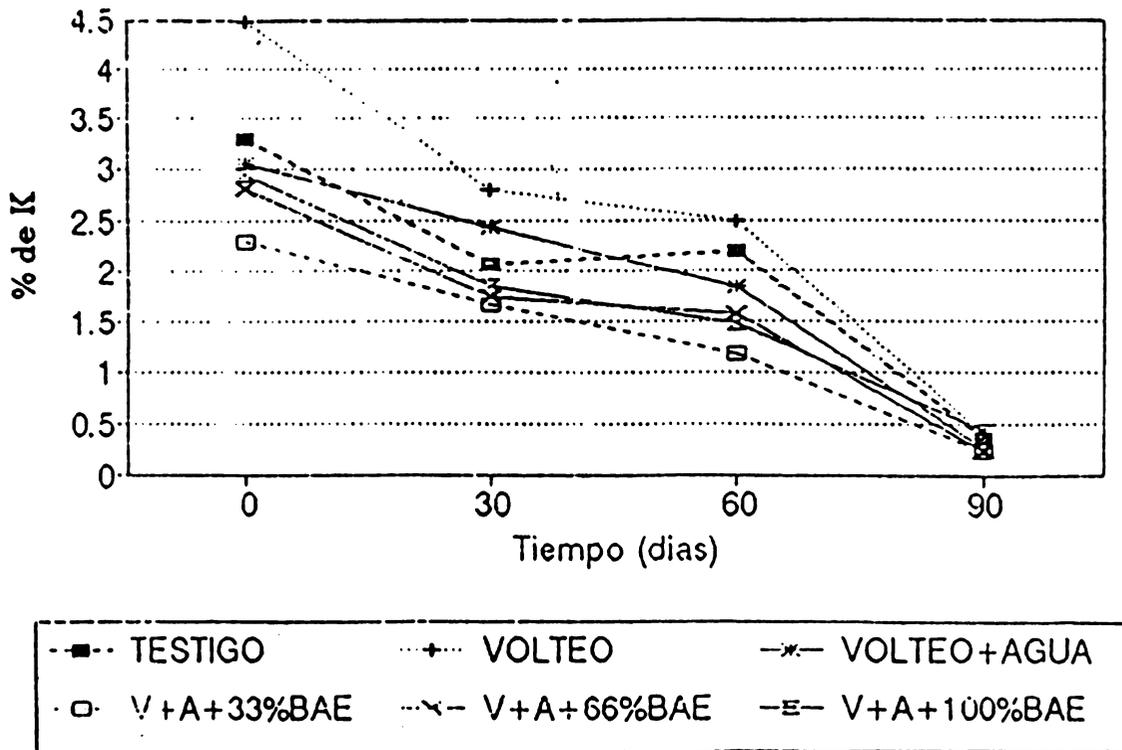


Fig. No. 15 Tendencia de tratamientos
fca. El Riscal Variable: Fosforo (%).

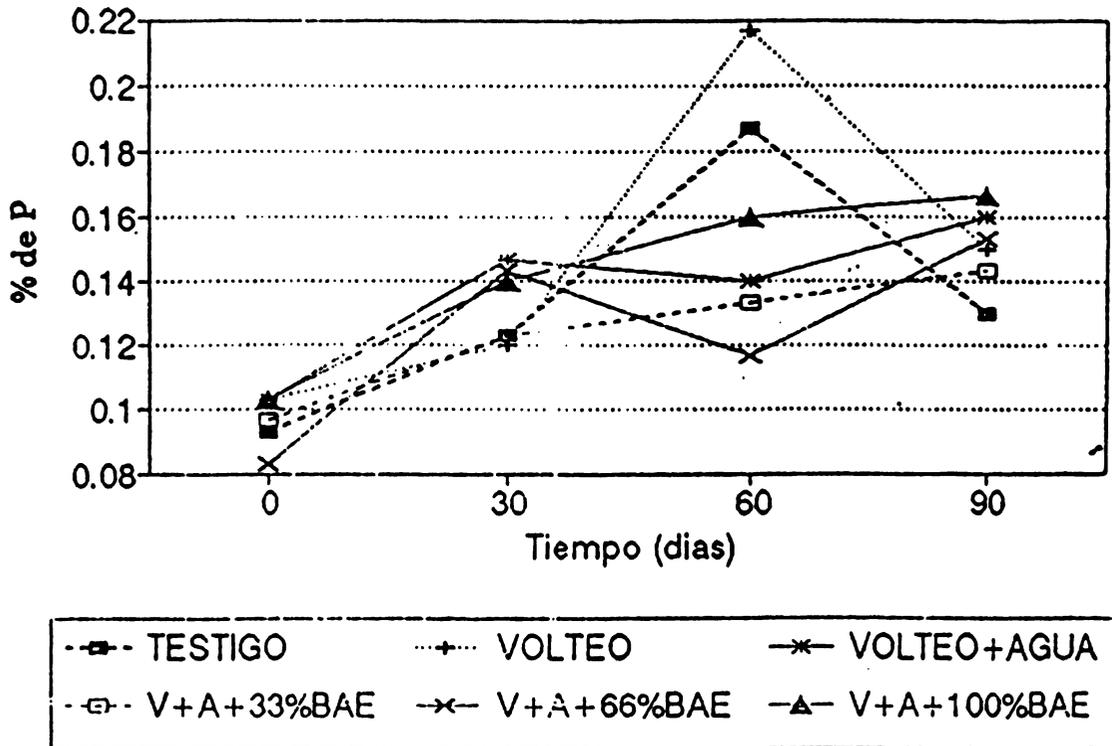


Fig. No 16 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: Fosforo (%).

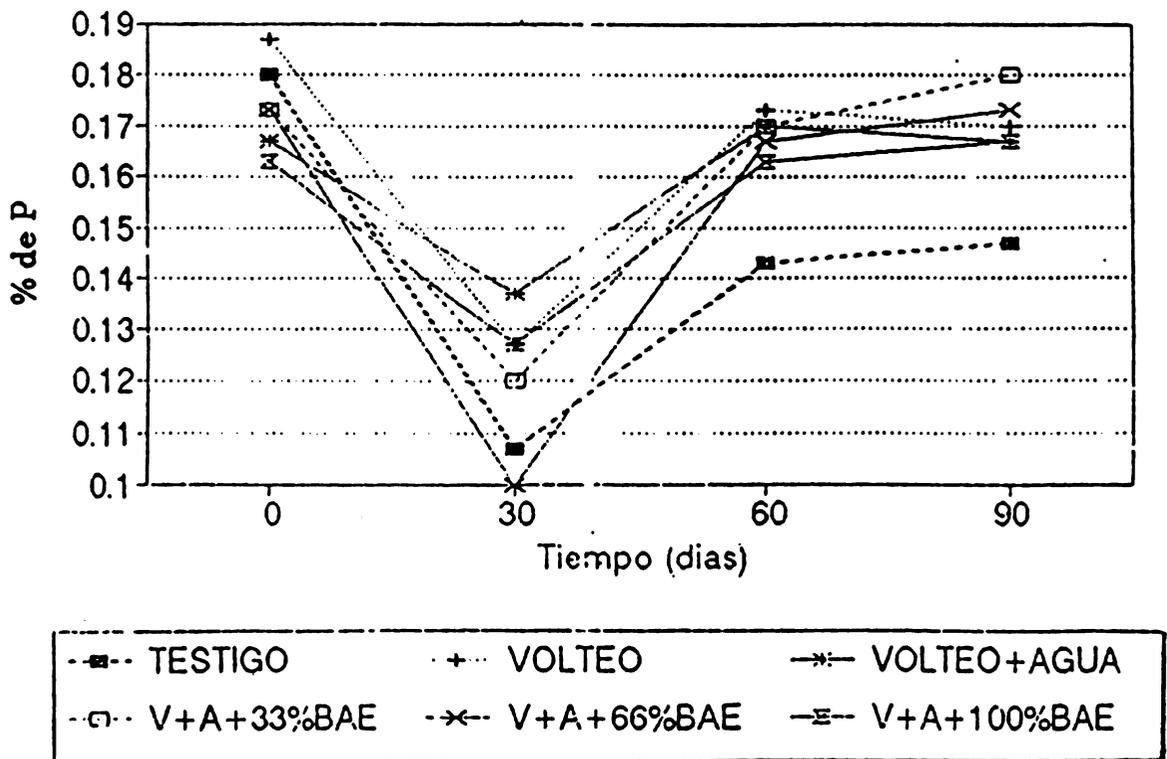


FIG.No. 17 *Tendencia de tratamientos*
fca. El Riscal Variable: Nitrogeno (%)

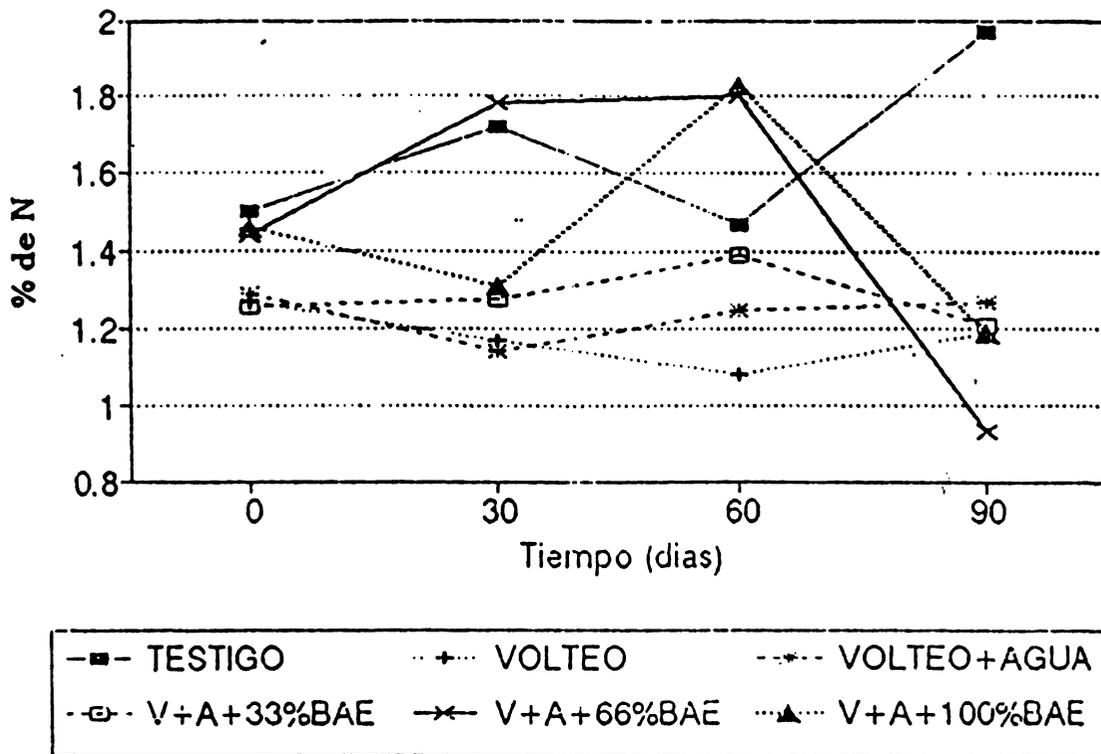


Fig.No. 18 *Tendencia de tratamientos*
fca. El Salto Variable: Nitrogeno (%)

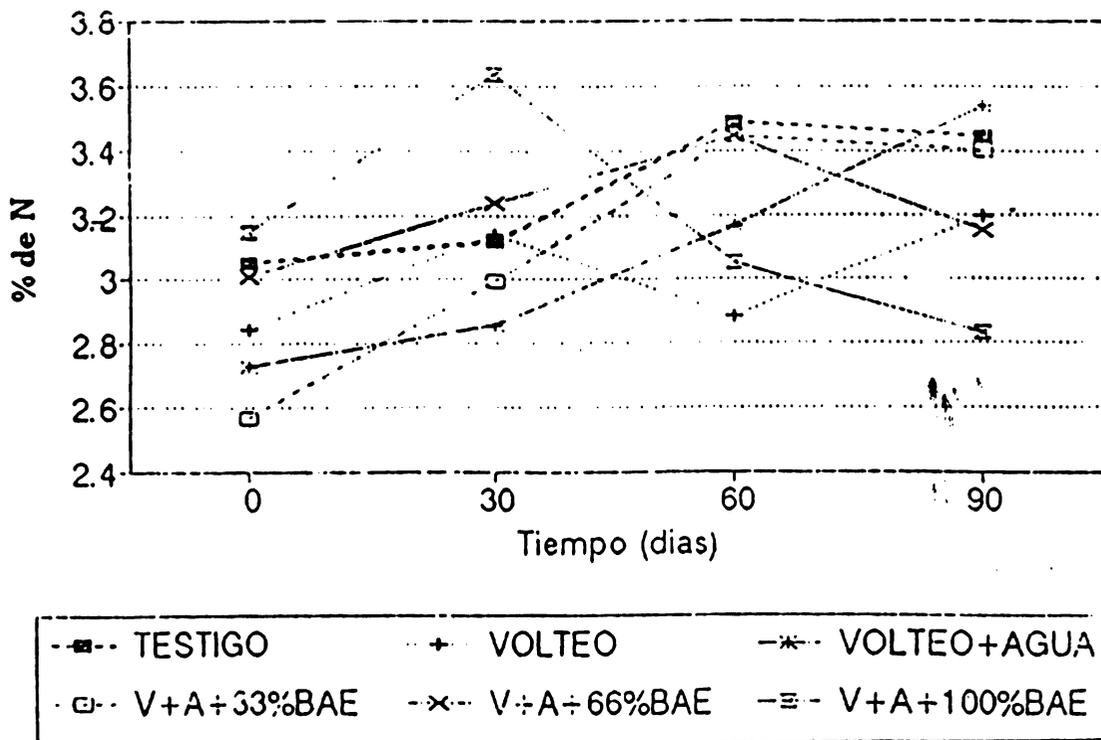


Fig.No. 19 Tendencia de tratamientos
fca. El Riscal Variable: Celulosa

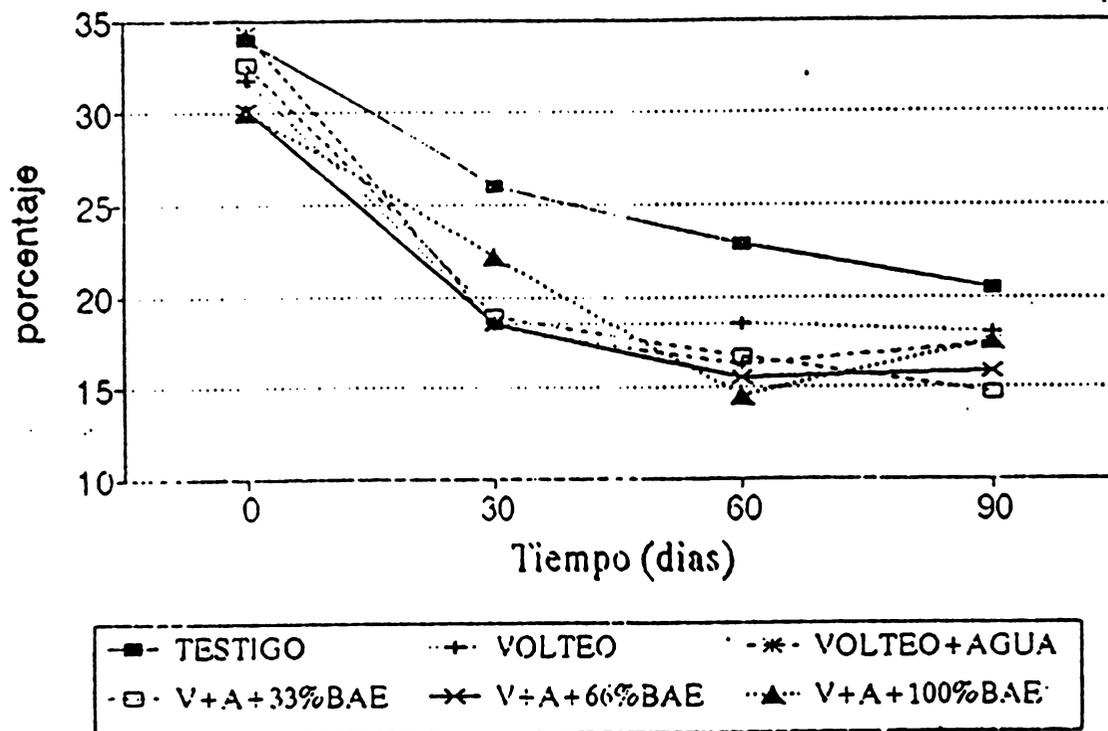


Fig.No. 20 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: Celulosa

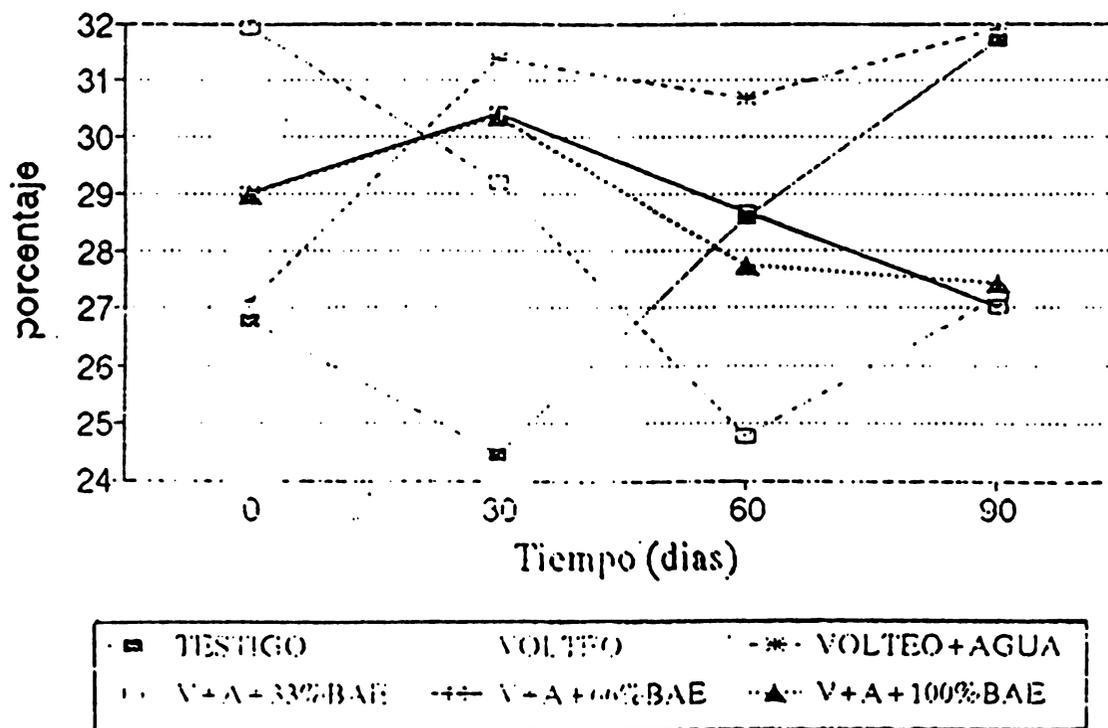


Fig.No. 21 Tendencia de tratamiento:
fca. El Riscal Variable: Lignina

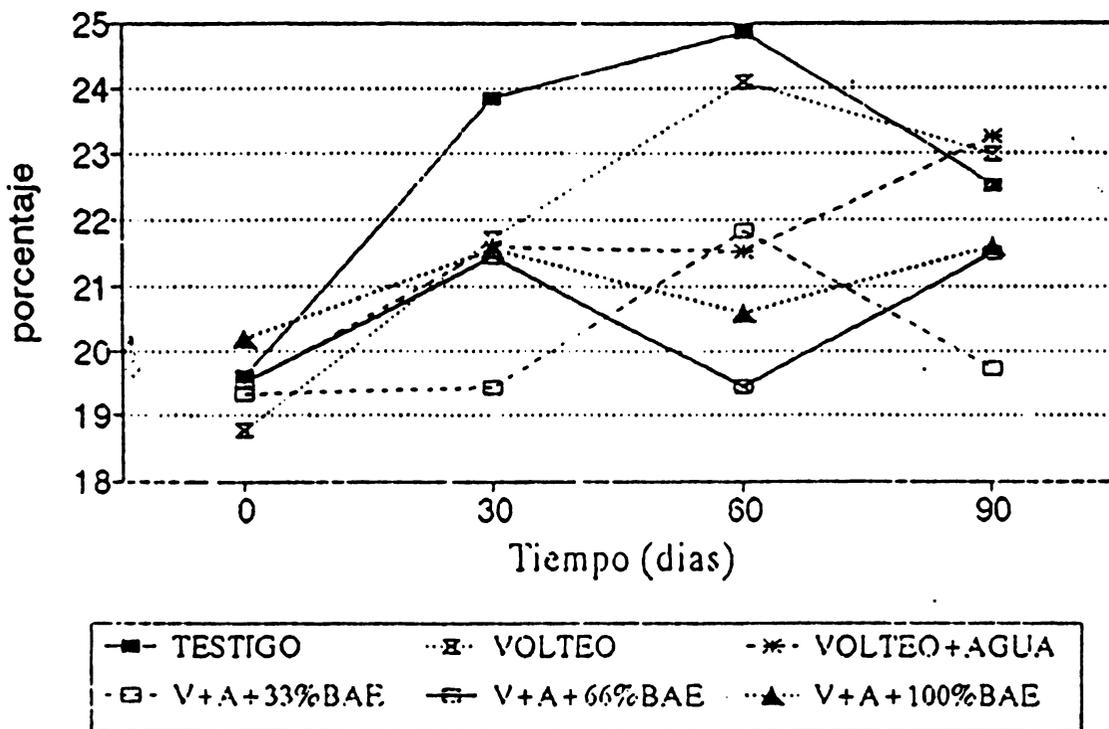


Fig.No. 22 Tendencia de tratamiento:
fca. El Salto Variable: Lignina

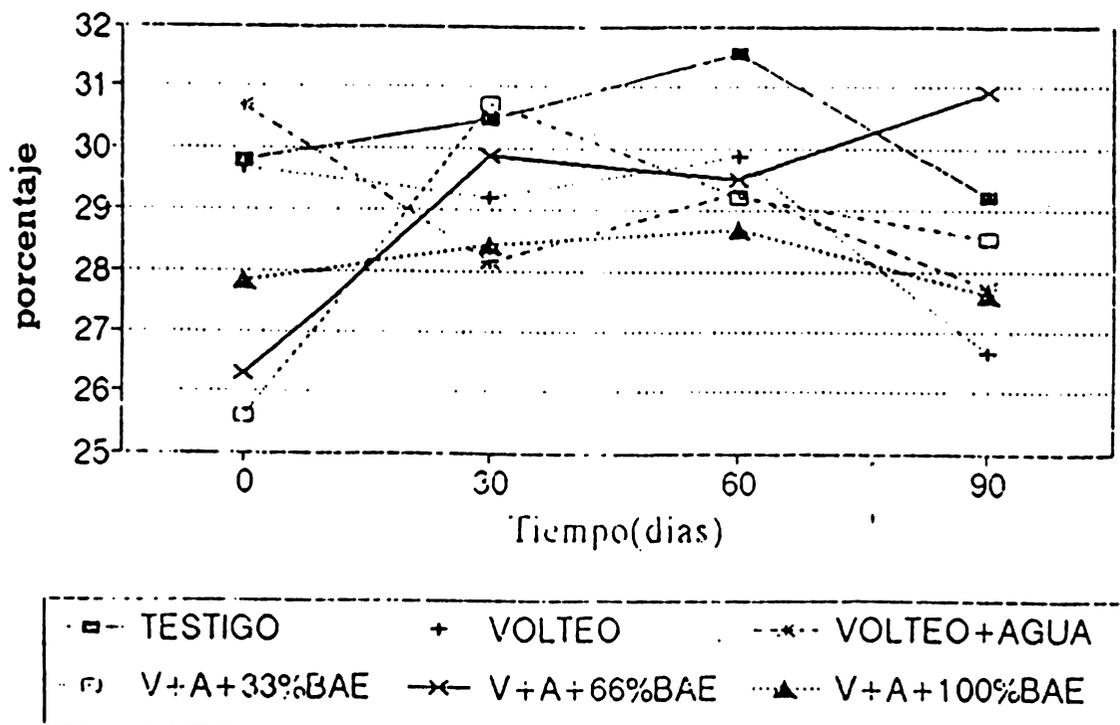


Fig.No. 23 Tendencia de tratamientos
fca. El Riscal Variable: F.D.A.

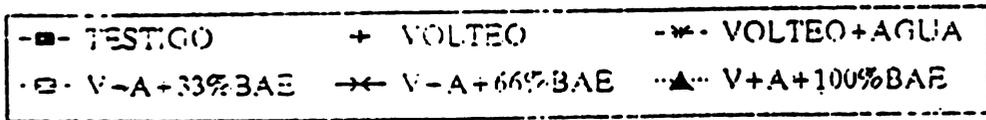
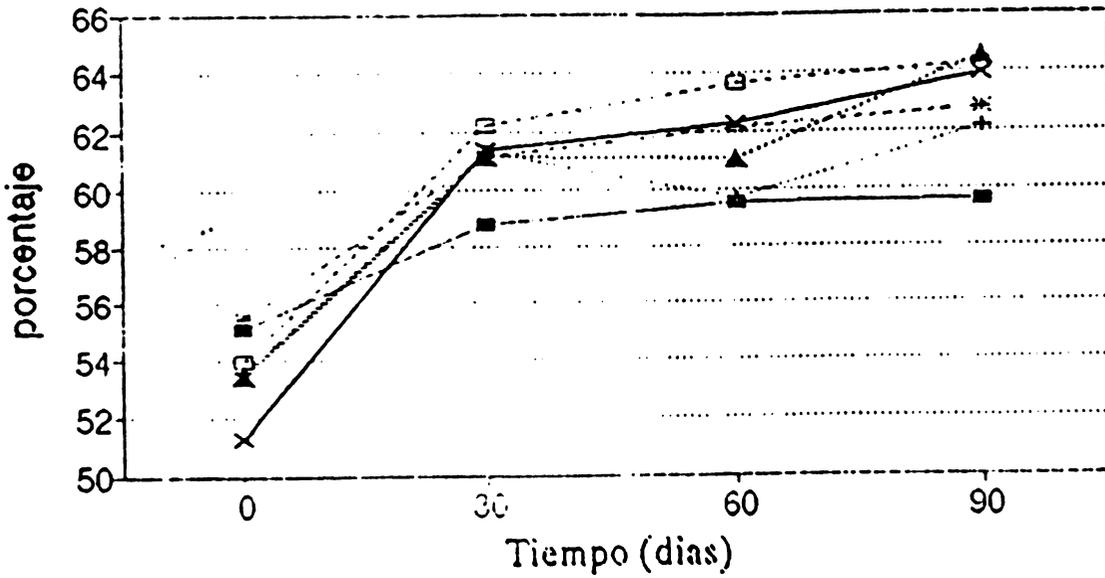


Fig.No. 24 Tendencia de tratamientos
fca. El Salto Variable: F.D.A.

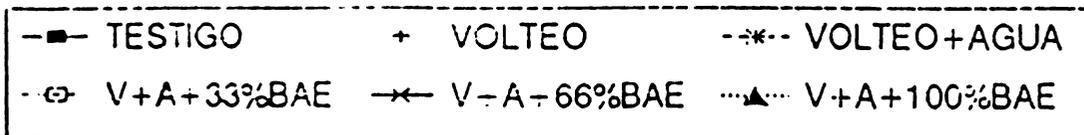
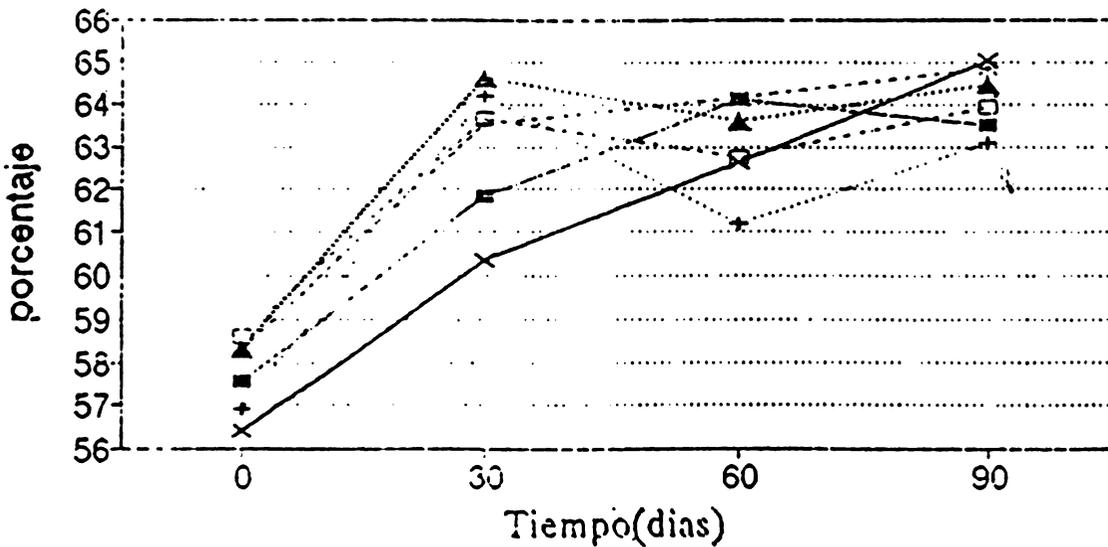


Fig.No. 25 Tendencia de Tratamientos
fca. El Riscal Variable: Rel. C/N

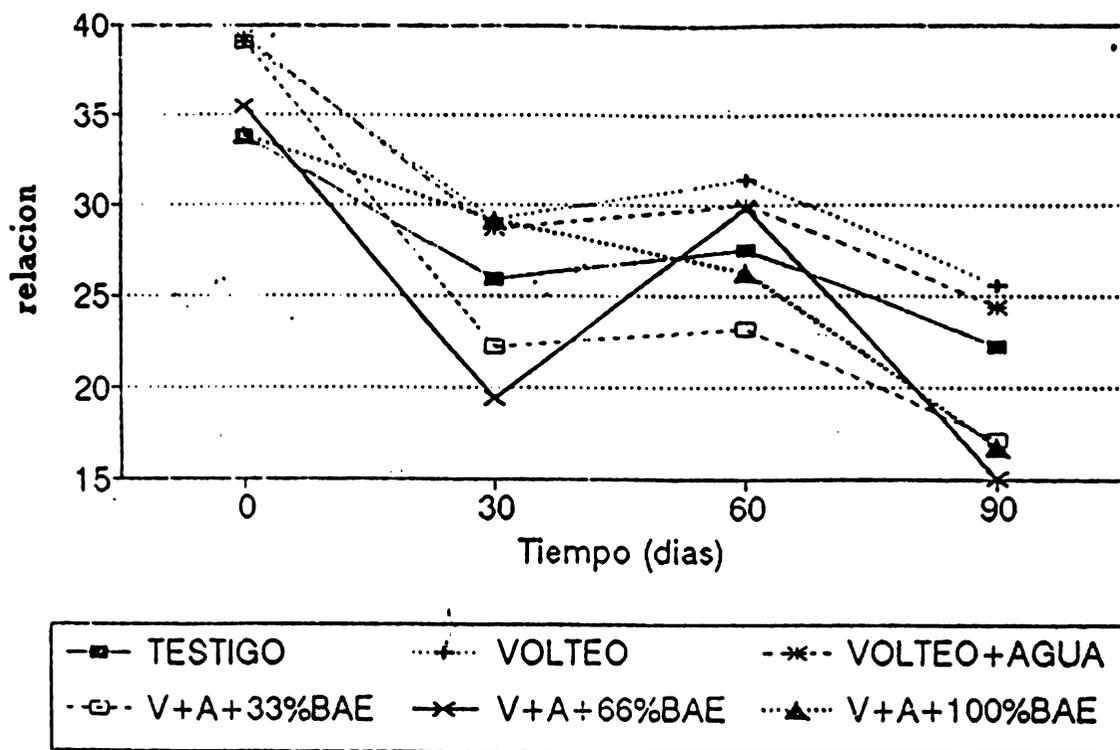
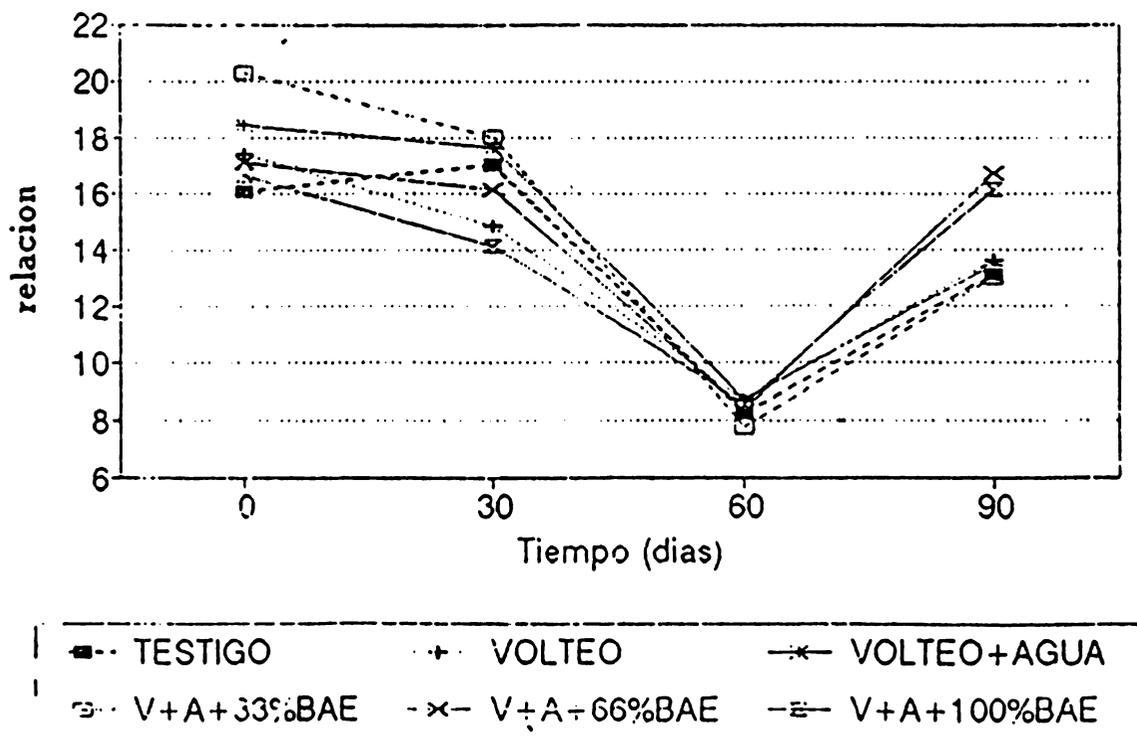


Fig.No. 26 Tendencia de tratamientos
fca. EL Salto Rel C/N.



1.- Para localidades:

- 1.1** Las diferencias estadísticas significativas entre las localidades, ubicadas a diferentes altitudes sobre el nivel del mar, y bajo los efectos de los distintos tratamientos para la degradación de la pulpa; se realizaron a menor tiempo en la localidad 2 (fca. El Salto, Escuintla)
- 1.2** La relación Carbón/Nitrógeno (C/N), para ambas localidades, se determinó entre los rangos de (C/N): 11 a 25, correspondiendo a estos rangos las mejores concentraciones de la mayoría de los elementos minerales estudiados. (Así; El Riscal: 16 a 25 y El Salto: 12 a 16)
- 1.3** La Fibra Detergente Ácido (F.D.A.), como otro de los indicadores para decidir el tiempo adecuado de la descomposición de la pulpa de café, se obtuvo en un rango de 60 a 65 %, para ambas localidades, ya que dentro de ese rango acumuló, también, la mayor parte de los elementos minerales con sus mejores concentraciones disponibles.
- 1.4** La relación C/N y la F.D.A., indicadas anteriormente, se obtuvieron para la localidad 1: Finca El Riscal, con una altitud de 1700 m.s.n.m., a partir de los 90 días de iniciada la descomposición de la pulpa de café y para la localidad 2: Fca El Salto, a 350 m.s.n.m., alrededor de los 45 a 50 días.
- 1.5** Los contenidos porcentuales de Lignina y Celulosa, durante el tiempo que se expuso la pulpa de café al proceso de su descomposición, en ambas localidades, mostraron una alta variabilidad, por lo que no son indicativos confiables para determinar la descomposición de la pulpa.
- 1.6** El pH de la pulpa de café descompuesta, cuando la relación C/N y F.D.A. indicaron rangos adecuados para su utilización, éste generó valores, para los tratamientos manejados física y químicamente, entre 8.2 y 9.9, es decir una reacción que va de media alcalina a muy fuertemente alcalina. No así el tratamiento testigo que reportó un pH de 6.7 para la región de baja altitud.
- 1.7** De manera general, en las dos localidades, se apreció que el acumulo de frecuencias de los elementos minerales con sus concentraciones conteniendo los valores mayores, se obtuvieron alrededor de los 60 días, condición ésta que fue incrementándose en la sucesión de la descomposición de la pulpa de café hasta alcanzar los 90 días.
- 1.8** Específicamente, el incremento de los elementos minerales, con valores mayores en función del tiempo, se realizó entre los 45 a 50 días en la localidad 2: Fca. El Salto, 350 m.s.n.m.) y a partir de los 90 días en la localidad 1: (finca El Riscal 1700 m.s.n.m)
- 1.9** La concentración de macro y micronutrientes fue estadísticamente significativa entre localidades, por lo que la diferencia reportó mayores niveles de aquellos para la localidad numero :2, Fca El Riscal.

2. PARA TRATAMIENTOS

- 2.1** El tratamiento sin ningún manejo (testigo) reportó frecuentemente, los niveles más bajos de concentración de los elementos minerales, comparado con los demás tratamientos al momento en que la relación C/N y F.D.A. fue adecuado para ellos, esto en ambas localidades.
- 2.2** En la localidad 1: finca El Riscal, el tratamiento que manifestó frecuentemente los niveles más altos de concentración de los minerales, fue el tratamiento numero 6, que consistió en:
Volteos manuales con periodos a cada 4 días, más riego con agua a razón de 4 galones/tonelada de pulpa de café, más 93 gramos de bacteria y 201 mililitro de activador enzimático, los demás tratamientos se comportan iguales.
- 2.3** En la localidad 2 finca El Salto, los tratamientos que reportaron frecuentemente los niveles más altos de concentración de los minerales, y en su orden fueron:
4,3 Y 6.

Tratamiento 4:

Volteos manuales y adición de 4 galones/tonelada métrica de pulpa, más 31 gramos de bacteria y 67 mililitros de activador enzimático.

- 2.4** De los tratamientos que recibieron manejo (Físico y/o Químico - se excluye testigo), los que presentan la mejor ventaja económica (anexo) y con resultados aceptables de concentración de minerales, bajo los rangos de la relación C/N y F.D.A. señaladas anteriormente, son el 2 y 3 que consisten en:

Tratamiento 2:

Volteos manuales cada 4 días

Tratamiento 3:

Volteos manuales cada cuatro días acompañado de riegos con agua a razón de 4 galones/tonelada métrica de pulpa de café.

RECOMENDACIONES

- 1.** Para obtener las mejores concentraciones de macro y micronutrientes, en el proceso de la descomposición de la pulpa de café, se recomienda como un indicador de la óptima degradación de aquellas, una relación carbono/nitrógeno (C/N) entre los niveles de 11 a 25, no importando la localidad.
- 2.** También se recomienda como otro indicador la fibra Detergente Ácido (F.D.A.), la que debe encontrarse en los parámetros porcentuales de 60 a 65% para ambas localidades.
- 3.** La Lignina y celulosa, no son indicativos confiables para la determinación del grado apropiado de la descomposición de la pulpa de café
- 4.** En relación del pH (Potencial Hidrogénico) se recomienda utilizar la pulpa de café descompuesta, aplicando tratamientos físicos, como volteos, con el fin de incrementarlo (pH) para un mejor uso en el mejoramiento del suelo.
- 5.** Respecto a la degradación de la pulpa de café en función del tiempo para lograr la relación C/N y F.D.A. como también las más adecuadas concentraciones de elementos minerales, esenciales para la nutrición del cafeto, se recomienda:
 - a) Para las zonas de mayor altitud: en el período de tiempo comprendido entre los 90 y 120 días.
 - b) Para las zonas de baja altitud: en el periodo de tiempo comprendidos entre los 45 y 60 días.
- 6.** El tratamiento recomendable, por presentar las mejores ventajas económicas, es el número 3 que consiste en:
Volteos a cada 4 días y adición de riegos con agua simultáneamente a razón de 5 galones por tonelada métrica de pulpa.
- 7.** Para las regiones altas, que requieran obtener la descomposición en un período menor, entre 90 y 100 días, se recomienda el tratamiento con adición de bacterias y activador enzimático y de preferencia el número: 5, que corresponde al manejo siguiente:
 - Volteos a cada 4 días, riego simultáneo, a razón de 4 galones de agua /tonelada métrica de pulpa de café, con la adición de 62 gramos de bacteria y 134 mililitros de activador enzimático.

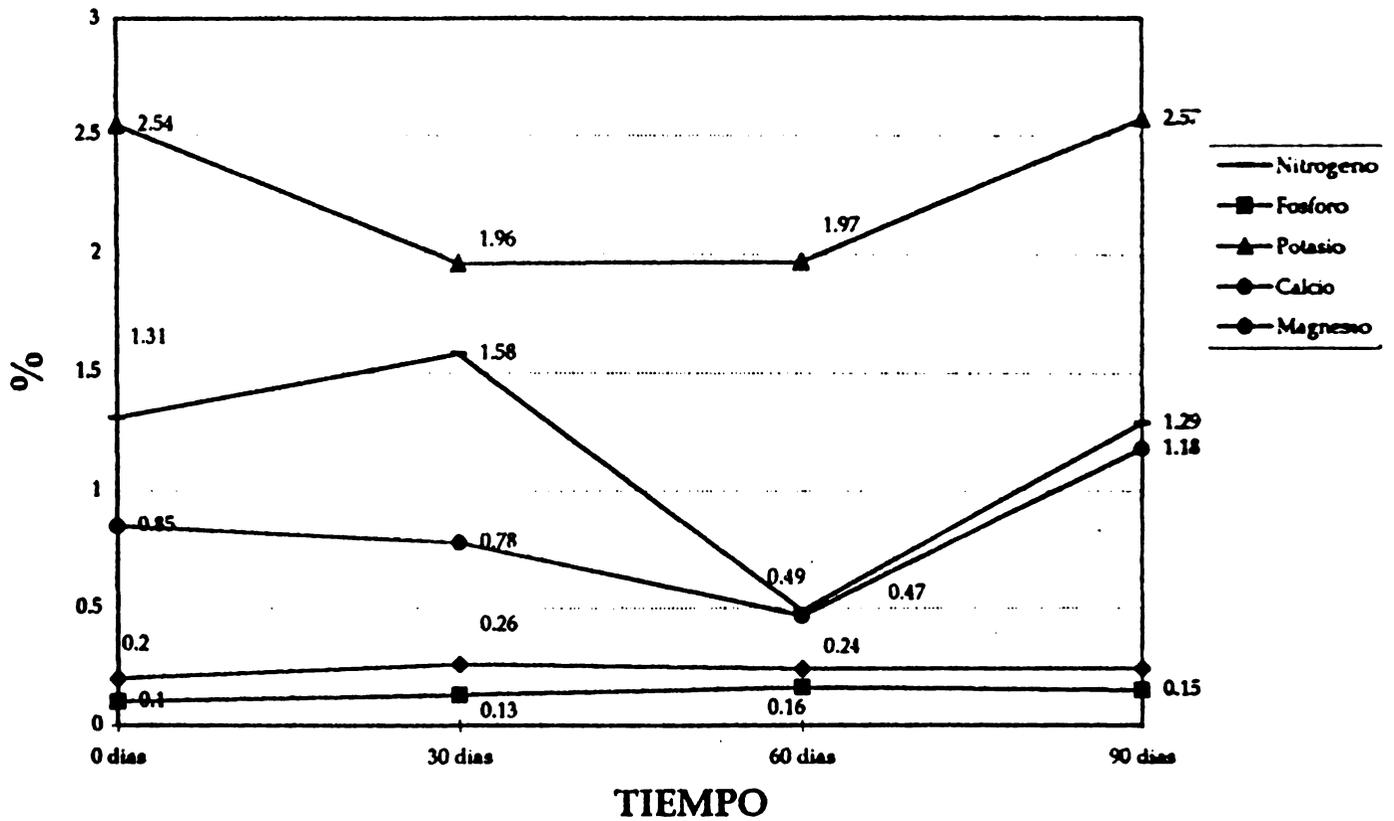
ANEXO

Costos por localidad para el establecimiento y manejo de la pulpa de café para la producción de abono orgánico.

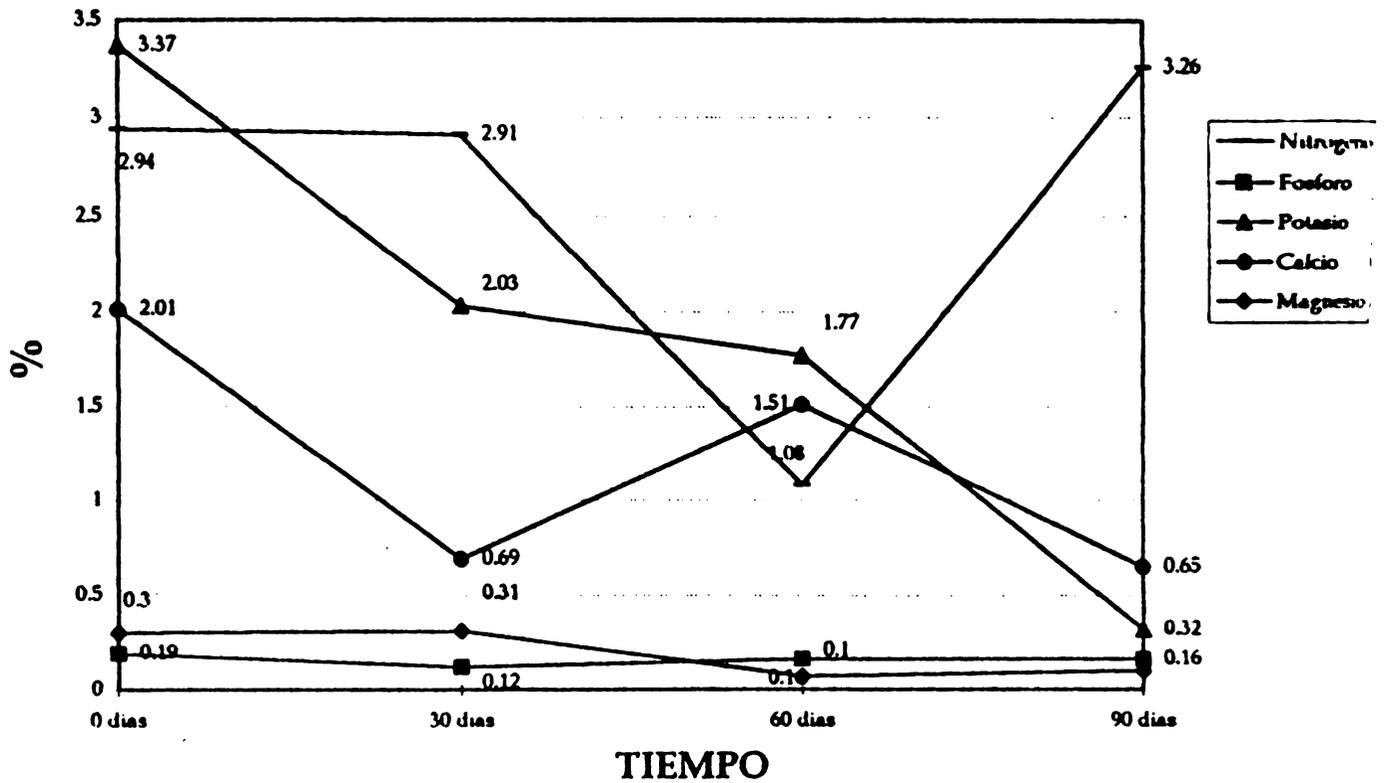
Nó.	Descripción de Tratamientos	Costo/T. M.
1	Promontorio de pulpa sin manejo (testigo)	\$ 2.91
2	Promontorio de pulpa con manejo	\$ 8.25
3	- Promontorio de pulpa con manejo - Adición de Agua	\$ 10.92
4	- Promontorio de pulpa con manejo - Adición de agua - 31 q. de bacteria - 67 ml. de activador enzimático	\$ 24.69
5	- Promontorio de pulpa con manejo - Adición de agua - 62 q. de bacteria - 134 ml. de activador enzimático	\$ 38.46
6	- Promontorio de pulpa con manejo - Adición de agua - 93 q. de bacteria - 201 ml. de activador enzimático	\$ 52.23

Tendencia de los Promedios Generales de los elementos minerales disponibles.

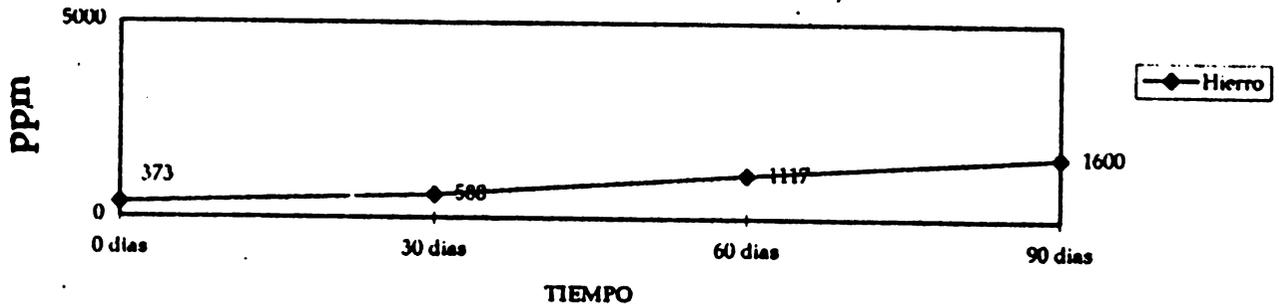
FINCA EL RISCAL, VILLA CANALES, GUATEMALA



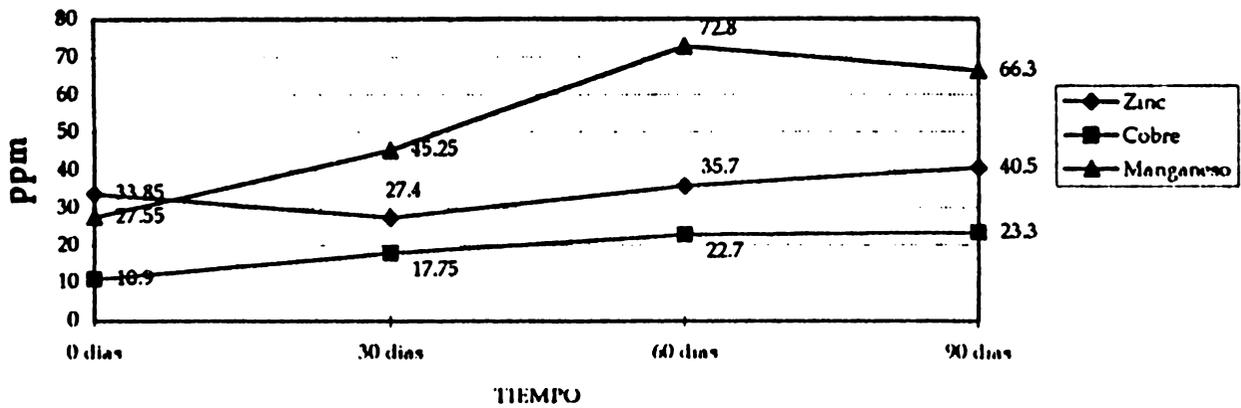
Tendencia de los Promedios Generales de los elementos minerales disponibles. FINCA EL SALTO, ESCUINTLA



Tendencia de los Promedios Generales de los elementos minerales disponibles.
FINCA EL SALTO, ESCUINTLA



Tendencia de los Promedios Generales de los elementos minerales disponibles.
FINCA EL SALTO, ESCUINTLA



BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aguirre, B. F. 1966.
La Utilización del grano del café y de sus productos.
Guatemala, ICAITI. 431 p.
- 2.- Alvarez, W. 1982.
Producción acelerada de abono orgánico a partir de pulpa de café. Diseño de una planta productora.
Tesis Ing. Quim. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 194 p.
- 3.- Braham, J. E.; Bressani, R. 1978.
Pulpa de café; Composición, tecnología y utilización. INCAP.
Guatemala. 152 p.
- 4.- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA 1982.
40 Años de investigación en Cenicafe. Colombia. V. 1, 35 p.
- 5.- Leiva, J.R. 1988. Evaluación del degradador enzimático de rastros (Stubble digester plus) en la descomposición de la pulpa del café. Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
- 6.- López E. ; Del Valle R.; Carrillo E. 1992.
Revista Cafetal (Gua) No. 319:11-13
- 7.- Rodas C. 1990. contaminación de ríos por subproductos del beneficiado. Revista cafetalera (Gua) No. 312: 23-26
- 8.- Wer C. 1992. Eliminación de la materia orgánica residual. Boletín (Gua) No. 1:3.
- 9.- Zuñiga, J. 1993. contenidos celulares. Guatemala, INCAP. (Comunicación personal).

VALORIZACIÓN DE LA PULPA DE CAFÉ POR MEDIO DE LA FABRICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS ^{1/}

*Gerardo Lardé

RESUMEN

El mejor aprovechamiento de la pulpa de café en los cultivos depende de la calidad de la materia orgánica que de ella puede derivarse la que, a su vez, está vinculada a los modos de elaboración del abono orgánico. En los métodos aeróbicos como el compostaje, la lombricultura y la larvicultura es inevitable la pérdida de elementos nutritivos por volatilización y escurrimiento lo que es más notorio con el potasio y el nitrógeno en la lombricultura, aunque con esta técnica la mineralización es más rápida; en los métodos anaeróbicos prácticamente se conservan todos los elementos. El uso de coadyuvantes comerciales para favorecer la descomposición dio resultado con un producto enzimático pero no con productos microbianos. Para poder optimizar los procesos con un enfoque ingenieril, en términos de la conservación de nutrimentos se necesita un mejor conocimiento de la cinética de la descomposición, del proceso de mineralización, de las interrelaciones dinámicas entre los invertebrados y el substrato, de la partición de elementos entre sólidos y líquidos escurridos y de la evolución de la madurez del abono orgánico. Con respecto a estas cuestiones, se discuten aspectos tecnológicos con énfasis en la experiencia salvadoreña.

* Ingeniero Químico, Investigador en Desechos Industriales

^{1/} La mención de marcas comerciales no significa recomendación o desaprobación de ningún tipo por parte de PROCAFE.

INTRODUCCIÓN

Las bondades de la pulpa de café para la nutrición vegetal se han comprobado en cafetales establecidos (1,3,24), en cafetos no mayores que un año (9,15,16,17,25), en hortalizas (5) y en plantas ornamentales (22).

La pulpa de café se utiliza como abono orgánico en las fincas cafetaleras centroamericanas desde el siglo XIX (4). En los beneficios de café salvadoreños, es práctica común transportarla hidráulicamente o mediante conductores helicoidales hasta áreas especialmente habilitadas, generalmente con piso de cemento donde se acumula a lo largo de la temporada de procesamiento; hay tal demanda por la pulpa de café que en algunos beneficios queda poca antes de terminar la cosecha, debido a que diariamente llegan camiones que la llevan hacia las fincas; existe una política de puertas abiertas para quienquiera que desee sacar pulpa sin pago alguno; en algunos lugares, incluso, se colocan rótulos en los cuales se indica la gratuidad del desecho.

En las fincas, la pulpa se deposita cerca de los cafetos que se van a fertilizar aunque pueden transcurrir varias semanas antes de que esta actividad se realice. En años recientes ha aumentado la elaboración de abonos orgánicos en las fincas y beneficios, en parte como resultado del impulso tomado por la caficultura orgánica; en un caso, por ejemplo, se produjeron 368 Mg (8000 quintales) de abono orgánico los cuales fueron vendidos a los socios cooperativistas a un precio equivalente de US \$ 0.01/kg (18).

El máximo aprovechamiento de la pulpa de café en los cultivos depende de la calidad de la materia orgánica de ella derivada, la que, a su vez, está vinculada al proceso de elaboración del abono orgánico. En este artículo se discuten algunos aspectos tecnológicos de tal cuestión, con énfasis en la experiencia salvadoreña reciente y con un enfoque de ingeniería química.

PROCESOS DISPONIBLES

Esencialmente, con pulpa de café se puede producir abonos orgánicos de dos modos: por vías aeróbicas o por procedimientos anaeróbicos (fig. 1). Cada proceso tiene sus propias características (cuadro 1).

La composición química de la pulpa de café es función de las condiciones naturales y los factores agronómicos del cultivo de modo que cabe esperar cierta variabilidad en la composición química del abono orgánico derivado; sin embargo, hay algunas diferencias importantes (cuadro 2) de carácter más fundamental:

en el vermiabono, el nitrógeno y el potasio se suelen encontrar en menor proporción ya que en el proceso hay más posibilidades de que ocurra escurrimiento; la pérdida de la materia volátil es notoria en el vermiabono, regular en el composte y en el larviabono, y poca en el bioabono, como resultado de la distinta actividad de los agentes biológicos predominantes; los abonos aeróbicos son, en general, más básicos que el bioabono.

Procesos aeróbicos

En teoría, para cualquier sistema constituido por un desecho y un conjunto de agentes biológicos descomponedores específicos, el estado de la materia orgánica en cualquier momento está definido por un conjunto de valores de ciertas características químicas los cuales siempre se dan simultáneamente, aunque más tarde o más temprano dependiendo de los aspectos propios de la tecnología empleada. Este conjunto de condiciones determina el efecto del abono sobre la planta y de ahí, la importancia de caracterizar el curso de la descomposición lo más completamente posible, para lo cual se deben considerar tanto la cinética química como los balances de materia.

En los procesos aeróbicos ocurren cambios químicos que son claves para definir el estado de la materia orgánica y describir la marcha de la descomposición, en especial, la pérdida de los sólidos volátiles, la volatilización del nitrógeno y el aumento del pH.

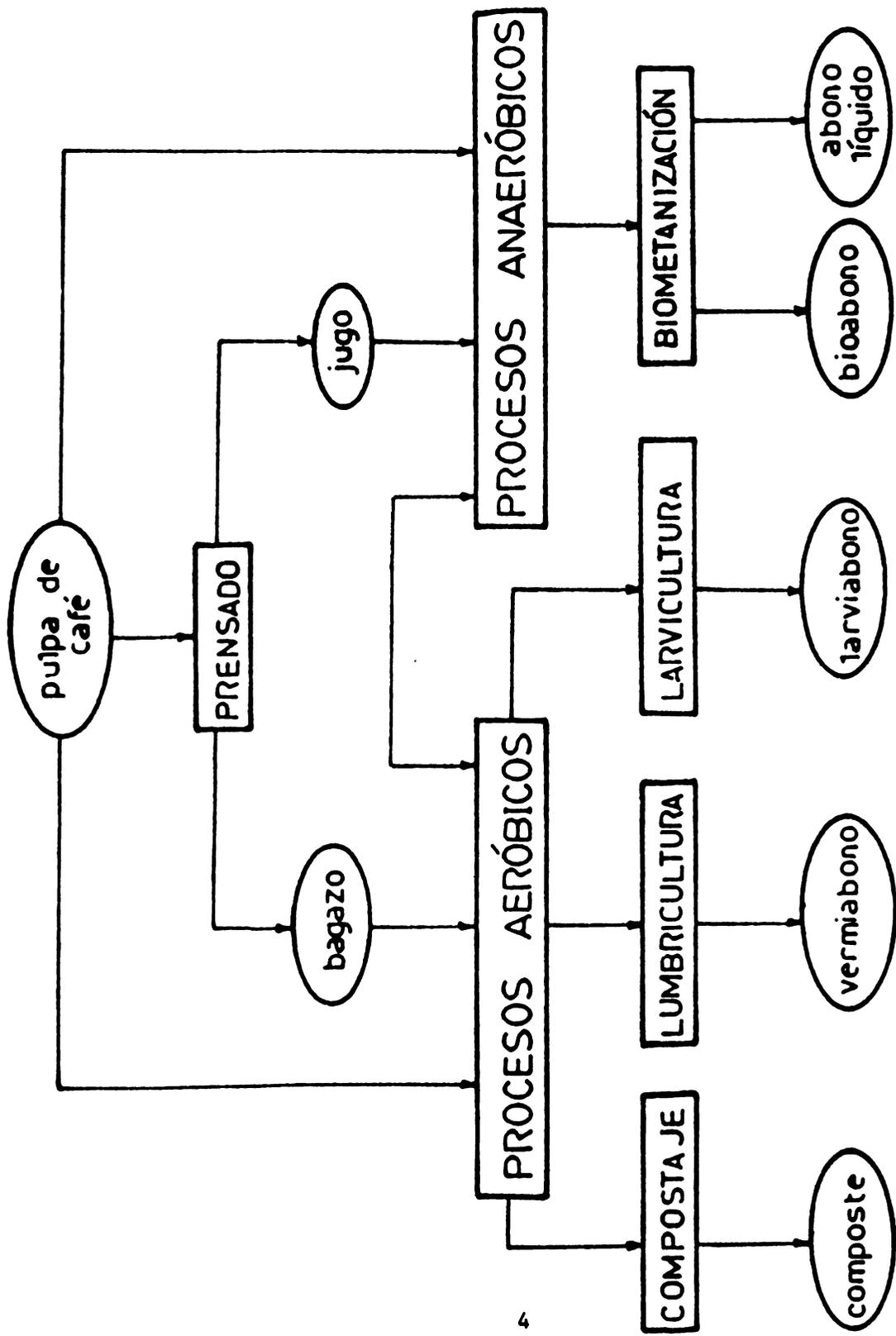


figura 1. Métodos para la producción de abonos orgánicos derivados de pulpa de café

Cuadro 1. Comparación de los procesos para elaborar abonos orgánicos de la pulpa de café

Factor	Compostaje	Lumbricultura	Larvicultura	Biometanización
Agente biológico predominante	Microorganismos aeróbicos	Lombrices de tierra	Larvas de insectos	Bacterias anaeróbicas
Periodo necesario (días)	30-90	45	50	30
Riesgo de proliferación de insectos dañinos	Alto	Bajo	Mediano	Nulo
Riesgo de pérdida de nutrientes	Mediano	Alto	Mediano	Bajo
Grado de mineralización	Mediano	Alto	Mediano	Bajo
Otros productos derivados	Ninguno	Proteína animal	Proteína animal	gas combustible
Escala de operación 1/	P.I.C	P.I.C	P,I	I,C
Necesidad de mano de obra 2/	Mediana, alta	Alta	No aplica	Baja
Consumo de energía 2/	Alto	Bajo	No aplica	Bajo
Nivel técnico de operarios 2/	Mediano	Bajo	No aplica	Alto
Superficie requerida 2/	Extensa	Extensa	No aplica	Reducida
Inversión de capital 2/	Alta	Mediana	No aplica	Alta

1/ P: pequeña escala; I : escala intermedia; C : escala comercial.

2/ a escala comercial.

Cuadro 2. Composición química y pH de la pulpa de café fresca y del abono orgánico derivado 1/

	Pulpa fresca	Composte	Vermiabono	Larviabono	Bioabono
Elementos principales					
(g/kg)					
N	20	30	17	27	41
P	1	3	2	3	2
K	43	57	15	48	29
Ca	5	19	13	12	7
Mg	2	6	5	3	2
S	2	3	2	2	6
Elementos menores					
(mg/kg)					
B	51	80	46	52	72
Fe	316	2869	2154	1435	6281
Cu	37	28	63	66	56
Zn	27	23	75	56	164
Mn	51	142	311	137	229
Otros					
Sólidos volátiles(g/kg)	903	710	313	700	860
pH	4.8	9.1	8.3	8.8	7.9

1/ Valores expresados en base seca excepto pH.

En el caso de la pulpa de café, se ha observado que el contenido de sólidos volátiles disminuye y el de nitrógeno aumenta, ambos según una tendencia que puede describirse empíricamente mediante una ecuación lineal cuya pendiente da la tasa de pérdida de la materia volatilizable en el primer caso, y la tasa de "enriquecimiento" de nitrógeno en el segundo (fig. 2); esta concentración de nitrógeno no significa que se conserva totalmente, sino que se pierde más lentamente que los sólidos volátiles (recuérdese que los contenidos de los componentes se dan sobre la base de la materia seca formada por las cenizas y los sólidos volátiles); un modelo teórico más elaborado postula una cinética de primer orden y un límite en la biodegradabilidad del sustrato. En cuanto a los cambios del pH se refiere, modelos empíricos sigmoidales son apropiados para describirlos.

Por escurrimiento también ocurren pérdidas de elementos nutritivos, principalmente de nitrógeno y potasio, por lo que es importante recuperar los jugos lo más que se pueda e incorporarlos de nuevo a la materia en descomposición; en un reciente estudio prototipo de compostaje con promontorios de 25 metros cúbicos, los líquidos se retuvieron en una capa de cascarilla de café sobre la que se colocó la pulpa de café (26). A pesar de todo, siempre debe contarse con que ocurrirán algunas pérdidas, independientemente del proceso de que se trate, aunque si son despreciables se podrá fácilmente estimar, mediante un balance de materia, la masa original de nitrógeno perdida por volatilización.

Compostaje

Durante el compostaje, la pérdida de nitrógeno en la forma de amoníaco ocurre cuando hay menos carbono del requerido para que los microorganismos puedan aprovechar el nitrógeno disponible (10). En el caso de la pulpa de café, tal pérdida se hace apreciable en etapas relativamente avanzadas de la descomposición; en realidad, la pulpa contiene sobre la base seca, 58 g kg⁻¹ de hemicelulosa, 96 g kg⁻¹ de lignina y 169 g kg⁻¹ de celulosa (23), todas formas de carbono poco disponibles.

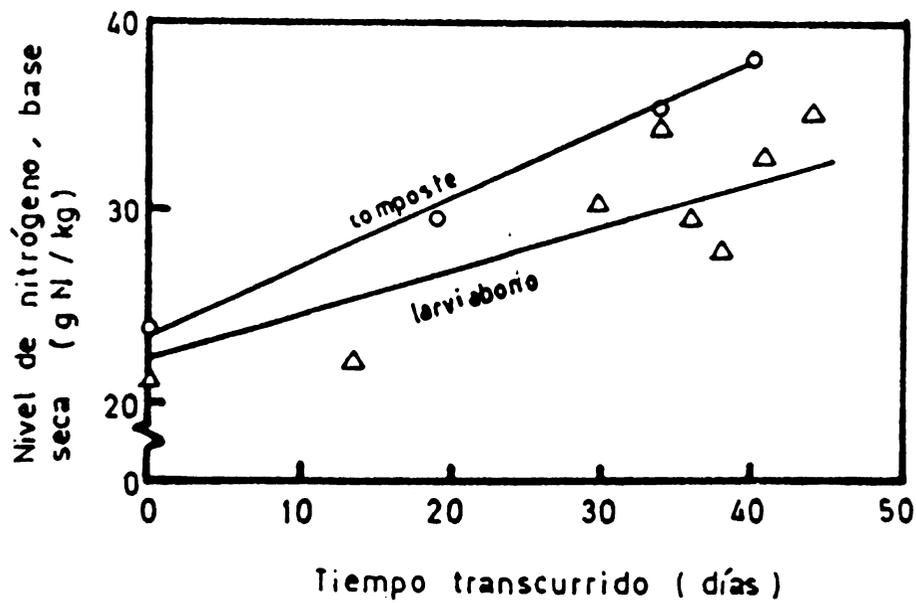
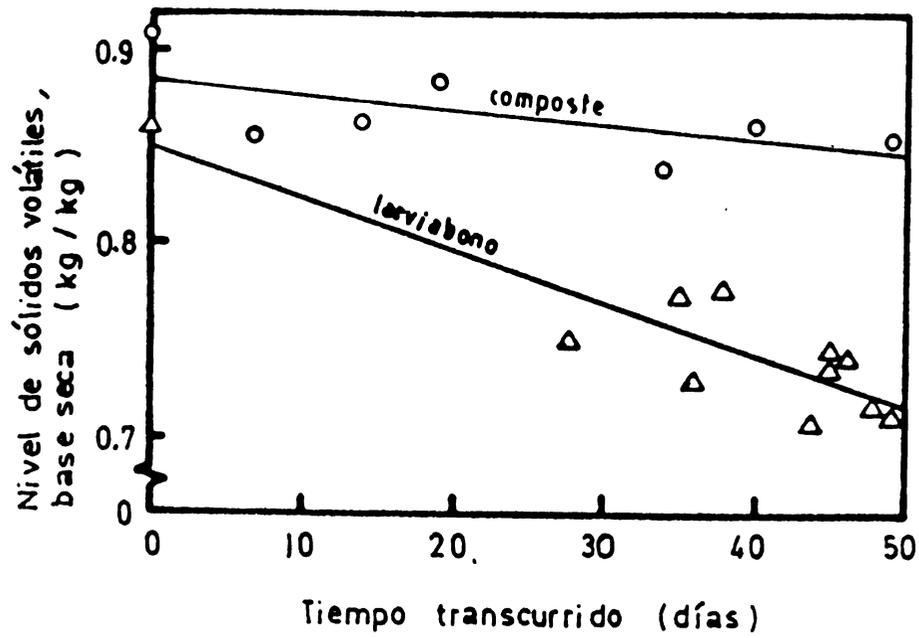


Figura 2. Variación de los contenidos de sólidos volátiles y nitrógeno durante la descomposición de pulpa de café.

El curso de la descomposición queda ejemplificado con los resultados obtenidos en el estudio arriba citado, con un promontorio que se volteó una vez por semana (cuadro 3). Los datos indican que el proceso fue lento en las primeras 2 a 3 semanas y que los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio tendieron a aumentar lo que, para los dos últimos, es un reflejo del control del escurrimiento. En una prueba piloto con aireación mecánica intensa se redujeron los sólidos volátiles hasta un nivel de 542 g/kg MS mientras que el nitrógeno, potasio y fósforo hasta valores de 17, 12 y 1 g/kg MS, respectivamente (20).

En los últimos años han aparecido productos comerciales que supuestamente coadyuvan a la descomposición de la pulpa de café. Estos caen dentro de dos categorías, según la descripción del fabricante: enzimáticos y microbianos. Entre los primeros se destaca el "Stubble Digester +" (SD+) del cual el fabricante alega que degrada los residuos de cosecha en base a la acción de enzimas sobre los carbohidratos más complejos como la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, y ha sido probado extensamente en la pulpa de café (cuadro 4). Los datos indican que:

- 1) el SD+ aumenta la volatilización de la materia orgánica aún cuando la pulpa permanece estática;
- 2) la aireación es importante para que el SD+ sea más efectivo;
- 3) frecuentemente la pérdida de nitrógeno es mayor (según se deduce de la menor tasa de concentración) cuando se aplica el SD+;
- 4) la pérdida de nitrógeno es más una cuestión del manejo que se da a la pulpa de café durante el proceso.

Es posible estimar el ahorro en tiempo que se puede lograr para fabricar abonos orgánicos si se usa el SD+ (cuadro 5). Por ejemplo, si la pulpa de café se descompone durante 40 días, sería necesario un mes más para que la pulpa no tratada estuviera en

Cuadro 3. Curso de la descomposición de la pulpa de café en un promontorio de 25m³ volteado una vez por semana. Beneficio El Roble, Ciudad Arce, El Salvador.

Tiempo transcurrido (días)	Nivel de componentes (g/kg MS)				pH
	N	P	K	sólidos volátiles	
6	31	2	47	878	4.5
13	30	2	45	877	4.7
21	23	1	48	832	6.9
48	35	3	62	789	8.7
64	35	2	63	763	9.3

MS: materia seca.

Cuadro 4. Efecto del "Stubble Digester + "en la descomposición de la pulpa de café 1/.

Cantidad PC/montón (kg)	Tipo de Montón	Dosis (cm ³ SD+/kgPC)	Tiempo de Descomposición (días)	Tasa de pérdida de S.V.		Tasa de concentración de N		Referencia
				PC tratada (gSV/kgST día)	PC no tratada	PC tratada (mgN/kgST día)	PC no tratada	
1814	Cónico estático	0.10	60	1.4	0.9	22.1	132	(14)
2242	Cónico estático	0.10	83	1.0	0.7	73.2	77.3	Datos inéditos
2242	Cónico estático aireado	0.10	83	2.2	0.7	88.7	103.3	Datos inéditos
1000	Cónico estático	0.10	120	0.5	0.4	117.9	86.7	(19)
1000	Cónico estático	0.15	120	0.3	0.4	64.8	86.7	(19)
1000	Cónico estático	0.20	120	0.6	0.4	123.4	86.7	(19)
920	Cónico estático	0.05	90	nd	1.3	8.3	40	(19)
920	Cónico estático	0.10	90	1.8	1.3	35.4	40	(21)
920	Cónico estático	0.15	90	0.7	1.3	4.8	40	(21)

1/ PC: pulpa de café; SD+: Stubble Digester+; ST: sólidos totales; SV: sólidos volátiles; nd: no disponible.

Cuadro 5. Ahorro en tiempo y grado de volatilización como efecto del uso del "Stubble Digester+" (SD+) en pulpa de café estática aireada.

Tiempo de Descomposición (días)	contenido de sólidos volátiles (kg/kgMS)		Ahorro en tiempo (días)
	con SD +	sin SD +	
30	0.79	0.86	25
40	0.77	0.85	30
50	0.74	0.85	34
60	0.72	0.84	38

MS: materia seca
Fuente: datos inéditos

las mismas condiciones que la pulpa tratada con el SD+. En la práctica, la decisión de aplicar o no SD+ dependerá de hacer un compromiso entre el menor tiempo que tardará el proceso y la disminución de la calidad del abono orgánico resultante medida en términos del nitrógeno perdido, y qué ventajas económicas se pueden tener.

Los productos "microbianos" se venden generalmente como inóculos comerciales que contienen cepas puras de microbios extraídos del ambiente, los cuales de alguna manera se encuentran inactivos en el seno de un soporte sólido. Los resultados obtenidos a escala de laboratorio son desalentadores (cuadros 6 y 7), lo que concuerda con la apreciación de que este tipo de productos son innecesarios, en general (8,10).

Lumbricultura

La cría de lombrices terrestres en desechos orgánicos se realiza, ya sea para obtener una fuente proteínica con la que pueda sostenerse un nivel de producción animal dado, o bien para elaborar vermiabono (6). Cualquiera que sea el propósito, se obtendrá materia orgánica en cierto estado de descomposición.

La lombriz roja californiana (Eisenia andrei) es capaz de degradar la pulpa de café; por ser una especie muy prolífica y activa, y por su tendencia a separar la fibra celulósica no asimilable, con esta técnica se logran altos niveles de mineralización; por el contrario, los contenidos de nitrógeno y potasio en el vermiabono derivado de pulpa de café son, respectivamente, el 40.7% y el 17.7% de los hallados en los otros tipos de abonos orgánicos.

Cuadro 6. Efecto del "IBF Micro 110" en las características de la pulpa de café descompuesta aeróbicamente durante 49 días.

Característica	Pulpa fresca	Dosis (g inóculo kg ⁻¹ pulpa húmeda)			
		0	0.5	1.0	1.5
pH	4.4	9.50 ^a	9.65 ^b	9.70 ^b	9.85 ^c
Sólidos totales (kg kg ⁻¹ masa húmeda).	0.143	0.115 ^a	0.115 ^a	0.120 ^a	0.112 ^a
Sólidos volátiles (kg kg ⁻¹ masa seca).	0.918	0.819 ^a	0.817 ^a	0.809 ^{ab}	0.809 ^{ab}

Medias con letras iguales no difieren significativamente entre sí según prueba de Duncan al nivel de 5%.

Cuadro 7. Características de pulpa de café tratada y no tratada con BIOBAC 700 SP. 1/

	Pulpa de café fresca	Pulpa de café con BIOBAC 700 SP	Pulpa de café sin BIOBAC 700 SP
Sólidos totales (kg/kg MH)	0.20	0.31 a	0.36 a
Sólidos volátiles (kg/kg MS)	0.94	0.68 a	0.69 a
Contenido de N (g/kg MS)	28.7	29.5 a	27.6 a
pH	4.3	10.1 a	9.9 a

15

1/ Período de descomposición : 68 días

Medias con letras iguales no difieren significativamente entre sí según prueba con la distribución F al 1%

MH : materia húmeda; MS : materia seca.

Larvicultura

El uso de larvas de insectos (en especial dípteros) para degradar desechos orgánicos es un concepto menos desarrollado y conocido que la cría de lombrices terrestres. Sus posibilidades se han discutido, por ejemplo, para larvas de mosca casera Musca domestica en estiércol aviar (7). Al igual que las lombrices, las larvas insectiles suelen succionar la materia orgánica a fin de aprovechar la biomasa microbiana como alimento, pero no son tan activas; de cualquier modo, pueden preparar el substrato para la lumbricultura.

Los cambios que ocurren en la pulpa de café por la acción de larvas dípteras se han investigado en alguna medida (11, 12, 13). De acuerdo con resultados obtenidos en pequeña escala con larvas del moscarrón verde Omidia obesa (Diptera: Syrphidae) (11), en ausencia de escurrimiento, en 50 días se pierde casi la cuarta parte del nitrógeno presente inicialmente (cuadro 8).

Procesos anaeróbicos

La biometanización es el proceso anaeróbico por excelencia para elaborar abonos orgánicos. La ausencia de aire se consigue conduciendo el proceso en tanques herméticos, por lo que las pérdidas por escurrimiento son nulas. Los elementos nutritivos se reparten entre las fases sólidas y líquidas; en el gas generado hay algunas pérdidas de nitrógeno como N_2 y de azufre como H_2S .

La biometanización de la pulpa de café se ha estudiado extensamente, con énfasis en la producción de energía renovable (2).

Cuadro 8. Pérdida fraccional de la masa de nitrógeno presente inicialmente en pulpa de café por la acción de larvas de Omidia obesa (Diptera: Syrphidae) en ausencia de escurrimiento.

Tiempo transcurrido (días)	Pérdida fraccional 1/
0	0
10	0.077
20	0.125
30	0.157
40	0.185
50	0.210

1/ $(\text{masa inicial de N} - \text{masa actual de N}) / (\text{masa inicial de N})$
 se usaron modelos lineales para la variación de los contenidos de sólidos volátiles y nitrógeno con el tiempo.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

A fin de optimizar con enfoque ingenieril, los procesos disponibles para elaborar abonos orgánicos derivados de la pulpa de café, en términos de la conservación y aprovechamiento de los nutrimentos, se necesita un mejor conocimiento de varios aspectos.

Con relación a la cinética de la descomposición, es útil elaborar modelos teóricos que describan la pérdida de los sólidos volátiles. Como punto de partida, se puede considerar un modelo de primer orden que incluya el concepto de sólidos biodegradables; el límite de estos no se conoce y habrá que determinarlo experimentalmente para diferentes condiciones.

Apenas se ha profundizado en el proceso de mineralización de la pulpa de café. En el caso del nitrógeno, es importante estudiar la evolución de sus formas principales, la amoniacal y la nítrica, lo que hará posible tanto establecer aquellos periodos críticos en que se deben esperar las mayores pérdidas, como caracterizar más completamente el estado del material, lo que podrá relacionarse con otros factores importantes como la madurez del abono. Otro tema a investigar son los niveles de los elementos nutritivos en sus formas disponibles.

Tanto para los procesos aeróbicos en que hay escurrimiento como para la biometanización que ofrece la perspectiva de obtener dos tipos de abonos orgánicos, es indispensable conocer la partición de los elementos, en sus diferentes formas, entre las fases sólida y líquida. Esto permitiría estimar, mediante balances de materia, las pérdidas de nutrimentos durante el manejo de la pulpa de café, y caracterizar más completamente los productos finales.

Para los métodos que usan macroinvertebrados como agentes biológicos degradadores, se deben desarrollar modelos que relacionen el crecimiento de la biomasa animal con los

cambios experimentados por el substrato, para diferentes condiciones ambientales. Respecto a este punto, es fundamental investigar la ecología de la entomofauna asociada a la pulpa de café. Además, conviene realizar pruebas de sistemas compuestos que combinen la larvicultura y la lumbricultura, lo que significa un aprovechamiento más eficiente de la pulpa de café en sentido trófico.

Como en último término el producto final se usará en el cultivo de plantas, se necesita estudiar exhaustivamente la madurez del abono orgánico. Hay que desarrollar métodos químicos, respirométricos y de fitotoxicidad apropiados para la pulpa de café, ya sea mediante investigación original o adaptando los ya existentes para otros desechos. Con esto se podrá conocer el punto a partir del cual ya no hay riesgos en utilizar el abono y, desde el punto de vista del proceso, reducir costos de producción, además de mejorar la caracterización del estado de la materia orgánica.

Finalmente, en vista de los indicios hallados (26), conviene estudiar el efecto que tiene el método de transporte de la pulpa de café (seco o hidráulico) sobre el curso de la descomposición.

RECONOCIMIENTOS

El autor agradece a la Dra. Aura Margarita de Velázquez y a los técnicos analistas Oscar Hernández y Silvia Medina, los tres del Laboratorio de Servicios Analíticos de PROCAFE quienes realizaron la casi totalidad de los análisis químicos cuyos resultados se presentan en esta revisión.

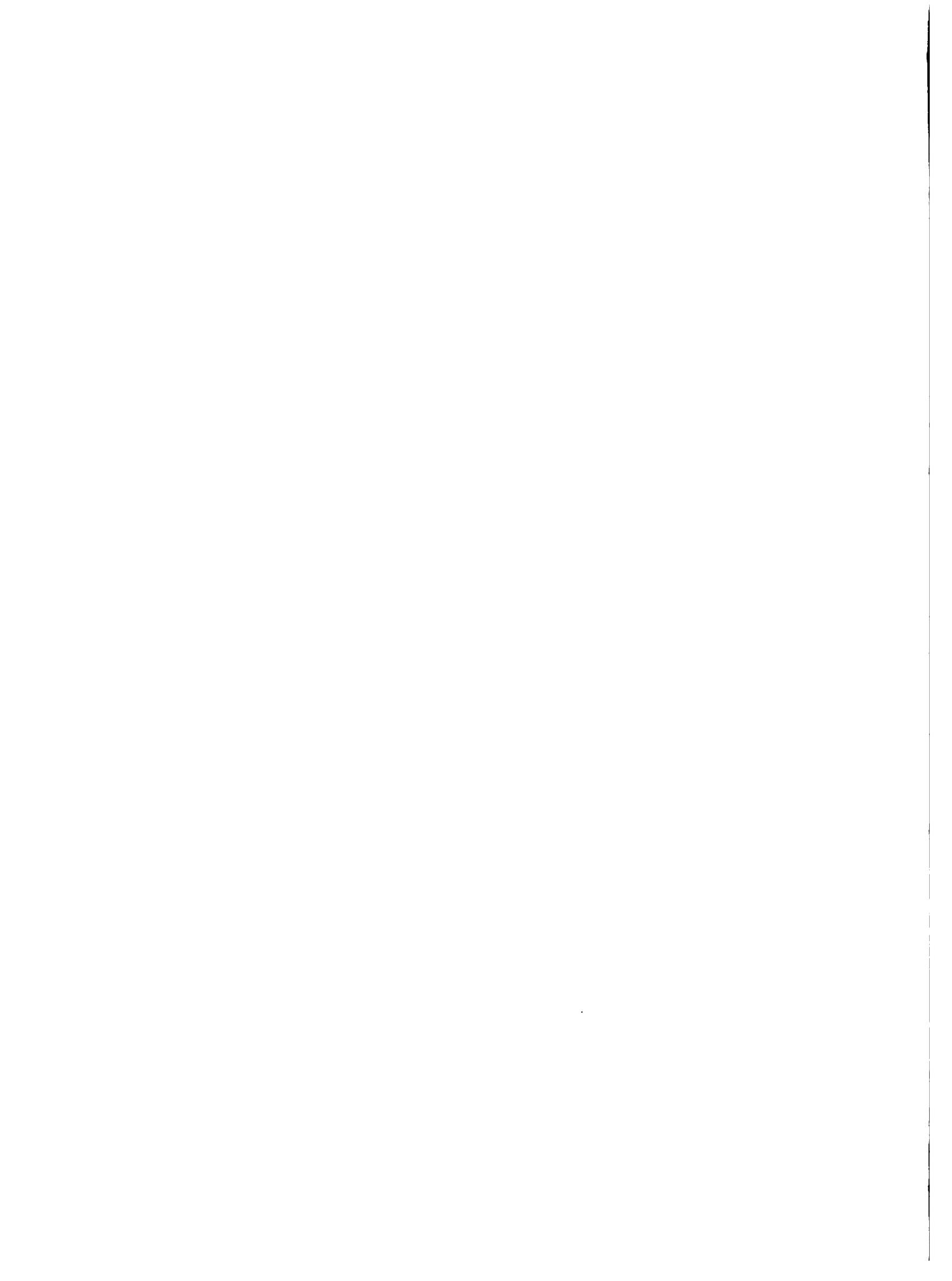
LITERATURA CITADA

1. BARRIENTOS, M., E. 1994. Evaluación de pulpa de café como abono. In. Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (14., 1991 Panamá). [Ponencias]. Tegucigalpa, IICA/PROMECAFE. p. 497-502.
2. CALZADA, J.F., ROLZ, C. 1983. Anaerobic digestion in the integrated utilization of coffee wastes. In. International Symposium on Anaerobic Digestion (3., 1983, Boston). [Proceedings]. Cambridge, Mass. p. 315-324.
3. CHANDLER, J.V.; BONETA, E.; ABRUÑA, F.; FIGARELLA, J. 1969. Effects of clean and strip cultivation, and of mulching with grass, coffee pulp, and black plastic, on yields of intensively managed coffee in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (EEUU)* 53(2) : 124-131.
4. DOMÍNGUEZ, T., M. 1970. The development of technological and scientific coffee industry in Guatemala, 1830-1930. Tesis, Ph. D. Tulane University. p. 139-146.
5. D'SOUZA, E.; BOURKE, R.M. 1986. Intensification of subsistence agriculture on the Nembi Plateau, Papua New Guinea. 2. Organic fertilizer trials. *Papua New Guinea Journal of Agriculture Forestry and Fisheries* 34 (1-4) : 29-39.
6. EDWARDS, C.A. 1988. Breakdown of animal vegetable and industrial organic wastes by earthworms. In *Earthworms in waste and environmental management*. Ed. by C.A. Edwards, E.F. Neuhauser. The Hague, SPB Academic. p.21-31.
7. EL BOUSHY, A.R. 1991. House-fly pupae as poultry manure converters for animal feed : a review. *Bioresource Technology (G.B.)* 38 : 45-49.

8. ESTADOS UNIDOS. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1982. Food, fuel and fertilizer from organic wastes. Washington D.C., National Academy Press. p. 96-
9. FIGUEROA, G.; VALLE, R. DEL. 1994. Evaluación de porcentaje de pulpa en almácigos de café. In Simposio sobre Caficultura Latinoamericana (14.,1991,Panamá). [Ponencias]. Tegucigalpa, IICA/PROMECAFE. p. 503-509.
10. GOTAAS, H.B. 1956. Composting; sanitary disposal and reclamation of organic wastes. Geneva, World Health Organization. p.5, 73-77.
11. LARDÉ, G. 1984. Conversión de la pulpa de café a proteína de larvas y pupas. In Congreso Nacional de Ingeniería (6°, 1984, San Salvador, Salv.). [Memoria]. San Salvador, Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. v.1, p. 63-79.
12. LARDÉ, G. 1989. Investigation on some factor affecting larval growth in a coffee-pulp bed. Biological Wastes(G.B.) 30 (1) : 11-19.
13. LARDÉ,G. 1990. Recycling of coffee pulp by *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larvae. Biological Wastes (G.B.) 33(4) : 307-310.
14. LARDÉ, G.; ALFARO M., J.E. ¿1987? Enzymatic treatment for the coffee pulp with the Stubble Digester. Salt Lake City Cytozyme Laboratories Inc. p. irr.
15. LÓPEZ ANDREU, C. 1963. Respuestas a la aplicación de diferentes niveles de N-P-K y materia orgánica. Boletín Informativo ISIC no. 53 : 1-3.
16. LÓPEZ ANDREU, C.; ABREGO,L. 1962. La pulpa de café y su influencia en el desarrollo del cafeto y en la disminución de nematodos patógenos del cafeto. El Café de El Salvador (Salv.) 32(364-365) : 99-114.

17. MESTRE-MESTRE, A. 1977. Evaluación de la pulpa de café como abono para almácigos. CENICAFE (Col.) 28 (1) : 18-26.
18. MONTERROSA, C. 1994. Asesoría y seguimiento del ensayo de elaboración de abono orgánico utilizando pulpa de café en aboneras tipo montículo. Nueva San Salvador, PROCAFE. 8 p.
Informe de resultados. Sin publicar.
19. OLMEDO ESCOBAR, O.A.; MORÁN ZAMORA, P.F. 1988. Determinación del efecto de la aplicación de un digestor enzimático de rastrojos para la degradación de pulpa de café. Tesis Lic. Tecnol. Agroind. San Salvador, Salv., Universidad Dr. José Matías Delgado. 79 p.
20. ORTÍZ, V. 1961. Aprovechamiento de los desperdicios del café. San Salvador.
11 p.
Sin publicar.
21. PADILLA HURTADO, C.A.; LÓPEZ MORALES, E.; ORTÍZ, F.R.E. 1990. Evaluación de la aplicación de diferentes dosis de un digestor enzimático de rastrojos en la degradación de la pulpa de café. Tesis Ing. Agron. San Salvador, Salv., Universidad Técnica Latinoamericana. 19, 97 p.
22. RODRÍGUEZ, S.J.; TORRES, C.J.; BOSQUE-LUGO, R.; SEMIDEY-LARACUENTE, N. 1979. Performance of Anthurium (*A. andreanum* Lind) in different bedding materials at two sites in Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (EE.UU) 63(3): 386-389.
23. ROLZ, C.; LEÓN, R. DE; ARRIOLA, M.C. DE 1988. Biological pretreatment of coffee pulp. Biological Wastes (G.B.) 26 : 97-114.

24. URIBE-HENAO,A.;SALAZAR-ARIAS,N. 1983. Influencia de la pulpa del café en la producción del cafeto. CENICAFE (Col.) 34(2) : 44-58.
25. VALENCIA,G. 1972. Utilización de la pulpa de café en los almácigos. Chinchiná, Col., Centro Nacional de Investigaciones de Café. Avances Técnicos CENICAFE, no. 17. p. 1-4.
26. WU, N.T. 1995. Study to assess the feasibility of composting coffee pulp.; final report- March 1995. Canton. Mass., EE.UU., E & A Environmental. Consultants. p. 8, 12, 18.



EVALUACIÓN DE DIFERENTES ALTERNATIVAS DE FERTILIZAR CAFETOS, MANEJADOS EN RECEPA POR SURCO, DE ACUERDO A LA EDAD DE LA RECEPA.

Oscar Abraham Gómez Guzmán¹
Douglas Armando Pérez²

RESUMEN

En junio de 1992, se estableció el presente trabajo en tres localidades: Fincas La Remembranza, Canton Los Ranchos, Municipio de Guadalupe, Departamento de Sonsonate; El Triunfo, Canton Tierra Colorada, Municipio de San Julian, Departamento de Sonsonate y Cooperativa San Simón, Canton El Salto, Municipio de San Pedro Nonualco, Departamento de La Paz; a 650, 680 y 810 m.s.n.m., respectivamente; con el objetivo de encontrar una fertilización racionada basada en la edad de la recepa para reducir el costo, sin afectar la productividad y desarrollo.

El diseño utilizado fue de bloques al azar, con repeticiones en el tiempo, 5 tratamientos y 4 repeticiones, el cultivar 'Pacas' manejado en recepas por surco, ciclo de 3 en 3 años. Los programas evaluados fueron:

El programa 1, comprende, una dosis completa para cada edad de la recepa; con el 2, las recepas del año y próximo año con media dosis y la planta adulta con dosis completa; el 3, con media dosis la recepa del año, un tercio de dosis la recepa próximo año y dosis completa la planta adulta, con el 4, un tercio de dosis para las recepas del año y próximo año, y la planta adulta con dosis completa, y con el programa 5, la recepa del año con un tercio de dosis, la recepa del próximo año con cero dosis y la planta adulta con dosis completa. Estos se acondicionaron año con año, en cada surco, ya que éste presentó una edad diferente.

Resultados de tres años no mostraron diferencia significativa entre programas, respecto a crecimiento de brotes y producción. En aspectos económicos se observaron los ahorros siguientes: Programa 2, 37.33%; el 3, 45.52%; el 4, 51.88% y el 5, 59.40%, comparado al Programa 1 (Testigo).

El Programa 3 presentó mejores resultados agronómicos, y consiste aplicar 1/2 y 1/3 de dosis para recepas del año y de un año, respectivamente, obteniéndose una producción promedio de 15.2 QQ-oro/mz, comparado a la de dosis completa con 14.8 QQ-oro/mz.

¹ Ingeniero Agrónomo, Técnico del Programa Sistemas de Producción, Fundación PROCAFE.

² Técnico Agrícola, Auxiliar Técnico del Programa Sistemas de Producción, Fundación PROCAFE.

INTRODUCCION.

Generalmente el caficultor está en busca de técnicas agronómicas que le ayuden a reducir los costos por quintal de café producido, adoptando tecnologías tendientes a este fin, entre ellas, el fraccionamiento de la dosis de fertilización recomendada tomando como base la edad de la recepa, la que es utilizada sin contar con una base experimental sobre el efecto en el crecimiento y desarrollo de los brotes obtenidos de la recepa, los cuales al final determinarán la producción por planta y por ende la rentabilidad.

La práctica del fraccionamiento de la dosis de fertilización recomendada de acuerdo al análisis de suelos, para aplicar a recepas de diferente edad, tiene pocos resultados experimentales que indican que existe incidencia sobre el desarrollo agronómico de las plantas y sobre la rentabilidad de dicha práctica. A nivel de campo existen algunos caficultores que practican algún fraccionamiento de la dosis de fertilizante, reduciendo, la cantidad de insumos en un 25 a 30 % aproximadamente, no así, la utilización de la mano de obra que sigue comportándose de igual manera.

Se ha observado que algunos caficultores vienen reduciendo la fertilización de las recepas, utilizando media dosis, un tercio, hasta cero dosis, según la edad. Otros, utilizan las recomendaciones (dadas por otros caficultores y/o algunos técnicos), los cuales son formuladas sin conocer el efecto agroeconómico que tendrá en el cafetal.

El objetivo que se perseguía con el presente trabajo es: encontrar una tecnología de fertilización fraccionada, de acuerdo a la edad de la recepa, con el propósito de disminuir los costos de producción, sin afectar el desarrollo y productividad del café.

REVISION DE LITERATURA

El beneficio obtenido con el uso de fertilizantes, está tan demostrado, que resulta inoficioso insistir en ello, pero si debe recalcar que en nuestras condiciones de producción agrícola, obligan a analizar exhaustivamente el uso de los fertilizantes, ya que es un factor básico en la tecnificación agrícola. A medida que la escasez y costos de los insumos aumenta, se vuelve más crítica la producción agrícola y más imperiosa la necesidad de tecnificar su uso, para garantizar la inversión del agricultor (6).

En condiciones normales, una fertilización apropiada mantiene a los cafetos más vigorosos y por lo tanto con mayor capacidad productiva. En este caso podemos estimular a las plantas mediante la poda, para que produzcan más, con la seguridad de que los cafetos no quedaron agotados. (2)

Desde 1956, el ISIC ha realizado ensayos sobre fertilización del cultivo. Inicialmente, estos estudios fueron encaminados a la búsqueda de niveles apropiados de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, los cuales fueron combinados con modalidades de siembra, distancia entre plantas y poda del cafeto. Los niveles evaluados variaron desde 2.5 x 0.5 libras de fertilizante por planta por año. Con el objeto de determinar la cantidad de fertilizante nitrogenado a aplicar por unidad de superficie, para obtener desarrollo y producción del cultivo del cafeto, se diseñó un experimento con tres densidades de población de cafetos por hectárea, manejados mediante poda de recepa no intercalda en ciclo de cuatro años y fertilizados con Sulfato de Amonio en cantidades de 649.35, 1,298.70; 1,948.05; 2,597.40 y 3,246.70 kg/ha, los resultados obtenidos después de la evaluación de seis cosechas, han demostrado que el mejor nivel de fertilización es el de 649.35 kg/ha, si se considera el costo del fertilizante y su aplicación (4).

SAN JUAN, J.R. y LOPEZ DE LEON, E.E. (5), en 1989, realizaron una investigación que consistió en evaluar tres planes de fertilización: Estos planes fueron realizados en un sistema de poda de recepa por surco, en un ciclo de 5 en 5 años, y consistían en A) Cero dosis para las

recepas del año y proximo año, media dosis para la recepa del tercer año y dosis completa para las plantas a recepa en el cuarto y quinto año, B) Media dosis para las recepas del año y proximo año y dosis completa para las recepas del tercero, cuarto y quinto año y C) Dosis completa para todas las edades de recepas.

Estos planes (A, B y C) fueron combinados con poda de recepa y descope en ciclo de cinco años, en la Finca San José, El Volatón, Guatemala a una altura de 1,120 m.s.n.m., la variedad usada fue Caturra de seis años de edad, sembrada a una distancia de 2 x 1 m. El objetivo fue evaluar la respuesta de tres de los hijos de poda, como una alternativa de reducir los gastos de producción. De acuerdo al análisis estadístico presentado para las seis cosechas, nos muestra que no existe una diferencia significativa muy marcada entre éstas. Se puede decir que al abonar el tronco de poda no produce aumento de cosecha, en los hijos de dos años. Si bien el tronco de poda no justifica su fertilización, si debe recibir al menos aplicaciones foliares de elementos menores para ayudar a su desarrollo. Con la no fertilización de los troncos de poda, el caficultor se economiza el fertilizante y la mano de obra, obteniendo al mismo tiempo un resultado positivo (5).

En otra investigación realizada en la Finca Santa María Buena Vista, Guatemala, se evaluó la respuesta en la recepa con uno, dos y tres hijos, fertilizados en diferentes épocas y en dos planes (1. no fertilizar año de efectuar recepa, 2. fertilización con Urea y Fórmula). Los resultados experimentales después de dos cosechas, indicaron que no hay respuesta significativa en cuanto a las épocas de aplicación de fertilizante. Se notó que no existe diferencia significativa en los dos planes de fertilización pudiendo utilizar el número 1., ya que es más económico por no utilizar fertilizante en el año en que se efectúa la recepa (3).

METODOLOGIA.

El estudio se desarrolló en una localidad de la región occidental, y dos en la paracentral del país; las características de cada una de ellas son las siguientes:

ESAYO N° 1.

Fue ubicado en la Finca La Remembranza, Cantón San Antonio Los Ranchos, Municipio de Guadalupe, Departamento de San Vicente, a una altura de 650 m.s.n.m., con una precipitación promedio de 2,032 mm por año, y una temperatura que varía de 22.1 °C a 24.4 °C, el suelo pertenece al Grupo Regosol, de textura franco arenosa, buena profundidad, bastante pedregosidad, terreno semiplano, con una pendiente aproximada del 10%. Según la clasificación ecológica de Holdridge, L.R., ésta zona de vida pertenece al Bosque Húmedo Subtropical Caliente.

El ensayo se desarrolló en cafetal ya establecido con el cultivar Pacas, de 10 años de edad, un distanciamiento de siembra de 2.0 x 1.5 v (3,333 plantas por manzana), el cual es manejado en recepas por surco en ciclo de 3 en 4 años.

La parcela experimental constó de 5 surcos y 5 cafetos por surco, para un total de 25 cafetos. La parcela efectiva la consituyo 3 surcos y 3 plantas para un total de 9 cafetos, el diseño experimental utilizado fue de bloques divididos al azar, con repeticiones en el tiempo, con 5 tratamientos en 5 repeticiones.

ENSAYO N°2.

Fue localizado en la Cooperativa "San Simón" de R. L., Cantón El Salto, Municipio de San Juan Nonualco, Departamento de La Paz, a una altura de 670 m.s.n.m., con una precipitación promedio de 2,409 mm por año y una temperatura que varía de 22.1°C a 24.4°C. El suelo pertenece al Grupo Latosol, Arcillo Rojizo, de textura franca, buena profundidad, poca

pedregosidad, terreno ondulado, con una pendiente aproximada de 15%. Según Holdridge, L.R. clasifica ecológicamente a esta zona de vida, como un bosque húmedo subtropical caliente.

El ensayo se desarrolló en cafetal ya establecido con el cultivar Pacas, de 13 años de edad, con distanciamiento de siembra de 2.0 x 1.5 v (3,333 plantas por manzana), el cual es manejado en recepas por surco doble, en ciclo de 3 en 4 años.

La parcela experimental constó con 6 surcos y 12 cafetos por surco, para un total de 72 cafetos por parcela. La parcela efectiva la constituyo 4 plantas de cada surco para un total de 24 plantas. El diseño experimental a utilizado fue de bloques al azar con repeticiones en el tiempo, con 5 tratamientos en 4 repeticiones.

ENSAYO N° 3.

Se instalado en la Finca El Triunfo, Cantón Tierra Colorada, Municipio de San Julián, Departamento de Sonsonate, a una altura de 620 m.s.n.m., con una precipitación promedio de 1,941 mm por año y temperaturas promedios de 23.3 °C a 25.4°C. El suelo pertenece al Grupo Latosol Arcillo Rojizo, de textura arcillo arenosa, buena profundidad, poca pedregosidad, semi plano, con pendiente aproximada del 30%. Según Holdridge, L.R., la clasificación ecológica para esta zona de vida es de Bosque Húmedo Subtropical Fresco.

El ensayo se desarrolló en el cafetal ya establecido, de 13 anos de edad, el cultivar Pacas, de 13 anos de edada y con un distanciamiento de siembra de 1.5 x 1.0 v. (6,666 plantas por manzana), el cual es manejado en recepas por surco, en ciclo de 3 en 4 años.

La parcela experimental constó de 6 surcos y 12 cafetos por surco, para un total de 72 cafetos por parcela; el diseño experimental a usar fue de bloques divididos al azar con repeticiones en el tiempo, con 5 tratamientos en 5 repeticiones. Los datos se tomaron de la parcela efectiva que la constituyo 4 cafetos por surco, para un total de 24 plantas.

Factores evaluados

Edad de la Recepta	Dosis de Fertilizante
- Recepta del año	DC, 1/2, 1/3
- Recepta próximo año	DC, 1/2, 1/3, 0
- Recepta de 1 año	DC, 1/2, 1/3
- Planta adulta	DC

DC	=	Dosis Completa
1/2	=	Mitad de dosis
1/3	=	Tercera parte de dosis
0	=	Sin fertilizar

La dosis de fertilizante evaluados (dosis completa) fue dada a través de la interpretación del análisis de suelo realizado en PROCAFE.

Los tratamientos evaluados consisten en diferentes alternativas para formar programas de fertilización, de acuerdo a la edad de la recepta y/o cafetos.

Los programas evaluados fueron los siguientes:

EDAD DE RECEPAS	PROGRAMAS				
	1	2	3	4	5
Recepta del año	DC	1/2 D	1/2 D	1/3 D	1/3 D
Rec. Proximo Año	DC	1/2 D	1/3 D	1/3 D	0 D
Planta Adulta	DC	DC	DC	DC	DC

La fertilización se acondiciono año con año, en cada surco, los cuales representan una edad diferente. Los programas completos por año se presentan en el Anexo I.

Parámetros evaluados

Para la nutrición de plantas se realizaron mediante la toma de muestras foliares por tratamiento, de los cafetos recepados, para realizar su respectivo análisis, estas se tomaron posterior a la cosecha.

El crecimiento agronómico de las plantas, se tomaron a través de la altura de plantas (cms) desde la base del tallo hasta el último nudo; el diámetro del tallo, fue tomado a 5 cms de la superficie del suelo, utilizando para ello un vernier, el diámetro de brotes (cms), se realizó en los dos brotes a trabajar por recepa y se tomó a 5 cms de su inserción, utilizando para ello el vernier; la altura de brotes (cms) tomada desde la inserción hasta el último nudo; además se determinó la rentabilidad por tratamiento a través de análisis de presupuestos parciales por tratamientos, tomando en cuenta el costo del fertilizante.

RESULTADOS

En el cuadro 1, se muestran las alturas de las recepas de un año de edad, obtenidas en las tres localidades en estudio, los cuales no presentaron diferencia significativa al 1%, entre los tratamientos o programas evaluados, sin embargo se puede observar que las mayores alturas fueron para las recepas que recibieron dosis completa con 115.26 cm, seguida por las recepas que se les aplicó una tercera parte, con 114.4 y la menor las recepas fertilizadas con mitad de dosis, con 114.05 cm.

En cuanto al diámetro de brotes (Cuadro 2), de las recepas de un año, no existió diferencia significativa al 1%, entre el fraccionamiento de la dosis utilizada, presentando el mayor diámetro, las recepas fertilizadas con un tercio de dosis con 1.70 cm, seguida con la dosis completa con 1.69 cm y la menor con la mitad de dosis con 1.67 cm.

En el cuadro 3, se presentan los promedios de brotación de las recepas del año, no

existiendo diferencia significativa al 1%, entre tratamientos, presentando el mayor numero de brotes por recepa, las fertilizadas con dosis completa con 5.2, seguida por la utilizacion de un tercio de dosis con 4.9 brotes y las menores con la utilizacion de cero dosis y mitad de dosis con 4.8 brotes por recepa, cada una..

En cuanto al factor producción, se han realizado 3 cosechas consecutivas, no existiendo diferencia significativa al 1%, entre programas, las cuales se presentan en el cuadro 4, en donde se observa que las mayores producciones promedios fueron para el programa 3, con 23.62 QQoro/Ha, en comparación con el testigo (Programa 1) con 21.26 QQoro/Há.

En el cuadro 5, se presentan las cantidades de fertilizante utilizados en cada programa evaluado, para las tres localidades del estudio, variando de acuerdo a la dosis recomendada por PROCAFE, observandose que en la finca El Triunfo el programa 5, utilizó menor cantidad de fertilizante por hectarea por año de acuerdo a la edad de la recepa, con 6.6 QQ, comparado al programa 1, donde se utiliza dosis completa para todas las edades de recepas, con 14.9 QQ/Há/año; este mismo comportamiento se dió en las otras localidades en estudio. Esta disminución de fertilizante resulta en un ahorro de éste insumo, los cuales se presentan en el cuadro 6, observando un ahorro promedio del 59.4%, para el programa 5, seguido por el programa 4, con 51.88% y 45.52% para el programa 3, mientras que el programa 2, solo presentó un ahorro del 37.33%, todos ellos comparados al testigo el cual utiliza el 100% de fertilización, sin importar la edad de los cafetos y/o recepas.

El ahorro económico en dolares por manzana de cada programa es significativo al compararlo con el testigo, (Cuadro 7), en donde se muestra que para la finca el Triunfo el costo de fertilizante fue de \$ 153.81/Há (Programa 1), presentando una diferencia económica significativa al compararlo con el resto de programas, siendo para el programa 5 menor costos con \$ 68.05/Há, y con una diferencia de \$ 85.76/Há, el mismo comportamiento se observa con las otras localidades en estudio, en donde el costo de fertilizantes, vario en relación a la dosis recomendada, según su resultado de analisis de suelo.

El análisis de dominancia realizado, proveniente del análisis económico a través de presupuesto parcial, se muestra en el cuadro 8, observándose que para la finca el Triunfo, los programas 2 (\$ 1240.7), 5 (\$ 3227.4) y 3 (\$ 1464.0) fueron los dominantes, en los años de 1992, 1993 y 1994, respectivamente. En el cuadro 9, el análisis de dominancia, para la finca La Remembranza, presenta que los programas dominantes fueron el 3 (\$ 1574.0), 5 (\$ 1907.95) y 4 (\$ 773.7), para 1992, 1993 y 1994, respectivamente. Mientras que para La Cooperativa San Simón (Cuadro 10), los tratamientos dominantes fueron 2 (\$ 1279.8), 5 (\$ 1799.3) y 2 (\$ 3212.6), para 1992, 1993 y 1994, respectivamente.

DISCUSION

La utilización de los fertilizantes en la cafcultura, siempre ha sido bien vista por los productores, sin embargo, es necesario recalcar el buen uso de éstos fertilizantes, debido a ser un factor básico de la cafcultura, así como también, debido al alza de los insumos, específicamente el fertilizante.

Los resultados obtenidos en el trabajo, en lo referente al desarrollo de brotes, medido a través de la capacidad de brotación, altura y diámetro de brotes, nos indica que el uso de la práctica de fraccionamiento de la dosis completa, proveniente del resultado del análisis de suelo, no afectó el desarrollo de los brotes, obteniendo diferencias no significativas entre cada programa evaluado, este comportamiento fue similar en las tres localidades en estudio, durante los tres años de duración de la evaluación. Además, en las tres cosechas evaluadas, no existió diferencia significativa entre programas, pudiendo utilizar el productor cualquiera de los programas evaluados.

Sin embargo, aritméticamente el programa 3, es con el cual se obtuvieron los mejores resultados agronómicos y de producción en las tres localidades en estudio, durante los tres años de evaluación, además, se obtiene un ahorro promedio del 45.52%, en comparación al testigo

o programa 1 (Práctica normal de fertilización del agricultor), en el cual no se tiene ningún fraccionamiento de la dosis, sino que se aplicó la dosis completa a las diferentes edades de las recepas y/o cafetos, el fraccionamiento del programa 3, es el siguiente:

RECEPAS	DOSIS POR AÑO		
	1992	1993	1994
Recepas del año	1/2 D	1/2 D	1/3 D
Rec. Proximo año	1/3 D	1/2 D	1/2 D
Planta Adulta	DC	1/3 D	DC

En el aspecto económico, la utilización de cualquiera de los programas evaluados puede ser utilizado, debido a que al compararlos con el testigo, siempre existe un ahorro económico, en el costo del fertilizante, lo cual ayuda en cierta manera a disminuir los costos de producción, sin afectar el aspecto agronómico y productivo de los brotes de las recepas, sin embargo, al realizar el analisis económico, a través del analisis de presupuestos parciales, por año y por localidad, demostro que en la finca El Triunfo, el programa 5, presento una dominancia sobre los programas evaluados al final de las tres cosechas, con costos acumulados de \$220.10/Há y un beneficio neto de \$5334.00/Há, en comparación con el testigo (Programa 1), con costos variables acumulados de \$529.87/Há y un beneficio neto de \$4829.73/Há, este mismo comportamiento ocurrio en las dos localidades restante, lo que indica que la utilización del programa 5 es con el cual se tienen los mejores beneficios netos con menos costos variables, siendo pues, el más economicamente rentable utilizar; el programa 5, comprende el siguiente fraccionamiento de dosis:

RECEPAS	DOSIS POR AÑO		
	1992	1993	1994
Recepa del año	1/3 D	1/3 D	DC
Recepa Prox. Año	O D	1/3 D	1/3 D
Planta adulta	DC	O D	1/3 D

Con este programa, se tiene un ahorro promedio del 59.4 % sobre el testigo, que implica una fertilización con dosis completa sin importar la edad de la recepa.

Los resultados obtenidos en esta evaluación están respaldados, con otras investigaciones realizadas en otros países, en los cuales los resultados han sido bastante similares, tal el caso del estudio realizado en Guatemala, por San Juan, J.R. y López de León (5), quienes no encontraron diferencias significativas en el estudio de 3 planes de fertilización de acuerdo a la edad de la recepa, concluyendo que la utilización de cualquiera de los planes evaluados es económicamente factible su utilización para el productor, pudiendo utilizar el plan que incluye la no utilización de fertilizantes a las recepas del próximo año y en algunos casos a la del año, por ser este el más económico, sin embargo, es de hacer notar, que la utilización o no de fertilizantes al suelo, en las diferentes edades de recepas, si hay que considerar la aplicación de fertilizantes foliares, como complemento para su normal desarrollo.

Cuadro 1. Promedio de la altura de brotes (cm), de las recepas de un año, obtenidas en la evaluación de diferentes alternativas de fraccionar el fertilizantes, según la edad de la recepa, El Salvador, 1995

TRATAMIENTO	RECEPA/92	RECEPA/93	RECEPA/94	PROMEDIO
	OCT/93	OCT/94	SEPT/95	
DC	107.7	111.5	120.5	115.2 n.s.
1/2 D	104.5	118.7	119.2	114.0 n.s.
1/2 D	108.2	117.1	116.9	114.1 n.s.
173 D	106.9	119.5	116.0	114.1 n.s.
1/3 D	109.7	115.6	117.9	114.4 n.s.

n.s. = No significativo al 1%

Cuadro 2. Promedio del diametro de brotes de las recepas de un año, obtenidas en la evaluación de diferentes alternativas de fraccionar el fertilizante, de acuerdo a la edad de la recepa, El Salvador, 1995.

TRATAMIENTO	RECEPA/92	RECEPA/93	RECEPA/94	PROMEDIO
	OCT/93	OCT/94	SEPT/95	
DC	1.69	1.68	1.69	1.69 n.s.
1/2 D	1.51	1.77	1.72	1.67 n.s.
1/2 D	1.60	1.76	1.66	1.67 n.s.
1/3 D	1.64	1.83	1.62	1.70 n.s.
1/3 D	1.61	1.78	1.60	1.66 n.s.

n.s. = No significativo al 1%

Cuadro 3. Brotación promedio de las recepas del año, obtenidas en la evaluación de diferentes alternativas de fraccionar el fertilizante, de acuerdo a la edad de la recepa, El Salvador, 1995.

PROGRAMAS	RECEPA/93	RECEPA/94	PROMEDIO
	JUNIO/93	JUNIO/94	
DC	5.2	5.3	5.2n.s
1/2 D	4.8	4.8	4.8 n.s.
1/3 D	4.6	4.7	4.6 n.s.
1/3 D	4.3	5.6	4.9 n.s.
O D	4.8	4.8	4.8 n.s.

n.s. = No significativo al 1%

Cuadro 4. Producción promedio en QQ-oro/Há, obtenidas en la evaluación de diferentes alternativas de fraccionar el fertilizante, de acuerdo a la edad de la recepa, El Salvador. 1995

Programas	Finca El Triunfo	Finca La Remembranza	Cooperativa San Simón	Promedio
1	25.42	16.46	21.59	21.26 n.s.
2	23.18	14.86	25.92	21.32 n.s.
3	26.82	20.55	23.48	23.62 n.s.
4	25.67	18.23	21.63	21.85 n.s.
5	23.19	19.48	23.38	22.25 n.s.

n.s. = No significativo al %

Cuadro 5. Cantidad de fertilizante en QQ/Há/año, utilizados en los 5 programas evaluados, en diferentes alternativas de fraccionar el fertilizante de acuerdo a la edad de la recepa, El Salvador, 1995.

Progr amas	Finca El Triunfo			Finca La Remembranza			Cooperativa San Simón		
	1992	1993	1993	1992	1993	1992	1992	1993	1994
1	14.9	14.9	14.9	8.9	8.9	8.9	7.4	7.4	7.4
2	9.9	7.4	9.9	7.0	4.9	6.0	5.0	3.7	5.0
3	9.0	6.6	9.9	5.4	3.6	5.0	4.6	3.3	4.6
4	8.3	4.9	8.3	5.0	3.0	4.9	4.1	2.4	4.1
5	6.6	3.3	6.6	4.0	2.0	4.9	3.3	1.6	3.3

Cuadro 6. Costos (en \$/Há), de la aplicación de los diferentes programas evaluados, obtenidos en diferentes alternativas de fertilizar cafetos, de acuerdo a la edad de la recepa, El Salvador, 1995.

Progr amas	Finca El Triunfo			Finca La Remembranza			Cooperativa San Simón		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994	1992	1993	1994
1	153.8	165.2	210.8	91.70	98.52	125.7	76.91	82.64	105.4
2	102.0	82.62	139.9	72.47	49.26	85.13	51.76	42.31	70.94
3	93.18	73.09	127.7	56.20	39.72	70.94	47.33	36.55	62.84
4	85.78	54.03	117.6	51.76	33.37	68.92	42.89	27.01	58.78
5	68.05	36.58	117.6	41.41	22.25	68.92	34.02	17.48	58.78

Cuadro 7. Porcentajes de ahorro en la cantidad de fertilizante comparada con el testigo, obtenida en la evaluación de diferentes alternativas de fraccionar el fertilizante, según la edad de la recepa, El Salvador, 1995.

Programas	Finca El Triunfo	Finca La Remembranza	Cooperativa San Simón	Promedio
1	100.00	100.00	100.00	100.00
2	30.13	34.4	38.47	37.33
3	44.9	47.33	44.27	45.52
4	51.97	51.63	52.03	51.88
5	59.33	59.13	59.70	59.40

Cuadro 8. Analisis de dominancia (\$/Há) de los programas evaluados, en diferentes alternativas de fraccionar el fertilizante, de acuerdo a la edad de la recepa, Finca El Triunfo, El Salvador, 1995.

TRATA MIENTO	1992		1993		1994	
	Costos Variables	Beneficio Neto	Costos Variables	Beneficio Neto	Costos Variables	Beneficio Neto
5	68.05	1110.95D	36.58	3227.4	117.57	995.6 D
4	85.78	1004.4 D	54.03	2878.8 D	117.57	979.1 D
3	93.18	1018.0 D	73.09	2775.7 D	127.70	1464.0
2	102.5	1240.7	82.62	2002.4 D	139.86	1224.1 D
1	153.81	959.19 D	165.25	3016.5 D	210.81	853.9 D

D = Tratamiento dominado

Cuadro 9. Análisis de dominancia (\$/Há) de los programas evaluados, en diferentes alternativas de fraccionar el fertilizante, de acuerdo a la edad de la recepa, Finca La Remembranza, El Salvador, 1995.

TRATA MIENTO	1992		1993		1994	
	Costos Variables	Beneficio Neto	Costos Variables	Beneficio Neto	Costos Variables	Beneficio Neto
5	41.41	851.99 D	22.25	1907.95	68.92	754.9 D
4	51.76	941.84 D	33.37	1794.2 D	68.92	773.7
3	56.20	1574.0	39.72	1684.6 D	70.94	558.3 D
2	72.47	946.90 D	49.26	1229.3 D	85.13	603.5 D
1	91.70	1084.3 D	98.52	1206.8 d	125.67	284.6 D

D = Tratamiento dominado

Cuadro 10. Análisis de dominancia (\$/Há) de los programas evaluados, en las diferentes alternativas de fraccionar el fertilizante, de acuerdo a la edad de la recepa, Cooperativa San Simón, El Salvador, 1995.

TRATA MIENTO	1992		1993		1994	
	Costos Variables	Beneficio Neto	Costos Variables	Beneficio Neto	Costos Variables	Beneficio Neto
5	30.02	1279.8	17.48	1799.3	58.78	2381.0
4	42.89	988.51 D	27.01	1661.4 D	58.78	2092.1 D
3	47.33	1207.3 D	36.55	1449.6 D	62.84	2661.9
2	51.76	1342.6	41.31	1438.9 D	70.94	3212.6
1	76.91	1303.1 D	82.64	1311.7 D	105.4	1932.9 D

D = Tratamiento dominado

CONCLUSIONES

1. **El fraccionamiento de dosis del fertilizante, basada en el análisis de suelo, es factible su utilización, tanto en aspectos económicos y agronómicos.**
2. **El mayor ahorro, lo presentó el programa 5, que comprende, un tercio de dosis para recepas de un año, dosis completa para las plantas adultas y cero dosis para recepas del próximo año, con un ahorro del 59.4%, respecto a la aplicación de dosis completa para todas las edades de las recepas.**
3. **No existió diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, a través del análisis de presupuestos parciales, los tratamientos dominantes fueron el 5, 2 y 3.**
4. **Al realizar un análisis de dominancia acumulada (3 años), se determinó que el programa 5, presenta los mejores resultados económicos.**

LITERATURA CONSULTADA

1. ARAYA, R. Y MOREITA, G. 1985. Niveles de fertilización por edad de hijos en un ciclo de poda de cinco años. In 8° Simposio sobre cafcultura latinoamericana, Granada, Nicaragua, p. 33-35.
2. ALFEREZ, S. A. 1975. Factores a considerar para decidir la poda en un cafetal. ISIC. Boletín Informativo N° 120. p. 13-19.
3. FIGUEROA, G. 1989. Evaluación de uno, dos y tres hijos de recepa fertilizados en diferentes épocas del año. In 12° Simposio de Caficultura Latinoamericana. San Pedro Sula, Honduras p. 259-263.
4. MEZA, J.M. 1987. Investigaciones sobre fertilización del cafeto caso El Salvador. ISIC. Nueva San Salvador El Salvador. p. 15.
5. SAN JUAN J.R. Y LOPEZ DE LEON, E.E. 1989. Evaluación de Tres planes de fertilización combinados con poda B y F ciclo de cinco años. In 12° Simposio de cafcultura latinoamericana. San Pedro Sula, Honduras. p. 401-407.
6. SALAZAR, J.R. 1975. Fertilice en crisis. ISIC. Boletín informativo N° 120. p. 5-6.

ANEXOS

Anexo 1

PROGRAMAS DE FRACCIONAMIENTO DE LA DOSIS DE FERTILIZANTE, DE ACUERDO A LA EDAD DE LA RECEPA, POR AÑO, UTILIZADA EN UN CAFETAL MANEJADO EN SISTEMA DE RECEPA POR SURCO, EN CICLO DE 3 EN 3 AÑOS.

PROGRAMAS	EDAD DE RECEPAS	1992	1993	1994
1	Recepa 1992	DC	DC	DC
	Recepa 1993	DC	DC	DC
	Recepa 1994	DC	DC	DC
2	Recepa 1992	1/2 D	1/2 D	DC
	Recepa 1993	1/2 D	1/2 D	1/2 D
	Recepa 1994	DC	1/2 D	1/2 D
3	Recepa 1992	1/2 D	1/2 D	DC
	Recepa 1993	1/3 D	1/3 D	1/3 D
	Recepa 1994	DC	1/2 D	1/2 D
4	Recepa 1992	1/3 D	1/3 D	DC
	Recepa 1993	1/3 D	1/3 D	1/3 D
	Recepa 1994	DC	1/3 D	1/3 D
5	Recepa 1992	1/3 D	1/3 D	DC
	Recepa 1993	O D	1/3 D	1/3 D
	Recepa 1994	DC	O D	1/3 D

DC = Dosis completa

1/2 = Mitad de dosis

1/3 = Tercera parte de dosis

O = Cero dosis

ANEXO 2

ANALISIS ECONOMICO DE PRESUPUESTO PARCIALES (en \$/Há), FINCA EL TRIUNFO, SAN JULIAN, SONSONATE, EL SALVADOR, 1995.

AÑO 1992

	1	2	3	4	5
Producción QQ-oro/Há	18.55	22.38	18.52	18.17	19.65
BeneficioBruto	1,113.00	1,342.80	1,111.20	1,090.20	1,179.00
Costo Var. (Fertilizante)	153.81	102.05	93.18	85.78	68.05
Beneficio Neto	959.19	1,240.75	1,018.02	1,004.42	1,110.95

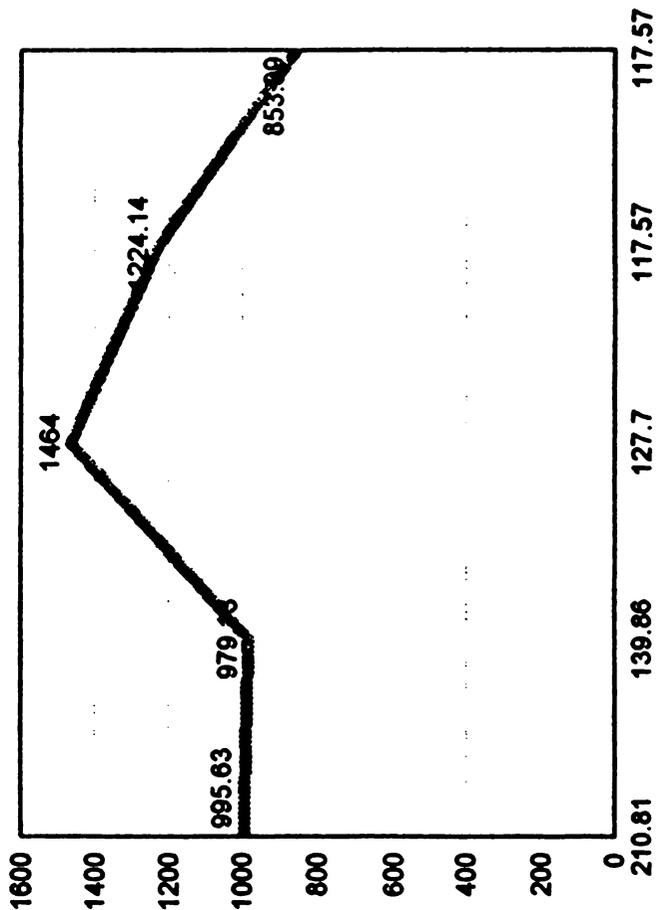
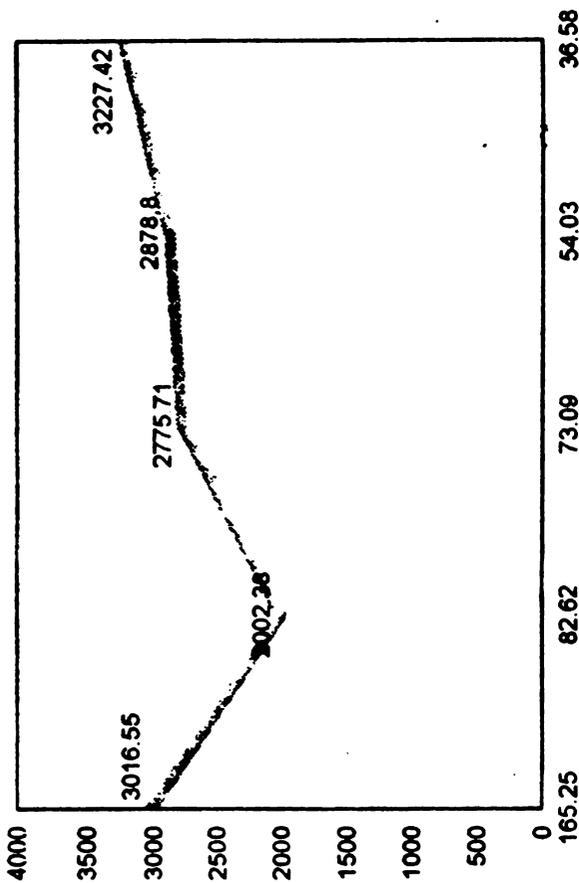
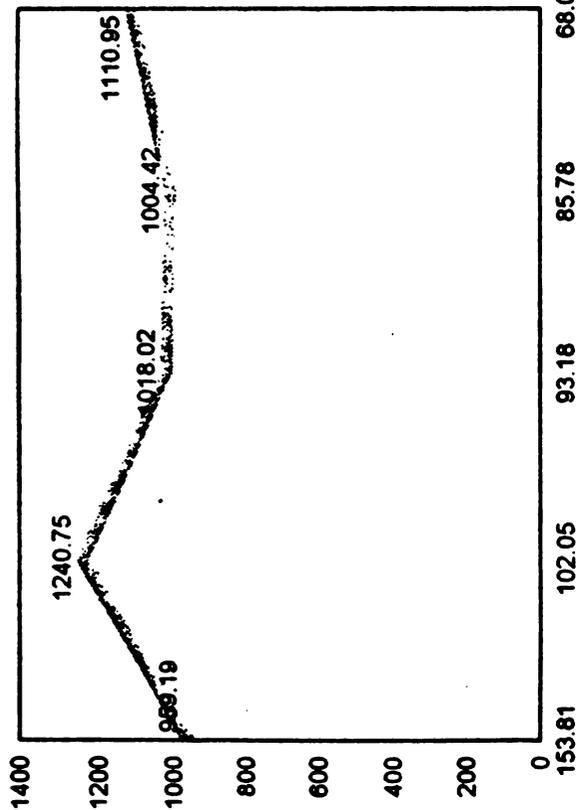
AÑO 1993

	1	2	3	4	5
Producción QQ-oro/Há	53.03	34.75	47.48	48.88	54.40
BeneficioBruto	3,181.80	2,085.00	2,848.80	2,932.80	3,264.00
Costos Var. (Fertilizante)	165.25	82.62	73.09	54.03	36.38
Beneficio Neto	3,016.55	2,002.38	2,775.71	2,878.80	3,227.42

AÑO 1994

	1	2	3	4	5
Producción QQ-oro/Há	9.68	12.40	14.47	9.97	10.12
Beneficio Bruto	1,064.80	1,364.00	1,591.70	1,096.70	1,113.20
Costo Var. (Fertilizante)	210.81	139.86	127.70	117.57	117.57
Beneficio Neto	853.99	1,224.14	1,464.00	979.13	995.63

CURVA DE BENEFICIOS NETOS, FCA. EL TRIUNFO



ANEXO 4

ANALISIS ECONOMICO DE PRESUPUESTO PARCIAL (\$/ha), FINCA LA REMEMBRANZA, GUADALUPE, SAN VICENTE, 1995.

AÑO 1992

	1	2	3	4	5
Producción (QQoro/Há)	19.60	16.99	27.17	16.56	14.89
Beneficio Bruto	1,176.00	1,019.40	1,630.20	993.60	893.40
Cost. Var. (Fertilizante)	91.70	72.47	56.20	51.76	41.41
Beneficio Neto	1,084.30	946.90	1,574.00	941.84	851.99

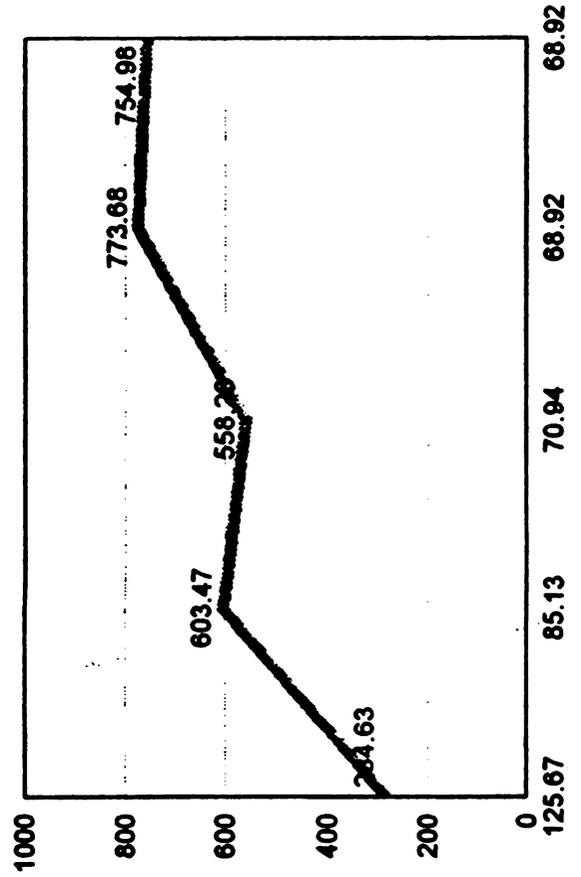
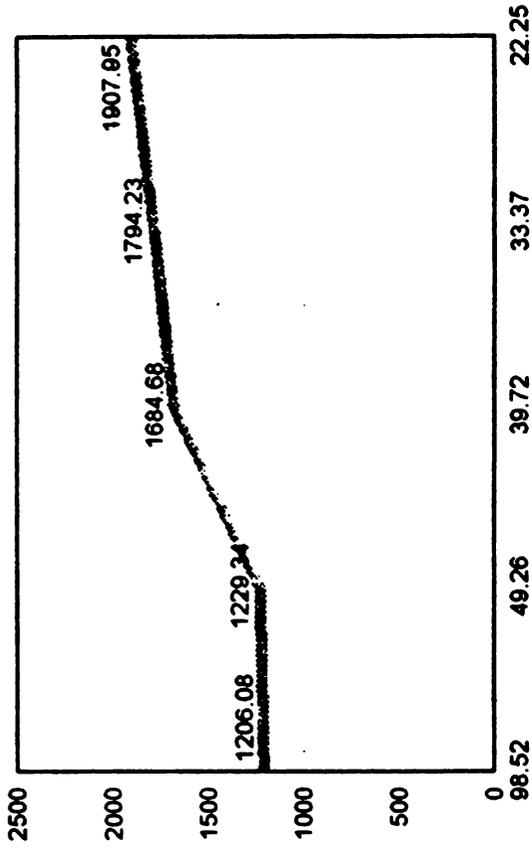
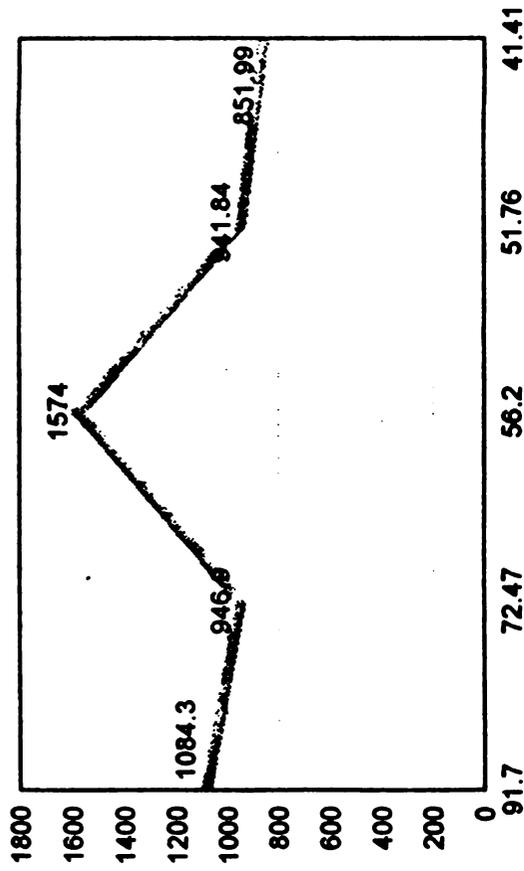
AÑO 1993

	1	2	3	4	5
Producción (QQoro/Há)	21.75	21.31	28.74	30.46	32.17
Beneficio Bruto	1,305.00	1,278.60	1,724.40	1,827.60	1,930.20
Cost. Var. (fertilizante)	98.92	49.26	39.72	33.37	22.25
Beneficio Neto	1206.08	1,229.34	1,684.68	1,794.23	1,907.95

AÑO 1994

	1	2	3	4	5
Producción (QQoro/Há)	3.73	6.26	5.72	7.49	7.49
Beneficio Bruto	410.30	688.60	629.20	842.60	823.90
Cost. Var. (Fertilizante)	125.67	85.13	70.94	68.92	68.92
Beneficio Neto	284.63	603.47	558.26	773.68	754.98

CURVA DE BENEFICIOS NETOS, FCA. LA REMEMBRANZA



ANEXO 6

ANALISIS ECONOMICO DE PRESUPUESTO PARCIALES (\$/Há), EN COOPERATIVA
SAN SIMON, SAN PEDRO NONUALCO, LA PAZ, 1995.

AÑO 1992

	1	2	3	4	5
Producción (QQoro/Há)	23.00	23.24	20.91	17.19	21.98
Beneficio Bruto	1,380.00	1,394.40	1,254.60	1,031.40	1,318.80
Cost. Var. (Fertilizante)	76.91	51.76	47.33	42.89	39.02
Beneficio Neto	1,303.09	1,342.64	1,207.30	988.51	1,279.80

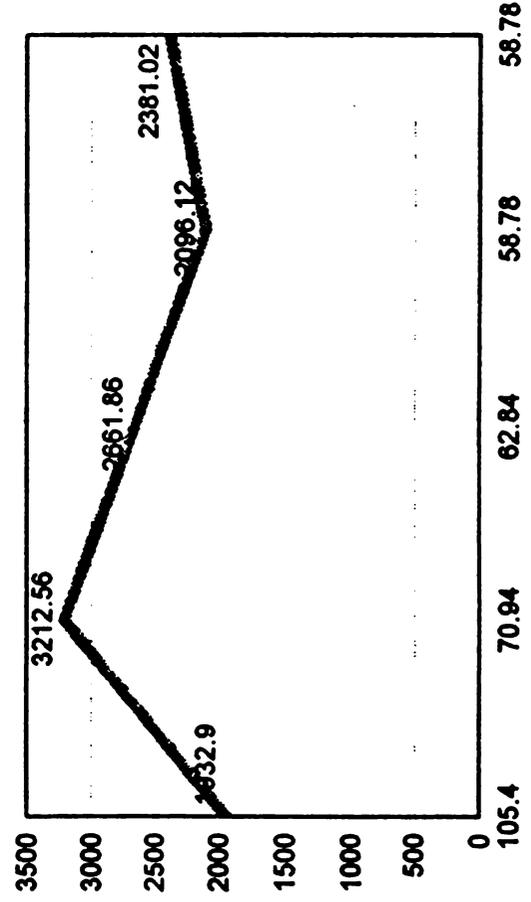
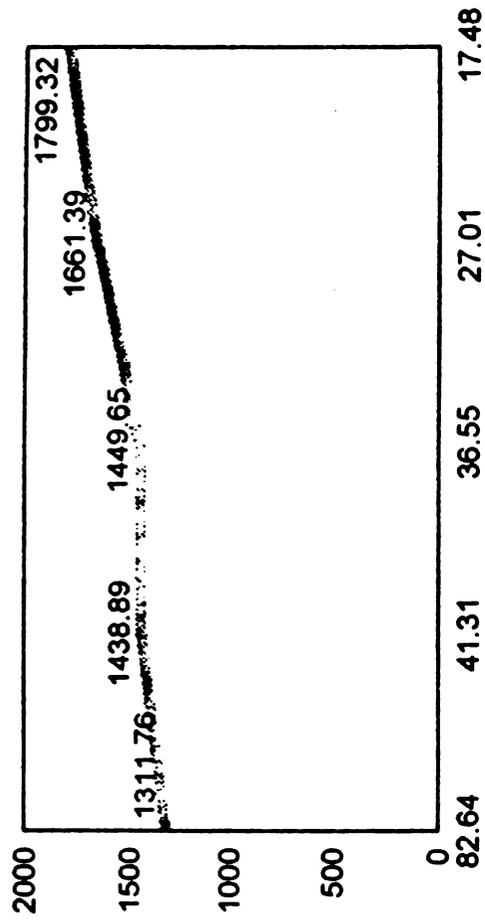
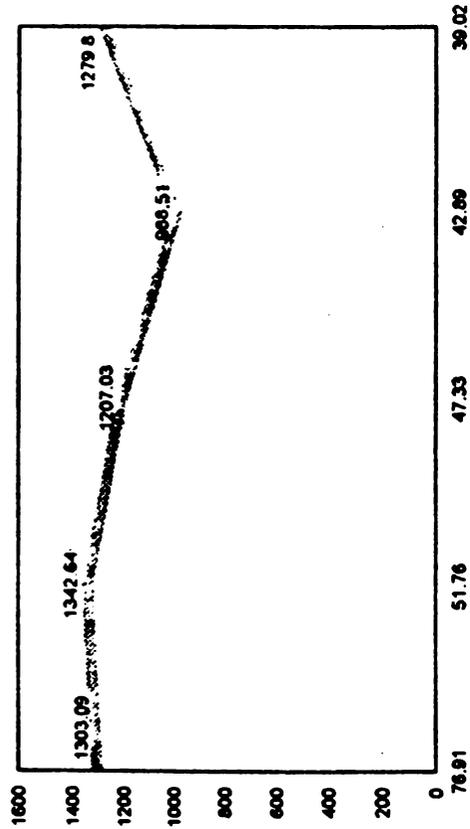
AÑO 1993

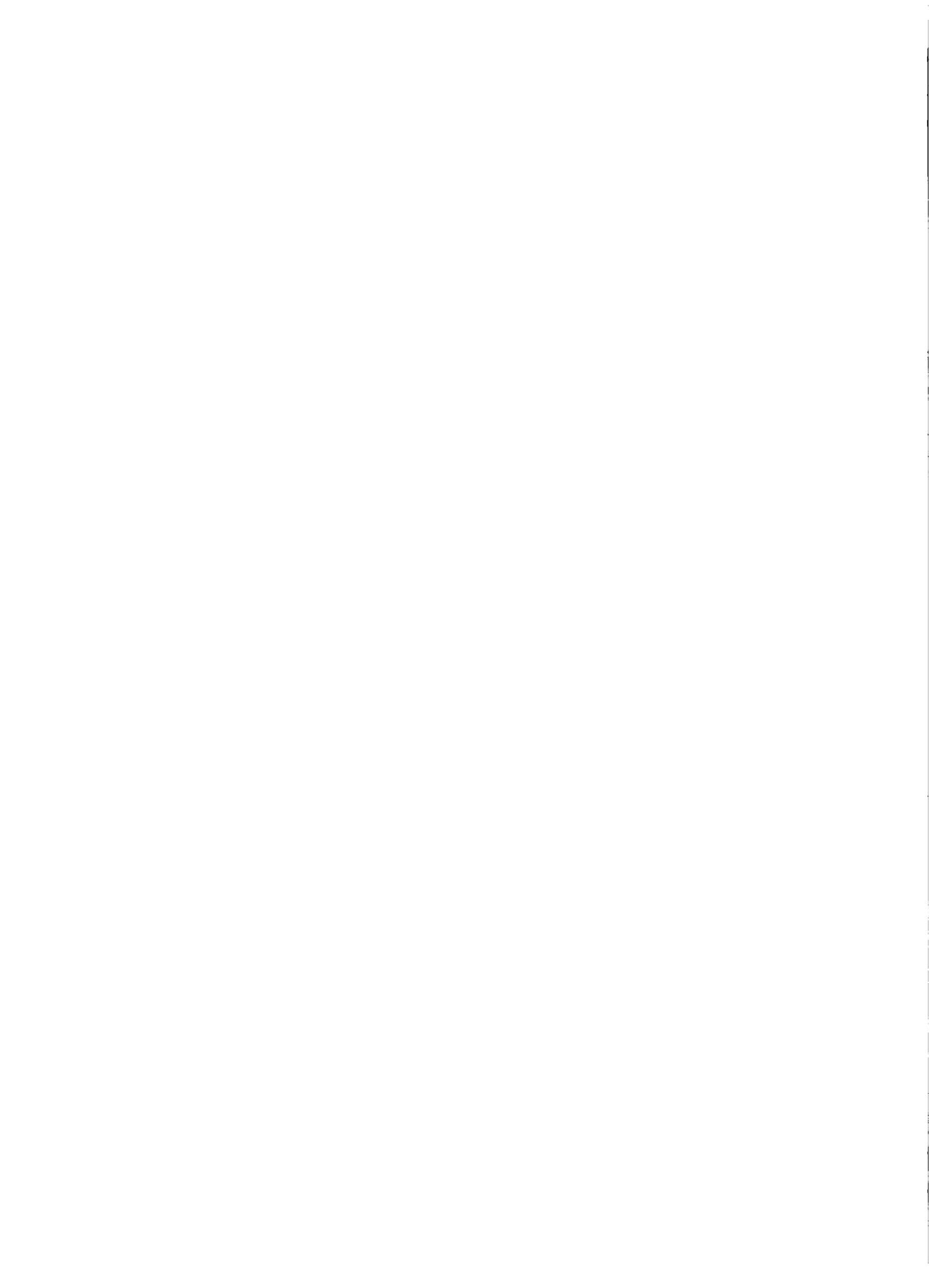
	1	2	3	4	5
Producción (QQoro/Há)	23.24	24.67	24.77	28.14	30.28
Beneficio Bruto	1,394.40	1,480.20	1,486.20	1,688.40	1,816.80
Cost. Var. (Fertilizante)	82.64	41.31	36.55	27.01	17.48
Beneficio Neto	1,311.76	1,438.89	1,449.65	1,661.39	1,799.32

AÑO 1994

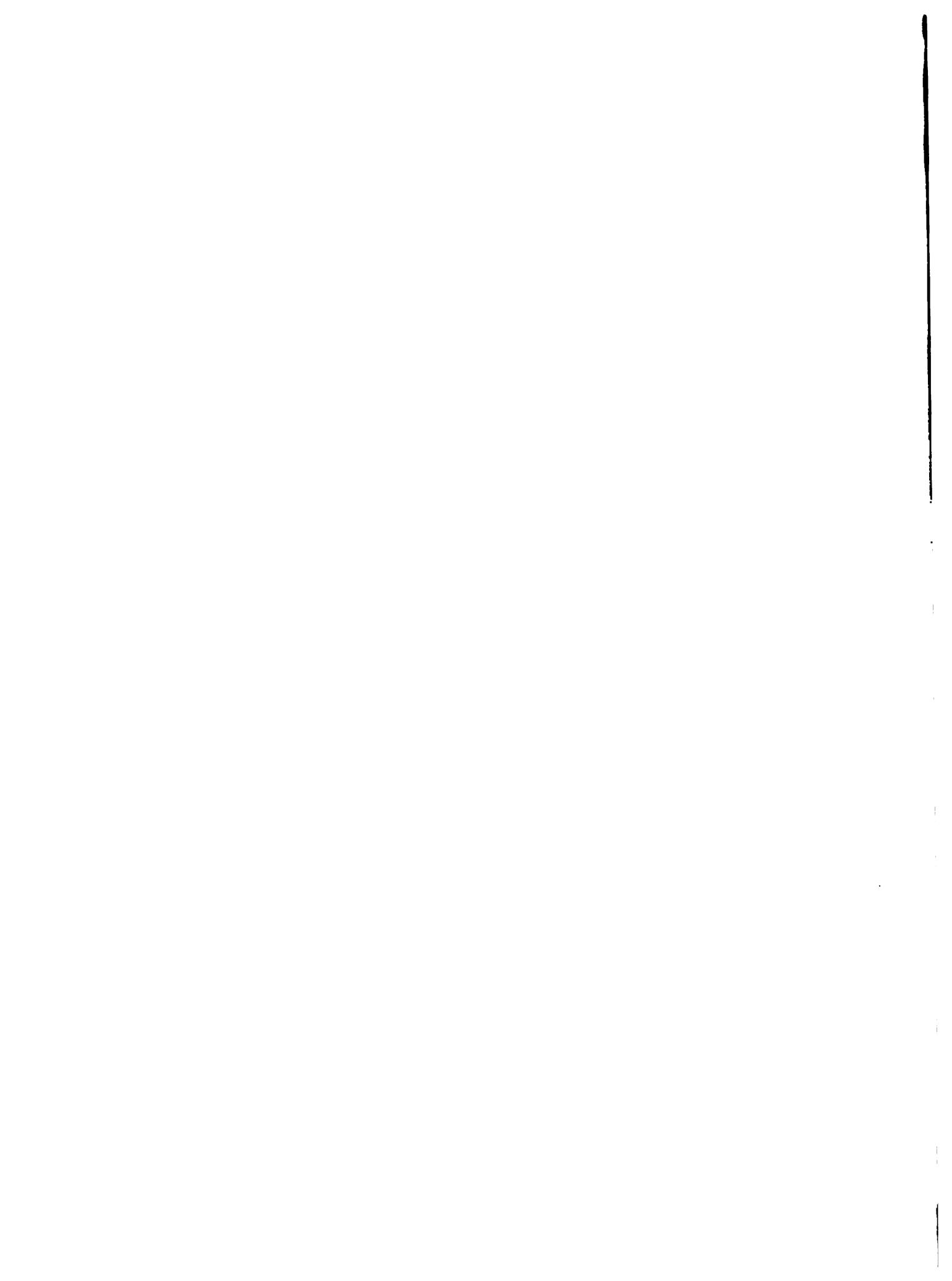
	1	2	3	4	5
Producción (QQoro/Há)	18.56	29.85	24.37	19.59	22.18
Beneficio Bruto	2,038.30	3,283.50	2,724.70	2,154.90	2,439.80
Cost. Var. (Fertilizante)	105.40	70.94	62.84	58.78	58.78
Beneficio Neto	1,932.90	3,212.56	2,661.86	2,096.12	2,381.02

CURVA DE BENEFICIOS NETOS, COOP.SAN SIMON





**2. MEJORAMIENTO GENETICO, DESARROLLO
DE VARIETADES RESISTENTES A
PLAGAS Y ENFERMEDADES**



Instituto Hodureño del Café

DIVISIÓN AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION CAFETALERA

**ESTUDIO SOBRE LA INCIDENCIA DE GRANOS NEGROS EN
EL CAFETO EVALUACION PRELIMINAR DEL EFECTO DE
LOS FACTORES GENETICOS NUTRICIONALES,
CLIMATICOS Y MORFOSIOLOGICOS**

POR:

**ING. MIGUEL HERNAN SOSA L.
ING. RODNEY SANTACREO
ING. JULIO SALOMON HERRERA
ING. FRANCISCO A. OSEGUERA**

TEGUCIGALPA M.D.C., OCTUBRE DE 1995

ESTUDIO SOBRE LA INCIDENCIA DE GRANOS NEGRO EN EL CAFETO EVALUACION PRELIMINAR DEL EFECTO DE LOS FACTORES GENETICOS, NUTRICIONALES, CLIMATICOS Y MORFOSIOLOGICOS

Miguel Hernán Sosa López¹, Ing. Rodney Santacreo², Ing. Julio Salomón Herrera³, Ing. Francisco A. Oseguera⁴

RESUMEN

La presencia de grano negro fue detectada en la variedad IHCAFE-90 en los años cosecha 91/92 y 92/93 en la región del Lago de Yojoa y por ello se instaló un estudio para evaluar su presencia en esta variedad y en genotipos comerciales y líneas promisorias en diferentes localidades del país. En las condiciones del Lago de Yojoa y en frutos de plantas a pleno sol y a la sombra de la var. IHCAFE-90 se observó de la primera floración un 95% y 85%; para la segunda un 56% y 53.5%; y la tercera un 55% y 53.5% y en la cuarta floración un 57% y 56% respectivamente. En la var. Caturra se presentaron los porcentajes siguientes: 10.5% y 3%; 0.5% y 7% y 1.5% y 3%. Cuando la var. IHCAFE-90 fue comparada con otros genotipos (Catuai, Caturra, Villa Sarchi, Mundo Novo y Pacas) en Olancho la incidencia de grano negro no sobrepasó el 10%, así como en el Paraíso apenas llegó al 3% en la cosecha 93/94 y al 1% en la cosecha 94/95; entre tanto en Santa Bárbara (Linderos) el grano negro apareció en un 2% en la cosecha 93/94 y en La Paz (Marcala) los valores alcanzaron 1.5 y 5.5% para las cosechas supramencionadas. Patrones climáticos propios de la región del Lago de Yojoa durante el verano caracterizado por precipitaciones bajas y erráticas, alta insolación y evapotranspiración así como temperaturas superiores al 23°C podrían estar induciendo alteraciones en los patrones o modelos morfogénicos y morfológicos en la var. IHCAFE-90 y no así en la var. Caturra, lo que podría provocar alteraciones en el desarrollo inicial de los frutos y un consecuente apareamiento de granos negros. Los contenidos de nutrientes dentro de la planta y del suelo no mostraron una relación directa tanto en la sombra como a pleno sol con la presencia de grano negro en IHCAFE-90 y Caturra. Estudios colaterales sobre el efecto del grano negro en el rendimiento y la calidad efectuados en 6 zonas cafetaleras muestran que las mayores pérdidas se produjeron en la zona baja del Lago de Yojoa (30 y 27% para 93/94 y 94/95 en la var. IHCAFE-90 y un 3% y 7% para las otras variedades en sendos años. Análisis de calidad de tazas mostraron una taza dañada con sabor agrio y sobre fermento de la var. IHCAFE-90 y una taza sana para las otras variedades. Las pérdidas en rendimiento ocasionadas por el grano negro en IHCAFE-90 representan 38 libras. de pergamino seco adicionales para obtener 100 libras de grano oro exportable.

INTRODUCCION

El fruto normal del café es una drupa con dos semillas adosadas, que al término de su desarrollo tienen forma elíptica, plano convexa, de tamaño variable (10-18 mm de largo y 6.5-9.5 mm de ancho) este se encuentra rodeado de un pericarpio (pulpa) carnoso con las dos semillas encerradas en dos cavidades formadas por un endocarpio (pergamino) de consistencia leñosa (alta presencia de hemicelulosas). Las semillas están constituidas por un embrión que presenta hasta 4 cotiledones cordiformes y un endosperma verdadero, que es un tejido único para las angiospermas y surge de la división de los núcleos de triple fusión, Bewley & Black (1978).

1 Ing. Agr. Coordinador Programa Agronomía, IHCAFE

2 Ing. Agr. Coordinador Programa Mejoramiento Genético, IHCAFE

3 Ing. Agr. Coordinador Programa Suelos, IHCAFE

4 Ing. Agr. Coordinador Programa Beneficiado, IHCAFE

Después de la fecundación, el fruto crece lentamente y es difícil percibir a simple vista, pero después de la 7a. semana, de la floración, ocurre la primera fase de crecimiento rápido, la cual dura hasta la 17a. semana en esta fase se forma el endosperma y solo para su crecimiento porque el endocarpio (pergamino) se endurece, o porque disminuye la disponibilidad de las auxinas endógenas, Ramaiah & Vasudeva (1969), lo que impide cualquier aumento de tamaño en la semilla, León & Fournier (1962), simultáneamente el perisperma se desarrolla hasta ocupar toda la cavidad carpelar; entre los 30 y 70 días después de la fecundación este tejido es consumido por el endosperma y finalmente queda reducido a una delgada película plateada que recubre la semilla, Dedeka (1958); Mendes (1946); Mendes (1950); Rena (1986). sigue una fase platea o constante donde el crecimiento es lento o nulo para luego reiniciar el crecimiento y llenar el endosperma (segunda fase de crecimiento rápido) y finalmente, el fruto entra en maduración, donde el diámetro del mismo crece considerablemente (semanas 29-35), León & Fournier (1962).

Las irregularidades en el número de loculos del ovario, en el endosperma y cigotos, Sybenga (1960) así como la interrupción del desarrollo del endosperma dan origen a diferentes anomalías en el fruto del café, Gopal & Venkataramanan (1974); Sybenga (1960). estas anomalías, se traducen en disminuciones de la calidad y producción de frutos. Estos defectos ocurren en todos los materiales genéticos del café, sin embargo, en materiales de origen híbrido en los cuales las desarmonías genéticas y cromosómicas y algunos factores ambientales asociados pueden incrementar considerablemente su frecuencia, Sybenga (1960).

Rayner (1942) citado por Gopal & Venkataramanan (1974) reportó la incidencia de granos negros en Kenia como una anomalía que ocurre en varios grados de severidad variando desde endospermas casi normales hasta cerca de endospermas completamente desintegrados y lo describió como un desorden fisiológico producido por un factor climático adverso combinado con severa caída de las hojas.

El apareamiento de granos negros como una irregularidad en la formación del fruto del café ha sido observado desde hace mucho tiempo en muchas cosechas en Colombia, Valencia (1972).

Son considerados como causas las irregularidades cromosómicas en híbridos interespecíficos y autoaploides, Carvalho & Mónaco (1969); Ferwerda (1948); o a factores genéticos propiamente dichos, Antunes & Carvalho (1954); Mendes & Medina (1955); también a anomalías en la polinización, Lelived (1938); a deficiencias nutricionales, Beckley (1935); a la edad de la planta Dublin (1962) o a una falta de humedad interna entre las 13 y 17 semanas después de la floración, Valencia (1972, 1973) y a temperaturas elevadas, Rena, Caldas, Johnson & Pereira (1983).

El metabolismo interno y especialmente las interrelaciones metabólicas de los carbohidratos, desempeñan un relevante papel; Cooil & Nakayama (1953) citados por Gopal & Venkataramanan (1974) apuntan que este desorden estuvo ligado a plantaciones con altas densidades, leves podas y sombra densa y el grano negro aparece como el resultado de insuficientes cantidades de carbohidratos durante el normal desarrollo del fruto, o a disturbios fisiológicos relacionados con insuficiencias nutricionales bajo determinadas condiciones climáticas, Mayne (1932), también citado por estos autores.

El patrón de distribución de asimilados, normalmente es semejante en la mayoría de las plantas, esto es, se da primero una rápida transferencia de las hojas hacia otros órganos, seguido de una disminución de esta tasa, Wardlaw (1968). así dentro de la planta, las hojas más bajas actúan

como la principal fuente de asimilados para las raíces , mientras que las hojas superiores dislocan su flujo para los brotes superiores y las hojas intermedias , lo hacen en ambas direcciones, Wardlaw (1968).

Entretanto, estos patrones sufren modificaciones según influencias genéticas, en tomate el patrón presentado, Russell & Morris (1983) difiere del observado en *Coffea canephora*, Oyebade (1976) o del presentado por *Coffea arabica*, Cannell (1971).

Asimismo, en soya se ha observado que las hormonas (auxinas) pueden alterar y hasta controlar la distribución longitudinal de sacarosa en el tallo, Hew, Nelson & Krotkov (1967)

Otro hecho fundamental lo constituye la dependencia del flujo de asimilados hacia afuera de las hojas ,el cual puede atribuirse tanto al propio desarrollo de la hoja como a las tasas de asimilación y crecimiento de otras partes de la planta,Wardlaw (1968) por ejemplo, los cambios estacionales en la tasa de acumulación de materia seca en ramas individuales podría ser consecuencia tanto de los cambios en la producción como en la subsecuente distribución de la materia seca,Cannell (1971). los carbohidratos, pueden moverse de una parte del árbol a otra, particularmente de las ramas de reserva y vegetativas hacia las ramas altamente cargadas con frutos, Cannell (1971) este mismo autor , encontró que tanto los arboles leve o pesadamente cargados con frutos incrementaron la materia seca total mas rápidamente que aquellos que no fructificaban; y aunque la evidencia sea indirecta , los carbohidratos fueron importados por las ramas mas cargadas de frutos cuando los frutos comenzaron a expandirse y mostraron que este extra suplemento de carbohidratos le permite a ellas (ramas) establecer mas hojas (área y peso seco foliar) y retener mas frutos que aquellas ramas que fueron anilladas en la base.

Es necesario apuntar que este fenómeno es tambien regulado indirectamente por los factores climáticos al incidir sobre otros fenómenos biológicos dentro de la planta, esto es, cambios en las tasas fotosintéticas provocadas por variaciones en la temperatura inducirán dislocamientos de fotoasimilados de las partes viejas hacia las nuevas, por ejemplo, en verano el sistema tronco-raíz solo es favorecido en la acumulación de materia seca, cuando existe un suficiente contenido de materia seca en la parte aérea y las ramas no están creciendo. el fotoperiodo, al inducir efectos fotomorfogenicos en la planta .como producción de frutos, provoca que los asimilados sean destinados para mantener la especie, o sea, producción de órganos reproductivos, (un fuerte déficit hidrico provoca efecto similar en algunas plantas de ciclo corto) a expensas de los órganos vegetativos o de reserva.

La fase reproductiva de la planta del cafeto se inicia con la inducción floral que es una respuesta controlada por el fitocromo,Vince-Prue (1975); Smith (1975) y el patrón de distribución de asimilados muestra que el contenido de almidón de la corola se incremento hasta 9 días antes de la anthesis,pero también los azúcares aumentaron continuamente hasta la floración y los granos de almidón desaparecieron casi de la corola abierta; aparentemente, el crecimiento de la yema floral implica dos fases metabólicas distintas: una caracterizada por la acumulación del almidón y otra por la hidrólisis del mismo,Maestri, Shimoya, Croope & Frederico(1971)

En cafeto, la prolongada fase de desarrollo del fruto (hasta 34 semanas) lo exponen a los efectos adversos de las variaciones climáticas, así por ejemplo, un déficit hídrico interno durante el intervalo entre la 7ª y 17ª semana después de la floración, provoca el secamiento y caída (aborto) de los frutos tiernos, Valencia (1972), pero es durante el periodo de endurecimiento del endosperma que la baja acumulación y disponibilidad de carbohidratos, provoca la formación de granos negros, en dos posibles eventos: primero, durante el crecimiento del endosperma y luego alrededor de la rápida acumulación de materia seca después que el endosperma ha completado su crecimiento, Gopal & Venkataraman (1974).

El déficit hídrico, podría provocar como primera reacción en la planta una disminución o paro de la actividad metabólica, a consecuencia de la disminución de las conductividades del mesofilo y de los estomas, Kumar & Tieszen (1980) y como segunda la disminución del transporte de asimilados, de allí, la importancia de la buena distribución de las lluvias y de las temperaturas moderadas durante esta fase de llenado del endosperma.

En base a lo anterior, en este trabajo se intentó estudiar la influencia de factores climáticos, genéticos, nutricionales y morfogenéticos y morfofisiológicos en la formación de granos negros en *Coffea arabica*.

MATERIALES Y METODOS

Como este trabajo se realizó en cuatro diferentes años (1992, 93, 94 y 95) y para una mejor comprensión del mismo, se presentará en tres fases o etapas.

FASE I.

Evaluación de la presencia de grano negro en variedades comerciales y selecciones promisorias en diferentes localidades de Honduras.

Se tomaron muestras de 100 frutos (café cereza) de los diferentes genotipos comerciales y líneas promisorias, los cuales coincidieron con las diferentes maduraciones o cosechas en las zonas cafetaleras de 4 departamentos: Santa Bárbara (Descombro, El Aguaje y El Guayabo, todos situados en la región de influencia del lago de Yojoa y en Linderos, San Nicolás), Olancho (Buenos Aires, Centro Experimental del IHCAFE en Campamento, Las Vegas y Piedras Amarillas), El Paraíso y La Paz.

Las floraciones normalmente ocurren entre los meses de febrero a abril en un número de 4, para la mayoría de las regiones cafetaleras, con una periodicidad aproximada de 3 a 4 semanas, pero en la región del lago de Yojoa, las floraciones se dan entre diciembre y abril en números de 6-8.

Las muestras eran sumergidas en baldes con agua, para separar frutos sumergidos y flotantes, procediéndose a la disección transversal con bisturí y observación visual directa e inmediata; para la determinación del daño por grano negro se consideraron las diferentes formas en que se presenta los frutos y se separaron en: 1) normales: 2 endospermas sanos o dañados y 1 endosperma sano y otro dañado y 2) anormales: el caracol, completamente sano o dañado; el triángulo, 3/3, 2/3 y 1/3 dañado o sano; el monstruo, completamente sano o dañado.

Los datos que se presentan son las sumatorias de los danos indistintamente de las formas en que se presentaron.

Se registraron los datos de precipitación y temperaturas máximas y mínimas así como la altitud de los respectivos sitios muestrales.

FASE II.

Efecto del grano negro sobre el rendimiento y calidad del cafeto.

Obtención de las muestras.

Aunque se entiende que a cada floración le corresponde una maduración-cosecha, las muestras fueron tomadas de tres momentos o cortes dentro del periodo de cosecha: al inicio, en el medio y al final, las muestras de frutos fueron tomadas de la misma recolecta diaria del cortero, al momento en que este la entrega al receptor o beneficio, se empleo una lata cuyo volumen era de aproximadamente de 20 litros el que era raseado con regla plana y seguidamente se peso dicho volumen en una balanza tipo reloj graduada en libras y onzas.

Despulpado.

Se utilizo una máquina, pechero de hierro y cilindro horizontal forrado con camisa dentada de cobre, tamaño #2; los frutos se separaron por flotación y para evitar imperfecciones en la taza siempre se despulpo el mismo día del corte.

Fermentado.

Dado el pequeño volumen de las muestras, se realizo en sacos de nylon para provocar una fermentación anaeróbica, Cleves (1991) y los tiempos de fermentación fueron controlados, para evitar daños que se reflejarían en la taza.

Lavado.

Inmediatamente después que la fermentación ocurrió, se procedió al lavado de la muestra en baldes plásticos con suficiente agua para que el grano quedara completamente limpio y los granos flotantes se separaron de la muestra.

Secado.

Se efectuó en zarandas exponiendolas uniformemente al sol para que este fuese uniforme y el grano alcanzara 11-12 % de humedad.

Evaluación del grano verde (oro).

Las muestras fueron almacenadas durante dos meses para uniformizar la humedad dentro del grano y antes de ser trilladas se procedió a su limpieza general (tal como lo hace el exportador) y luego de trilladas, se procedió a la separación manual de defectos tales como: granos negros (totalmente negro, manchado o varetiado) blanqueados, brocados y otras impurezas, las cuales fueron pesadas por separado.

Evaluación del tueste y calidad de taza.

Se enviaron al laboratorio de catación 500 gramos de café en oro, al cual previamente se le separaron granos blanqueados, brocados, quebrados y otras impurezas no así, los granos negros y los parcialmente manchados.

FASE III.

Granos Negros en el Cafeto: Influencia de Factores Climáticos, Nutricionales y Morfofisiológicos.

En el Centro de Investigación y Capacitación Dr. Jesús Aguilar Paz, situado en La Fe, Ilima, departamento de Santa Bárbara, a 850 msnm se seleccionaron 20 plantas de la misma edad, de las variedades Caturra e IICAFE-90 (10 de cada una). Cinco de cada diez plantas estaban expuestas al sol y cinco a la sombra y así resultaron las cuatro parcelas de donde se extrajeron los siguientes datos.

a. Cronometraje de las floraciones principales.

Se identificaron con cintas coloreadas los nudos donde aparecieron las floradas normales, aun dentro de una misma bandola. Se desconsideraron las floraciones locas, esto es, aquellas que se presentan fuera de época; en La Fe, esta ocurre entre los meses de noviembre a abril, aunque en este estudio solo se consideran las ocurridas entre noviembre de 1992 y enero de 1993.

b. Desarrollo del fruto.

Por la dificultad de medir el diámetro del fruto en la fase de pimienta se iniciaron las mediciones (10 - a cada 15 días) cuando estos sobrepasaron el primer milímetro y se usó un paquímetro, pie de rey o vernier.

c. Número de hojas y frutos y relación fuente-dreno.

Aproximadamente a cada 15 días e iniciando el 13 de junio de 1993 se contaron todas las hojas y frutos de cada planta. La relación fuente-dreno se obtuvo dividiendo el número medio de hojas entre el número medio de frutos.

d. Contenidos nutricionales en la parte aérea.

A los 65 y 125 días de iniciado el crecimiento del fruto se extrajeron muestras foliares para evaluar el contenido nutricional de las plantas y así poder relacionarlo con el crecimiento del fruto.

e. Presencia de grano negro.

De acuerdo al número de floradas registradas en cada planta/variedad se tomaron muestras de frutos maduros, a las cuales se les determinó la presencia de granos negros por simple disección diametral y comprobación visual.

f. Registro de datos climáticos.

Diariamente se monitoreó la precipitación (pluviómetro) y la temperatura del aire (termómetro de máximas y mínimas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE I.

Evaluación de la Presencia de Grano Negro en Variedades Comerciales y Selecciones Promisorias en Diferentes Localidades de Honduras.

En las figuras 1(a,b,c,d,e,f,g,h) se observa la incidencia de grano negro en los cultivares comerciales al final de la cosecha 1993/94 (fig 1a y 1b) y en la cosecha de 1994/95 (resto de las figuras).

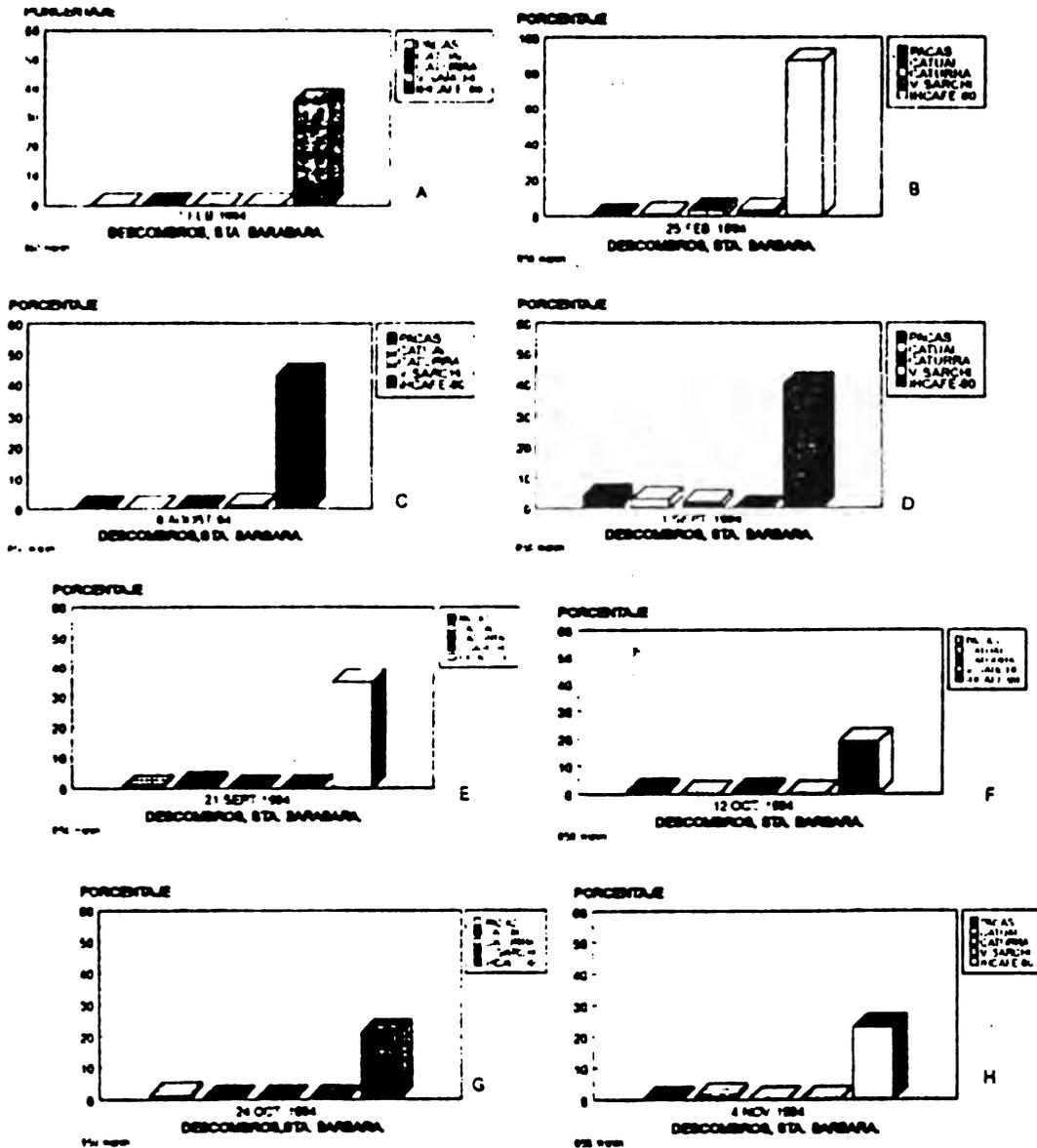


Fig 1. Porcentaje de Grano Negro en variedades comerciales Descombro, La Fe, Santa Bárbara.
(Figura 1a y 1b, final de la cosecha 1993/94 y Figura 1c a 1h, cosecha 1994/1995)

En el departamento de Santa Bárbara, particularmente en cafetales de Descombros, en la aldea de La Fe a 850 msnm dentro de la zona de influencia del lago de Yojoa, y en las figuras 2a y 2b se presenta el comportamiento de la precipitación y temperatura en fracciones de los años 1992 y 1993.

Es notoria la alta presencia de granos negros en la variedad IHCAFE-90 desde el final de la cosecha de 1993/94 (valores máximos de 87 %, fig 1b) hasta noviembre de 1994 (fig 1h) mientras en los otros genotipos los valores mas altos no sobrepasaron el 6 %, en el IHCAFE-90 se alcanzaron medias de 38 %.

PRECIPITACION

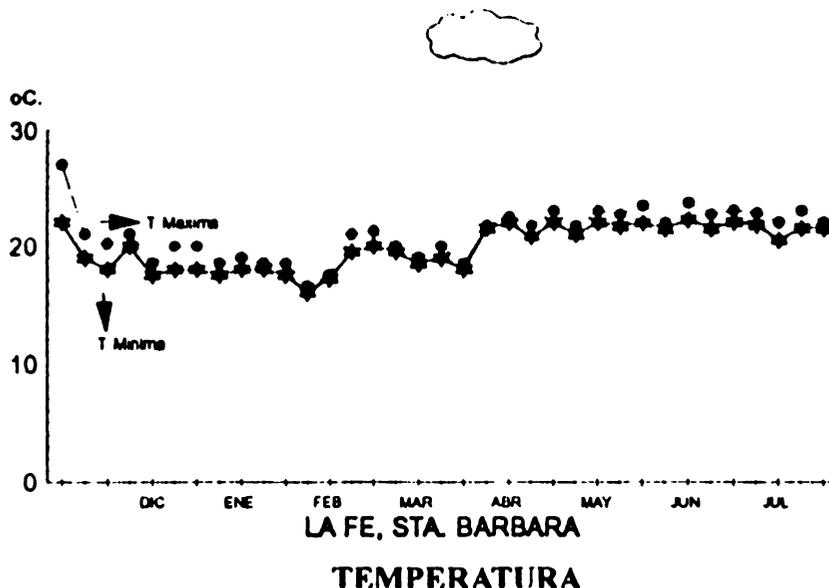
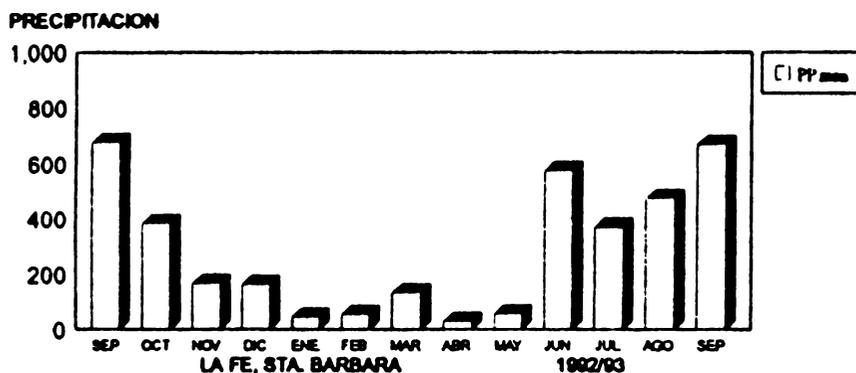


Figura 2. Comportamiento de la Precipitación y Temperatura en La Fe, Santa Bárbara durante fracciones de 1992/1993

La región del lago de Yojoa presenta dos estaciones o épocas pluviométricas bien marcadas , una lluviosa que va de junio a octubre y la seca que comprende desde enero a mayo , mientras las temperaturas máximas y mínimas no se vieron influenciadas por la precipitación, esto es, se mantuvieron juntas y las medias se concentraron alrededor de 23 grados centígrados.

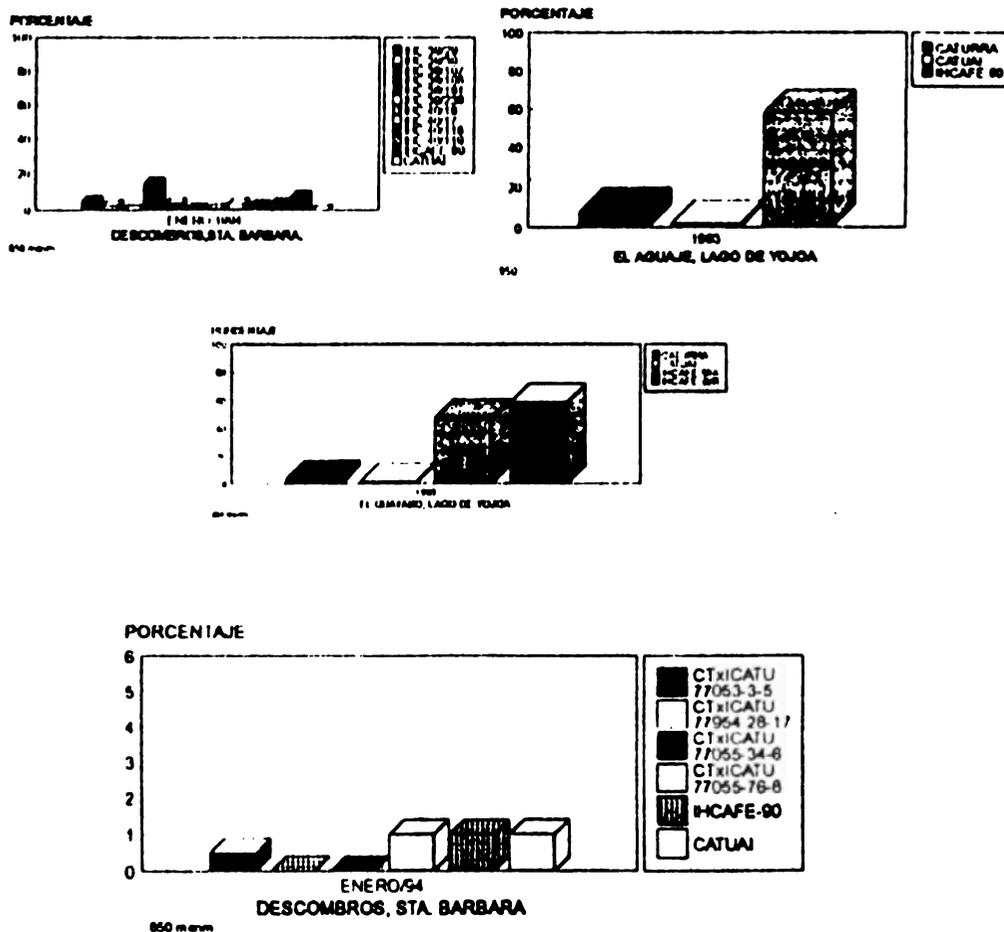


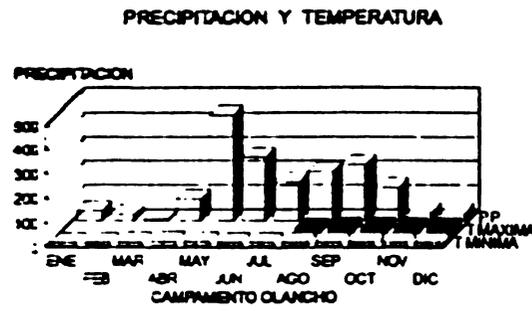
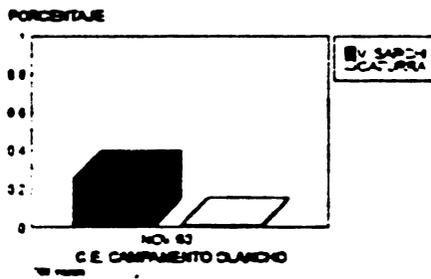
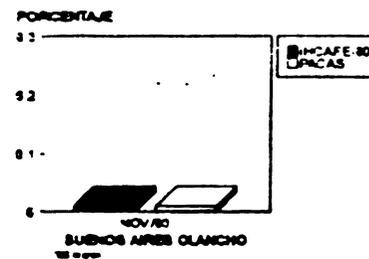
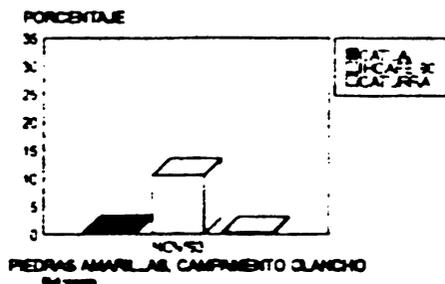
Figura 3. Porcentaje de Grano Negro en Híbridos Catuai x T-5175 y Variedades Comerciales Descombros y lago de Yojoa (Fig. a, b y c) y en las líneas de Icatú (Fig. d) Cosecha 1993/1994

En las localidades de El Aguaje (850 msnm) y El Guayabo (650 msnm) dentro de la zona del lago de Yojoa, el IHCAFE-90 también presentó valores de 58 y 48 % ,respectivamente en comparación a las variedades Caturra y Catuai (fig 3b y 3c) al final de la cosecha 1993/94 .

Es interesante resaltar que aun dentro de Descombro en La Fe, las líneas del cruce Catuai x T-5175 (fig 3a) y de la selección experimental Icatu (Catuai x Icatu), (fig 3d) representadas por plantas relativamente jóvenes , en la cosecha 1993/94, la presencia de granos negros fue sorpresivamente baja aun en la variedad IHCAFE-90.

En el municipio de Campamento en el departamento de Olancho y a diferentes altitudes los muestreos realizados de noviembre de 1993 hasta febrero de 1994 ,en cinco variedades comerciales incluyendo las selecciones Catimor T-8664 y Mundo Novo-12 , asi como en las diversas líneas de la progenie T- 5175 (origen de la variedad IHCAFE-90) revelan que la presencia de granos negros fue baja (fig 4) alrededor de 4 %

Sólo, en la localidad de Piedras Amarillas a 950 msnm (fig 4a) la variedad IHCAFE-90 presentó en noviembre de 1993, 10 % de granos negros, cuando comparado con las variedades Caturra y Catuai, con valores menores que 1%.



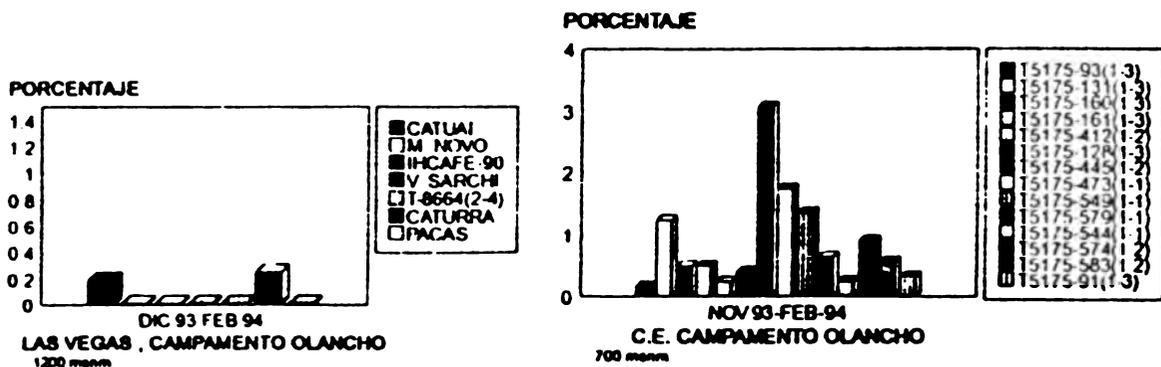


Figura 4. Porcentaje de Grano Negro en Variedades Comerciales Campamento, Olancho Cosecha 1993/1994

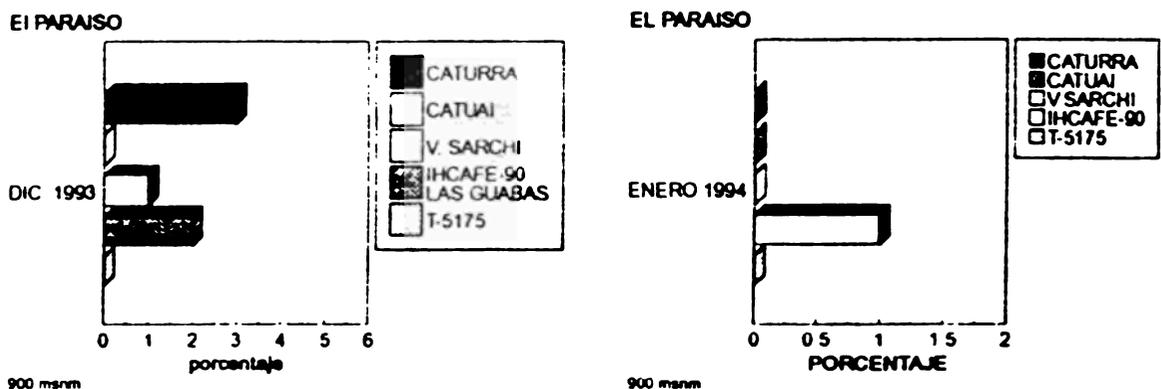


Figura 5. Porcentaje de Grano Negro en Variedades Comerciales El Paraiso. Cosecha 1993/1994

Las variedades tradicionales en el departamento de El Paraiso (900 msnm) registraron en el periodo noviembre de 1993 a enero de 1994 valores menores o iguales a 3 %, (vea fig 5a y 5b).

Aun dentro del departamento de Santa Bárbara específicamente en la zona de Linderos municipio de San Nicolas a 1100 msnm, las variedades comerciales y algunas selecciones experimentales promisorias entre ellas el Catimor T-8667 y Sarchimor T-5296, los valores de grano negro no fueron mayor al 2.3 %, (vea fig 6). De la misma manera, en el departamento de La Paz, localidad de Florida de Marcala a 1440 msnm, los muestreos que incluyeron el Mundo

Novo-12 y el Catimor T-8664 muestran que el grano negro no supero el 5.5 %, tanto en la cosecha de 1993 como en la de 1994 (ver fig 7a y 7b).

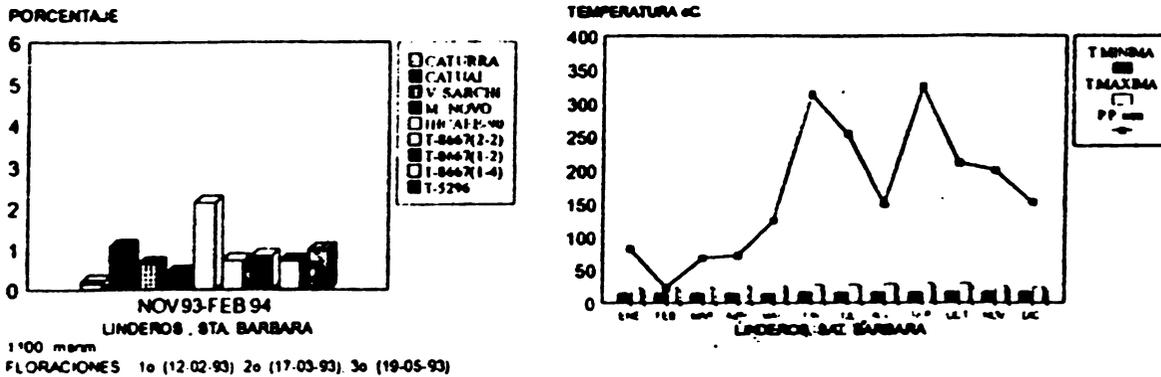


Figura 6. Porcentaje de Grano Negro en Variedades Comerciales Linderos, Santa Bárbara. Cosecha 1993/94

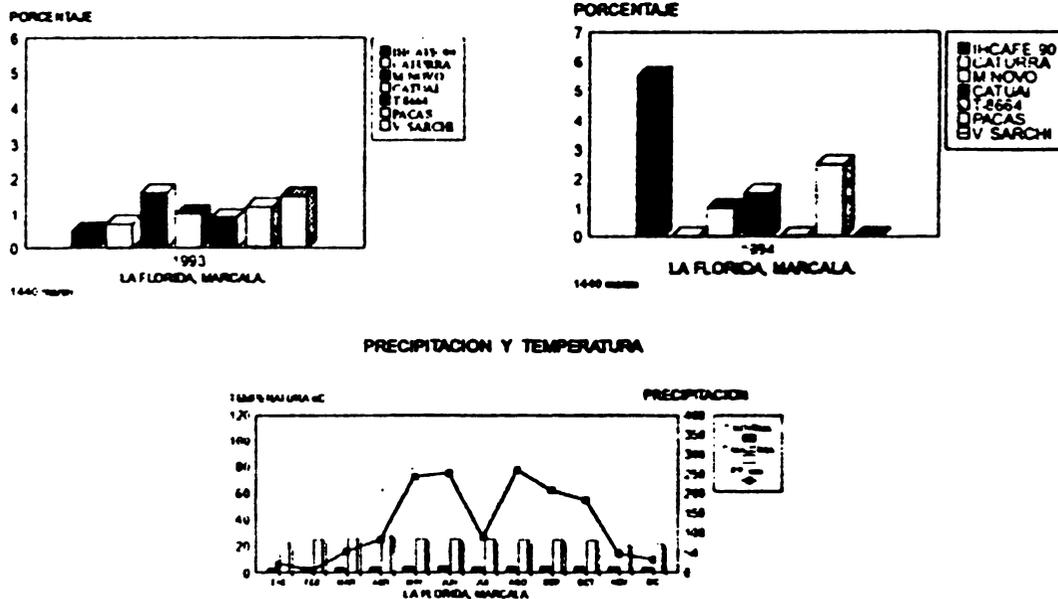


Figura 7. Porcentaje de Grano Negro en Variedades Comerciales y comportamiento de la precipitación y temperatura máxima y mínima (1993) Marcal, La Paz. Cosecha 1993/1994.

La precipitación y temperatura media anual presentan un patrón de comportamiento bastante similar entre si, en las diferentes localidades muestreadas, indistintamente del total de lluvias o niveles de temperatura observados.

Lo contrastante de este hecho radica en que en ninguno de los casos (localidades) los patrones de comportamiento son diferentes en su forma al observado en Descombro, La Fe, Santa Bárbara y tampoco las cantidades anuales de precipitación superaron a los valores de Descombro mas, los daños por grano negro mostrados por IHCAFE-90 fueron superiores a los observados en todos los otros casos. Podria pensarse que la presencia de grano negro en la variedad IHCAFE-90, se restringe a aquellas regiones con alta precipitación (> 2800 mm) y un fuerte y corto verano antes y durante la época de formación de endosperma (Fase II), Valencia (1972,1973), vale decir que la otra época critica, esto es, la cuarta fase de desarrollo del grano, llenado del endosperma, León & Founier (1962) se desarrollo bajo una alta precipitación.

FASE II.

Efecto del Grano Negro Sobre el Rendimiento y Calidad del Cafeto.

Los datos sobre rendimiento y calidad de taza obtenidos de 5 genotipos comerciales en 6 zonas de 4 departamentos cafetaleros del país, durante la cosecha 1993/94, (cuadro 1) demuestran que los rendimientos desde cereza/pergamino seco están dentro de valores esperados y presentan similitud con datos obtenidos por Cleves (1991) en Guatemala, igual comportamiento presenta la relación pergamino seco/oro productor, siendo que los requerimientos oscilan entre 120 y 130 libras para obtener un quintal oro, donde el 83 % están por debajo de las 125 libras requeridas en el mercado nacional.

Cuadro 1 Efecto del grano negro sobre rendimiento durante la fase seca del Beneficiado del Café, CIC-JAP, La Fe, Santa Bárbara, 1994.

Fecha	Descripción *No muestra *Origen *Variedad *Nombre Productor	Peso en Libras						Relación p.s./oro Productor	Relación p.s./oro Exportable	Pérdida de Rendimiento por G. negro (%)
		Café		Café oro		Otras impurezas				
		P.Seco	Oro	Sano	Negro					
Dic.93	Caturra	107	88	76	1	11	122	141	1.1	
San Luis, S.B 1100	Catuai	108	89	73	3	6	121	148	3.6	
	Mundo N.	109	89	76	2	4	122	143	2.4	
msnm	Ihcafe-90	100	82	72	3	6	122	139	3.7	
Dic.93	Caturra	111	92	72	3	8	121	154	3.3	

Fecha	Descripción *No.muestra *Origen *Variedad *Nombre Productor	Peso en Libras						Relación p.s./oro Productor	Relación p.s./oro Exportable	Pérdida de Rendimiento por G. negro (%)
		C a f é		Café oro		Otras impurezas				
		P. Seco	Oro	Sano	Negro					
Lajas, Com. 1200 msnm	Catuai	109	88	70	4	7	124	155	4.5	
	Pacas	105	86	74	2	6	122	142	2.3	
	Villa Sarchi	100	81	75	2	4	123	133	2.5	
	lhcafe-90	109	89	70	3	9	122	156	3.4	
Nov. 93	Caturra	108	86	63	5	18	126	171	5.8	
El Tigre Lago de Yojoa 1200 msnm	Pacas	108	85	65	3	17	127	166	3.5	
	Catuai	109	88	62	4	22	124	175	4.5	
	Villa Sarchi	109	87	55	6	26	125	198	6.8	
	lhcafe-90	87	67	37	20	10	130	235	30	
Dic. 93	Caturra	116	94	83	1	10	123	140	1.1	
Linderos S.B. 1100 msnm	Catuai	114	92	79	3	10	124	144	3.3	
	Mundo N.	109	88	73	2	13	124	149	2.3	
	lhcafe-90	100	83	70	3	10	120	143	3.6	

En las zonas cafetaleras de San Luis, Planes, Lajas (Comayagua) y Linderos (Santa Bárbara) ubicadas a alturas mayores a los 1000 msnm , las pérdidas por grano negro no superaron el 7 % (fig 8) en todas las variedades evaluadas .

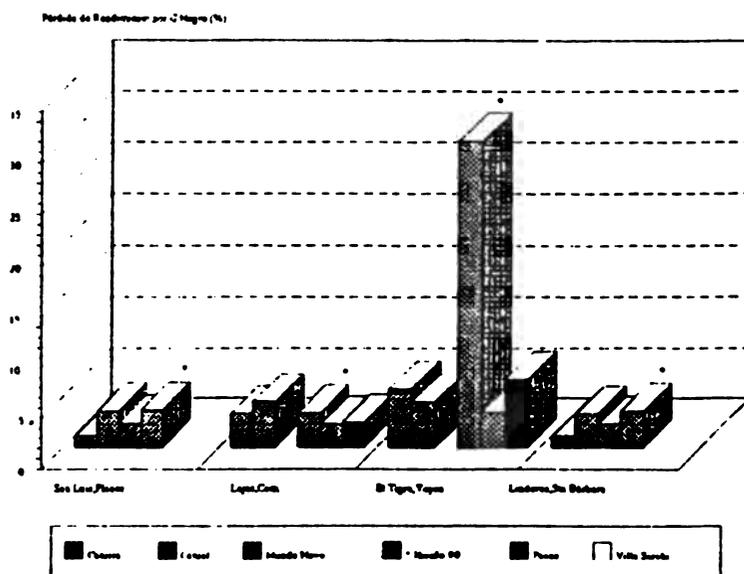


Fig 8 Efecto del grano negro sobre el rendimiento en el beneficiado
lavado del café en diferentes localidades

Debe resaltarse que el IHCAFE-90 experimento un fuerte daño en la zona del lago de Yojoa , observese que los rendimientos se vieron afectados desde la relación cereza/p.s.,p.s./oro productor y una relación extrema entre p.s./oro exportable, si se consideran los altos valores de grano negro 30 y 27 %, en el Tigre, en ambos años (vea cuadros 1 y 2). Es también importante el hecho que en la zona baja (700 msnm) de Campamento,Olancho durante la cosecha 1994/95 las variedades comerciales solo presentaron valores menores al 5 %.

Cuadro 2. Efecto del Grano Negro sobre el rendimiento durante la fase seca del Beneficiado del Café. CIC-JAP, La Fe, Santa Bárbara 1994..

Fecha	Descripción *No muestra *Origen *Variedad *Nombre *Nombre *Productor	Peso en Libras						Relación p.s./oro Productor	Relación p.s./oro Exportable	Pérdida de Rendimiento por G. negro (%)
		C a f é		Café oro		Otras impurezas				
		P.Seco	Oro	Sano	Negro					
Ene.95	Catuai	119	96	82	3	11	124	145	3.1	
Paraiso 1100 msnm	Pacas	113	89	78	3	8	127	144	3.4	
	Ihcafe-90	106	85	77	2	10	124	138	2.3	
Nov.94	Caturra	94	77	69	1	7	122	136	1.3	
Campa- mento Olancho 700 msnm	Catuai	93	75	62	2	11	124	150	2.7	
	Villa Sarchi	102	84	76	3	5	121	134	3.6	
	Mundo Novo	111	90	80	2	8	123	139	2.2	
	Catimor 131 (1-3)	111	88	75	4	9	126	148	4.5	
1,994	Caturra	107	87	70	3	78	123	153	3.4	
El Tigre Lago de Yojoa 650 msnm	Pacas	110	88	74	3	11	125	149	3.4	
	Catuai	105	84	73	1	10	125	144	1.2	
	Villa Sarchi	100	81	68	4	96	123	147	4.9	
	Ihcafe-90	91	71	42	19	90	128	216	27	

Los resultados del análisis del laboratorio de catación (cuadro 3) demuestran que las cinco variedades presentaron similar contenido de humedad uniformidad de secado,un color verde pálido propio de la zona baja del lago de Yojoa ; un olor sano lo que confirma el buen manejo en el beneficio y un tamaño de grano pequeño también característico de zonas bajas.

El análisis degustativo efectuado por tres expertos catadores encontró tazas sanas para las variedades Caturra, Pacas, Catuai, Villa Sarchi mas no así para IHCAFE-90, en donde se encontró daño de agrio y sobre fermento ,lo cual según los expertos podría estar siendo causado por el tueste desuniforme que causo el daño visible del grano negro sobre el endosperma del grano oro.

Cuadro 3. Análisis en grano verde (oro) y calidad de taza sobre cinco variedades comerciales de café procedentes de la zona baja del Lago de Yojoa, Ing. Recaredo Radillo experto Catador, San Pedro Sula, 1995.

Variedad	Grano Verde				Grano Tostado		Degustación	
	Antigüedad	Humedad	Color	Olor	Carácter	Tuete	Taza	Tipo por altura
Caturra	Cosecha nueva	12%	Verde pálido	Sano y limpio	Muy pobre	Uniforme	Sana	Estándar
Pacas	Cosecha nueva	11.5%	Verde bastante normal	Sano y limpio	Muy bueno	Uniforme	sana	Estándar
Villa Sarchi	Cosecha nueva	11.6%	Verde pálido	Sucio	Muy pobre	Uniforme	Sana	Estándar
IHCAFE-90	Cosecha nueva	12%	Verde pálido	Sano	Regular	Disparejo	Dañado (agria)	Estándar
Catuai	Cosecha Nueva	10.8%	Verde Oscuro	Sano y limpio	Excelente	Uniforme	Sana	Estándar

FASE III.

Granos negros en el café: influencia de factores climáticos, nutricionales y morfofisiológicos.

La producción de hojas y frutos del IHCAFE-90 y la relación entre ambos, o sea, la relación de distribución de fotoasimilados presentó un patrón similar en ambas condiciones luminosas (vea fig 9 y 10).

Este hecho podría explicarse como una respuesta fotomorfogénica de la planta del café, esto es, el patrón de formación de órganos vegetativos y reproductivos es independiente de la producción fotosintética, la cual como se ve fue mayor a pleno sol, pero eso no es suficiente para cambiar o detener el proceso morfogénico porque son dos fenómenos luminosos independientes, Smith (1975); Vince-Prue (1975).

Otro hecho importante es que la producción inicial de frutos (dreno) de IHCAFE-90 que sucedió durante los meses de mayo y junio, fue sustentada por una cantidad de hojas (fuente) estable y mucho menor aunque al final del periodo estudiado ocurrió lo inverso (la producción de frutos cayó y la formación de hojas se incrementó anormal e inesperadamente). Esto supone un cambio en la relación fuente-dreno (F/D) en el cual los asimilados son destinados a producción de hojas a expensas de los primeros (en esta época las hojas son formadas en las ramas secundarias y terciarias). La caída de los frutos o purga es frecuente en este periodo de competencia según Fournier (1988) porque mientras la producción total de materia seca de las plantas sometidas a déficit hídrico permanece relativamente constante, la producción de frutos y el rendimiento en granos cae o se reduce debido a cambios en el patrón de distribución de asimilados, por ejemplo, el desarrollo de las inflorescencias, la fecundación y abortos de ovarios fertilizados y la abscisión

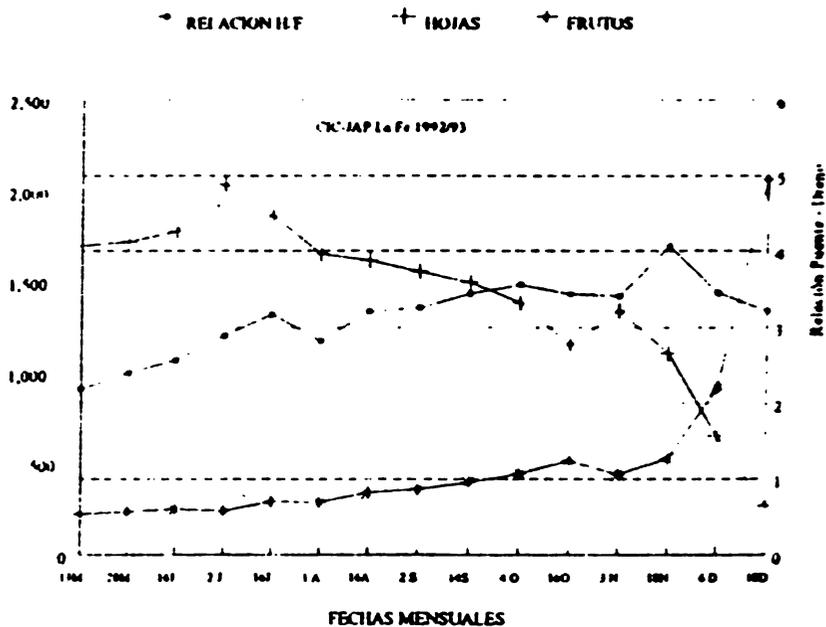


Fig. 9 Producción de hojas y frutos de la variedad HICAFE-90 bajo sombra

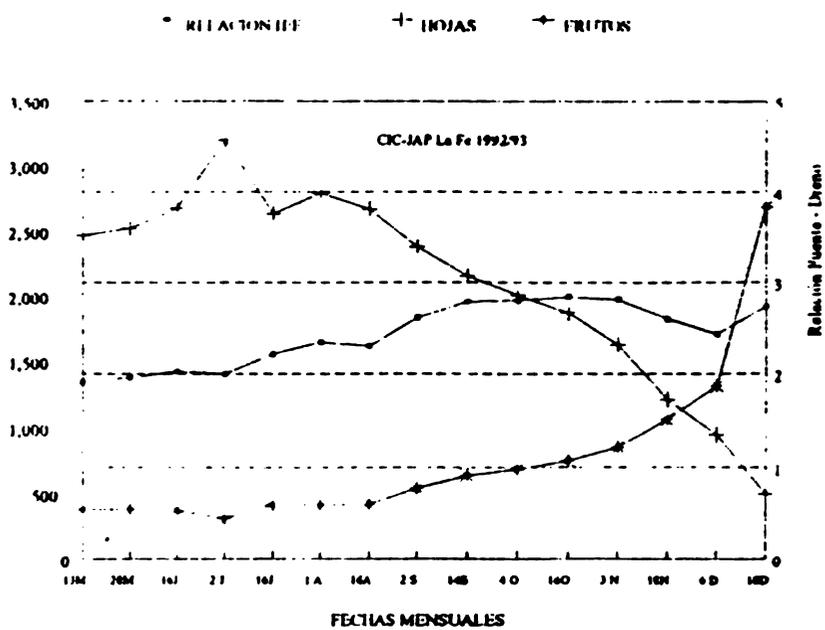


Fig. 10 Producción de hojas y frutos de la variedad HICAFE-90 a pleno sol

de frutos se presentan como el efecto inicial inmediato, Hsiao, Fereres, Acevedo & Henderson (1976).

En la fig. 11 se observa que la precipitación cayó considerablemente entre enero y mayo de 1993 periodo en que sucede la formación de frutos en ambas variedades.

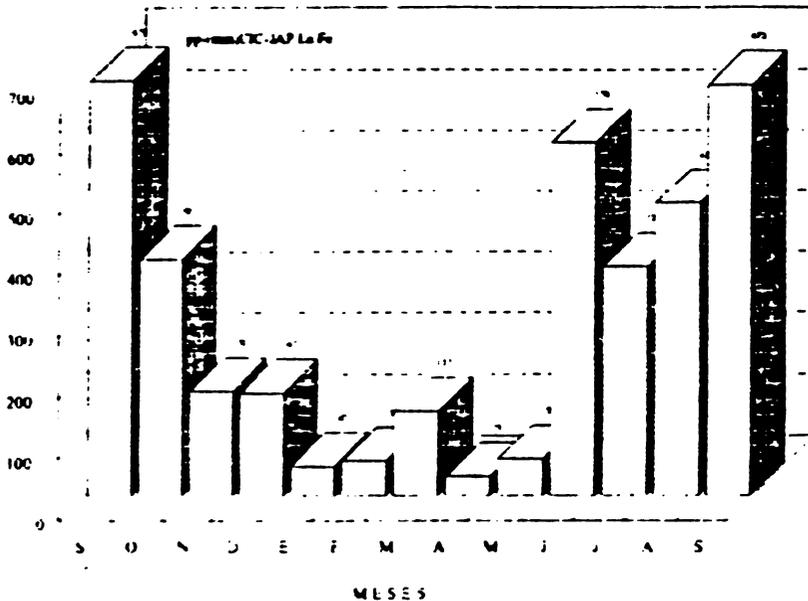


Fig. 11. Precipitación media mensual, La Fe, Sta. Barbara 1992-93.

Considerando que el IHCAFÉ-90, presentó la mayor cantidad de granos negros (Cuadro 4) podría admitirse que la asociación entre el cambio en el patrón de distribución de fotoasimilados y un déficit hídrico interno prolongado, posiblemente provocado por esa caída de la precipitación durante la formación de los granos, como ser una de las posibles explicaciones al fenómeno.

Primeramente, porque, si bien la producción de frutos fue alta al principio después cayó y la producción de hojas experimentada al final del periodo, podría fácilmente haber sustentado tal cantidad de frutos en la fase final de su desarrollo, pero los frutos se mal formaron indicando que hubo una carencia de fotoasimilados (Carbohidratos) tanto en la fase inicial de crecimiento rápido, Gopal & Venkataramanan (1974), Valencia (1972) por lo arriba expuesto como en la fase de llenado del endosperma, Gopal & Venkataramanan (1974) posiblemente por la falta de asimilados que el cambio en el patrón de distribución produjo al aumentar concomitantemente los frutos y hojas al final del periodo.

Wardlaw (1968) & Slatyer (1969) citados por Hsiao et al (1976) apuntan que aquellos déficit hídricos que no son tan severos como el que pudo haber ocurrido en este caso, probablemente

afectan indirectamente la translocación para la mayoría de los órganos, al alterar la relación fuente-dreno.

En segundo lugar, aunque este fenómeno atmosférico de baja precipitación también fue experimentado por las plantas de Caturra éstas no presentaron tantos granos negros como se ve en el cuadro siguiente.

Cuadro 5. Presencia de grano negro en producciones de IHCAFE-90 y CATURRA a pleno sol y bajo sombra CIC-JAP, "La Fe", 1992-93.

Floración	IHCAFE-90				CATURRA			
	Sombra		Sol		Sombra		Sol	
	Grano Negro	Grano Sano						
02-11-92	88.5	11.5	95.5	9				
09-12-92	53.5	46.5	56	44	3	97	10.5	89.5
04-01-93	53.5	46	55	45	7	93	0.5	99.5
06-02-93	56.0	44	57	43	3	97	1.0	99.0

* Los datos son medias de cinco plantas.

Asimismo, en las figuras 12 y 13 se observa que la variedad Caturra presentó un patrón de comportamiento similar en su producción de hojas y frutos, indistintamente de la condición lumínica a la que estaba sometida, tal como el IHCAFE-90 (respuesta fotomorfológica), pero la

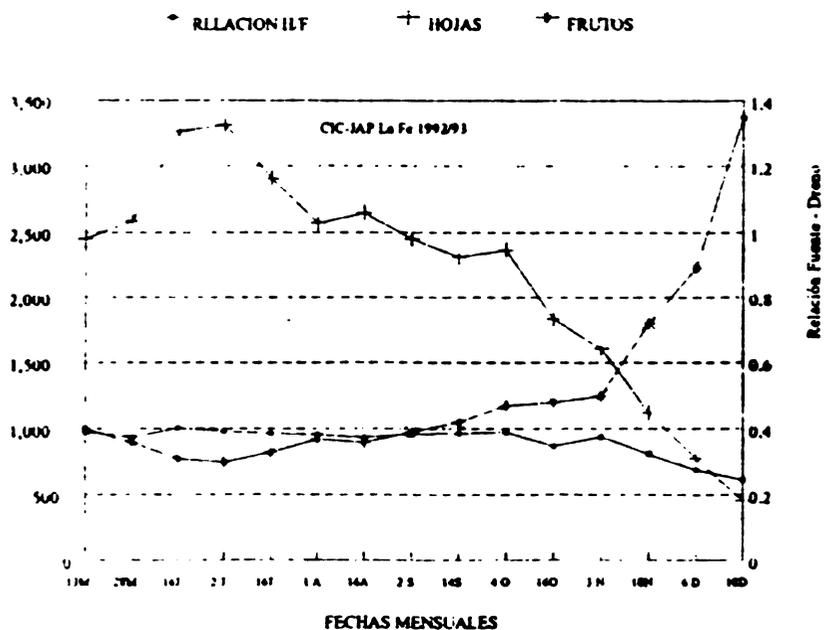


Fig 12 Producción de hojas y frutos de la variedad CATURRA

bajo sombra

producción de hojas y frutos no fue antagónica y ambos descendieron al final del periodo evaluado.

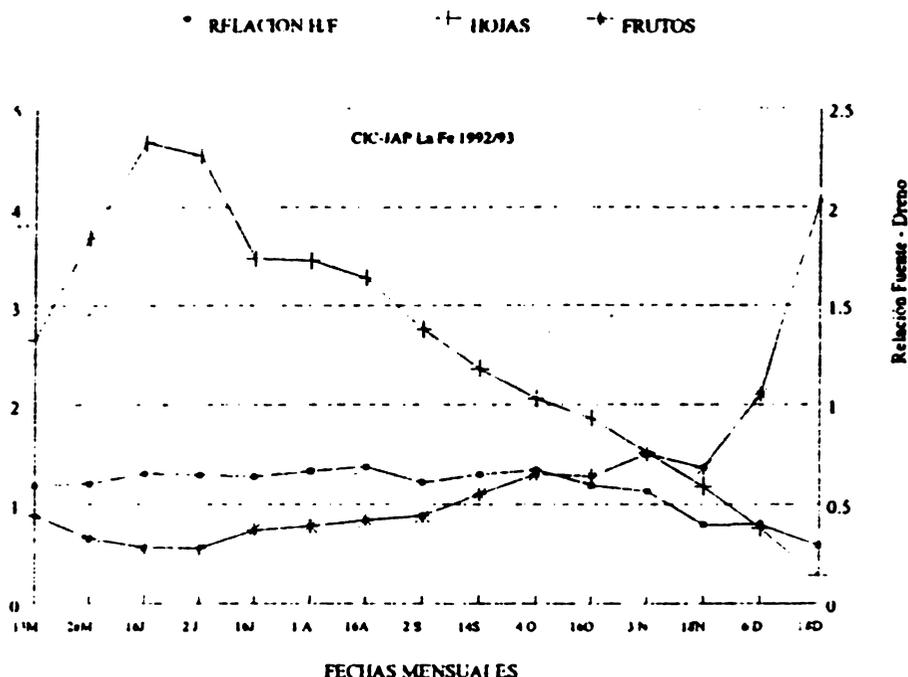


Fig. 13 Producción de hojas y frutos de la variedad CATURRA a pleno sol

En este momento vale la pena considerar la hipótesis que el fenómeno de grano negro, que se presenta en la variedad IHCAFE-90, pudiese tener una base genética, tal como lo propone Sybenga (1960) quien apunta que los híbridos son más susceptibles al apareamiento de anomalías en la formación de los frutos influenciadas por factores climáticos o porque presenta un sistema radicular desfavorecido en la translocación de asimilados bajo déficit hídrico o bajo altas tasas de producción de materia seca en la parte aérea Cannell (1971).

También hay que agregar que la producción de frutos en Caturra presentó picos máximos superiores a la otra variedad y no hubo una base foliar de sustentación tan evidente o suficiente como podría haberse esperado y aun más, el fenómeno de mal formación de granos no fue tan elevado (ver. cuadro 5).

Las curvas de la relación F/D, no fueron tan expresivas de los cambios que pudieran estar ocurriendo en la distribución de los asimilados tal vez porque el café presentó una relación hoja-fruto demasiado amplia, esto es, una hoja puede sustentar mucho más frutos de lo esperado, Fournier (1988); Cannell (1971), o porque hubo muchos abortos y las hojas no tuvieron mucha demanda como en el caso de la variedad Caturra, tal como se ve en el siguiente cuadro.

Cuadro 6 Frutos abortados (%) por plantas de IHCAFE-90 y CATURRA expuestas al sol y bajo sombra CIC-JAP, La Fe, 1992-93.

IHCAFE-90		CATURRA	
Pleno sol	Sombra	Pleno sol	Sombra
38	31	52	28

Otro dato interesante es que el cafeto produce siempre un número mayor de frutos que aquel que pueden sustentar sus hojas, Rena & Maestri (1986); Valencia (1972) quizás porque se ha comprobado que los frutos son responsables de un tercio de la fotosíntesis que sustenta su propio peso o porque reciben suministros de otros órganos considerados como de reserva, o sea, las ramas, tallos y raíz, Rena & Maestri (1986); Cannell (1971); Fournier (1988).

Probablemente la variedad IHCAFE-90 por ser un híbrido altamente productivo no posea mecanismos "Homeostáticos" internos que regulen eficientemente la relación catabólica-anabólica y sea lanzado más susceptible por factores climáticos-un periodo lluvioso antecedido de un periodo seco-hacia una fase de diferenciación celular acelerada que al final no es capaz de controlar y dirigir hacia la producción de frutos específica y eficientemente.

En las figuras 14 y 15 el desarrollo del fruto de ambas variedades fue muy similar lo que significa que no hubo influencia de la condición lumínica, apenas resalta el hecho de que el fruto de la variedad IHCAFE-90 es mayor que el de la otra. Estos datos son bastantes similares que a los

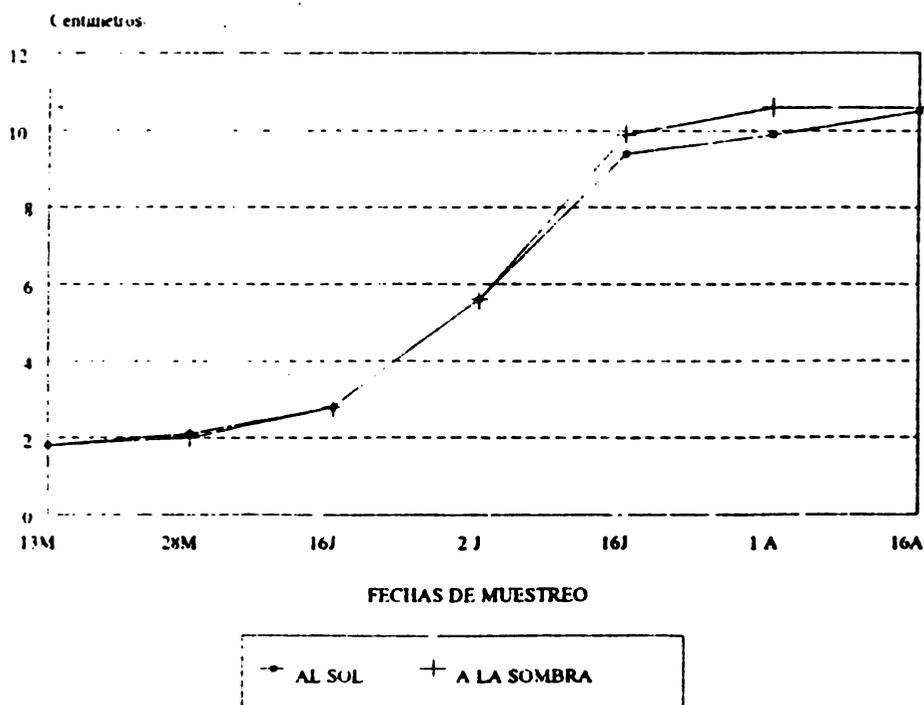


Fig. 14 Desarrollo del Fruto (Diámetro) de plantas de café (variedad Ihcafe-90) expuestas al sol y bajo sombra CIC-JAP, La Fe, Sta Bárbara 1993.

obtenidos por León & Fournier (1962). Este fenómeno resalta la relación débil que existe entre el desarrollo del fruto medido por el diámetro y la formación de grano negro.

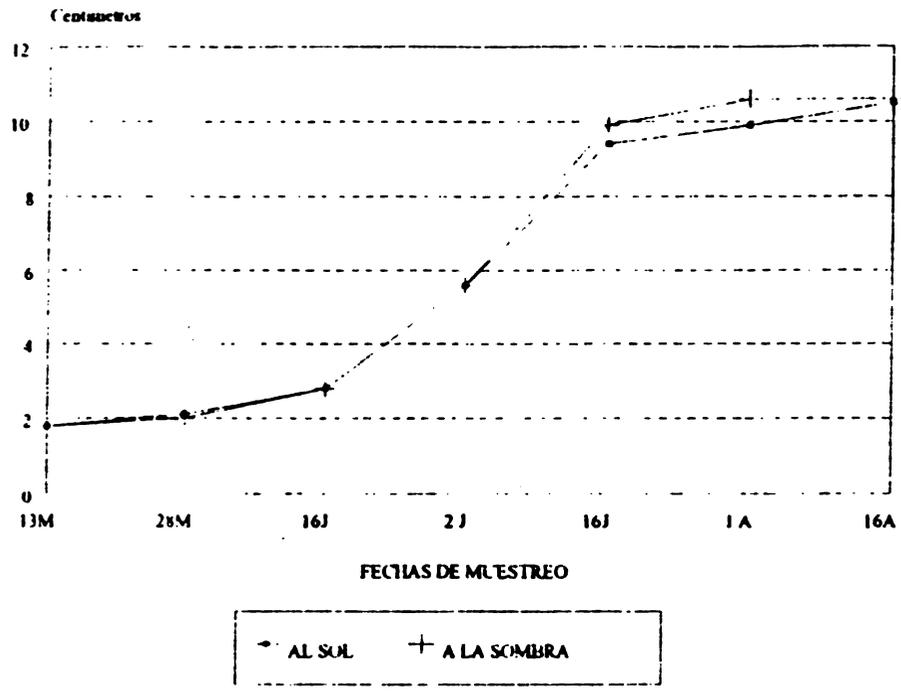


Fig. 15 Desarrollo del Fruto (Diámetro) de plantas de café (variedad IHCafe-90) Expuestas al sol y bajo sombra CTC-JAP, La Fe, Sta Bárbara 1993.

Por otro lado, en la grafica 11, la precipitación aumento considerablemente a partir del mes de junio de 1993, época que coincide con un aumento de la producción de hojas y la caída de los frutos de ambas variedades (vea figuras 12 y 13), al mismo tiempo podemos observar que la curva de rápido crecimiento del fruto coincide con lo arriba expuesto (vea figura 14 y 15). De lo anterior se puede inferir que los nutrientes que forman la pulpa y el pericarpio del fruto (que fue lo que midió el paquimetro) fueron sometidos a presiones de competencia con aquellos utilizados en la formación del endosperma. Al respecto Wardlaw (1968) sostiene que las diferencias en demandas presentadas por diferentes tejidos depende de los mecanismos por ellos utilizados, uno de ellos se basa en la habilidad de consumir rápidamente los asimilados que llegan para así crear un vacío o gradiente de concentración bajo que pueda favorecer el movimiento hacia ese órgano en particular.

Si no fuese así, cómo se explica la presencia de grano negro y la creciente producción de hojas sin disminución del diámetro del fruto. Aun cuando podría objetarse que no se midió el peso seco del grano sino apenas el diámetro - que podría estar siempre túrgido debido a la alta precipitación durante el estudio, lo que no podrá desvirtuarse es que hubo alta presencia de grano negro tanto a pleno sol como bajo sombra, específicamente en IHCAFE-90.

En las muestras foliares obtenidas para análisis a los 65 y 125 días de crecimiento del fruto se observaron las siguientes concentraciones de nutrimentos:

Cuadro 7 Comparación de las concentraciones de nutrimentos.

Fecha de Muestreo	Cultivar	Porcentaje						Partes por millón				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
15/06/93	IHC-90 al sol	2.56	0.1	2.18	1.07	0.32	0.24	97	93	6	24	63
	IHC-90 sombra	2.37	0.1	2.16	0.8	0.25	0.2	97	37	7	21	45
	Caturra al sol	2.47	0.11	2	1.18	0.29	0.22	100	169	68	21	45
	Caturra sombra	2.65	0.11	2.38	0.99	0.22	0.23	110	118	126	23	53
20/09/93	IHC-90 al sol	2.81	0.12	1.92	0.97	0.29	0.05	145	60	8	27	55
	IHC-90 sombra	2.81	0.12	1.89	0.74	0.27	0.14	91	67	9	18	55
	Caturra al sol	2.74	0.12	1.65	1.28	0.27	0.06	258	136	37	27	68
	Caturra sombra	2.9	0.12	2.17	1.0	0.28	0.1	127	121	60	16	58

Las concentraciones de nutrimentos en las hojas en ambas fechas y específicamente las relaciones N/K; N/P; N/S; Ca/K; Ca/Mg se encuentran dentro de lo esperado, Malavolta (1978); sin embargo, la relación P/Zn presenta valores que oscilan entre 0.004 y 0.007 muy por debajo del que señala este autor que es de 75 a 120; situación esta que podría estar afectando la normal utilización del fósforo por las plantas del IHCAFE-90 y podría sospecharse de una menor eficiencia en la utilización de este elemento por este genotipo.

De los resultados obtenidos podría decirse que los genotipos de café pueden diferir en varios aspectos de su actividad nutricional: velocidad de absorción y de translocación de elementos específicos, eficiencia en la utilización metabólica y aun sistema de radicular más profundo y más ramificado que les permite explorar diferencialmente los suelos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones imperantes durante el estudio en la región de influencia del Lago de Yojoa, la presencia de grano negro en los frutos, varió en media de 48% en la variedad Ihcafe-90 con valores máximos no mayores del 6% en el resto de los genotipos evaluados.

En la otra regiones cafetaleras del país , a excepción de la localidad de Piedras Amarillas en el Departamento de Olancho , la variedad Ihcafe -90 no presentó valores significativos de grano negro, indistintamente de la altura sobre el nivel del mar y patrón de precipitación y temperatura que fue observado durante el estudio.

Las variedades comerciales y demás líneas promisorias presentaron valores bajos, despreciables, de grano negro, tanto en el tiempo como en las condiciones climáticas imperantes en la otras zonas o regiones cafetaleras en que fueron estudiadas.

La presencia de grano negro en la variedad Ihcafe -90 en la región de influencia del Lago de Yojoa , provocó un daño cualitativo en la taza debido a un sobre fermento que induce un sabor agrio y otro cuantitativo por el cual es necesario adicionar 38 libras (17.3 Kg.) de p.s. para obtener 100 libras de grano oro exportable.

La relación entre nutrimentos N/ K, N/P , N/S , Ca/K , y Ca/Mg. observadas en las hojas del cultivar Ihcafe -90 son consideradas normales.

La relación p/z n presentó valores muy por bajo de lo esperado indicando un bajo aprovechamiento del P por el cultivar Ihcafe -90.

La alta presencia de grano negro en la variedad Ihcafe-90 observada en la región de influencia del Lago de Yojoa, parece obedecer a (i) un patrón climático errático que provoca un déficit hídrico durante la fase inicial de formación y desarrollo del fruto lo que promueve una alta producción de frutos y a la vez impide una completa translocación de fotoasimilados hacia ellos y también (ii) a un desorden morfofisiológico con posible origen genético, durante la fase de llenado del endosperma, que se caracteriza por una alta y simultánea producción de hojas y frutos, lo que induce una carencia de asimilados en los mismos.

Debe evitarse en lo posible, mientras no se identifiquen científicamente las causas de esta malformación del grano de la variedad Ihcafe-90 continuar propagando o promoviendo tal material en las zonas bajas del país con condiciones climatológicas semejantes a la de la sub-Región de influencia del Lago de Yojoa y sólo recomendarlo para altitudes arriba de 1000 msnm, consecuentemente será de interés la identificación de zonas similares a estas dentro del país.

Para identificar científicamente las causa de este fenómeno debe iniciarse un trabajo interinstitucional que cubra aspectos fisiológicos, anatómicos y morfológicos en el cual se debe producir un déficit hídrico interno en la planta del cafeto (cv. ihcafe-90 y un testigo) y realizar un seguimiento mensual de los contenidos nutricionales del suelo y de las plantas y simultáneamente acompañar el comportamiento de los contenidos de los carbohidratos (azúcares reductores y no reductores) dentro de la hoja, ramas y frutos y además realizar un estudio histológico y citológico del fruto para acompañar el apareamiento de este fenómeno.

BIBLIOGRAFIA.

1. ANTUNES FILHO, H. & CARVALHO, A. 1954. Melhoramento do cafeeiro. Ocorrência de lojas vazias em frutos de café "Mundo Novo" . *Bragantia*, Brasil 13(14):165-179.
2. BECKLEY, V. A. 1935. Observations on coffee in Kenya, chlorosis and die back in coffee. *The Empire Journal in experimental agriculture. England.* 3(11):203-209.
3. BEWLEY, J. D. & BLACK, M. 1978. *Physiology and Biochemistry of seeds in relation to germination.* Springer-Verlag N Y. 306 p.
4. CANNELL, M. G. R. 1971. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica L.* *Journal of Horticulture Science.* 46:263-272.
5. -----1971. Effects of fruiting, defoliation and ring-barking on the accumulation and distribution of dry matter in branches of *Coffea arabica* in Kenya. *Experimental agriculture* 7(1):63-74.
6. -----1971. Seasonal patterns of growth and development of Arábica coffee in Kenya. IV. Effects of seasonal in rainfall on bean size. *Kenya Coffee.* 36:176-180.
7. CARVALHO, A & MONACO, L. C. 1969. The breeding of arábica coffee IN. FERWERDA, F. P. & WITT, F. (Miscellaneous papers) 198-216 p.
8. CLEVES, R. 1991. Factores que inciden en la calidad del café, originados en la plantación y en la recolección Mimeografiado de curso sobre Beneficiado eficiente del café Guatemala, 7 pp
9. DEDECA, D. M. 1958. Recent advances in our knowledge of coffee trees. *Anatomy Coffee & Tea Industries,* 81(11):44-50
10. DUBLIN, P. 1962. Le cafeeir excelsa en Republiquee Centrafriccaire. La fructification et le fruit. *Café, Cacao and Tea,* 6(1):19-39.
11. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA, 1988. *Tecnologia del cultivo del café.* (Impreso mimeografiado) Colombia. 111 p.
12. FOURNIER, L. A. 1988. El cultivo del cafeto (*Coffea arabica L.*) al sol o a la sombra : Un enfoque agronómico y ecofisiológico. *Agron. Costarricense,* 12(1):131-146. conditions. *Coffee Turrialba.* 4:49-53.
13. FERWERDA, F. P. 1948. Coffee breeding in Java. *Economy Botany,* 2(3):258-272.
14. GINDEL, L. 1962. Ecological behavior of the coffee plant under semi-arid conditions. *Coffee Turrialba.* 4:49-53.

- 15 GOPAL, N. H & VENKATARAMANAN, D. 1974. Studies on black bean disorder in Coffee Indian Coffee, Sept-Oct. 259- 267
- 16 HEW, C S , NELSON, C D & KROTKOV, G. 1967. Hormonal control of translocation og photosynthetically assililated 14 C in young soybean plants. American Journal of Botany. 54(2) 252-256.
- 17 HSIAO, T. C. ; FERERES, E. ; ACEVEDO, E. & HENDERSON, D. W. 1976. Water stress and dynamics of growth and yield of crops plants. IN. Water and plant life ;Problem and modern approach.281-305 p
- 18 KUMAR, D. & TIESZEN,L L. 1980. Photosynthesis in *Coffea arábica*. II. Effects of water stress. Experimental Agriculture. 16:21-27
- 19 LELIVED, J. A. 1938 Fruit settings in coffee. Arch coffee cult Ned. Ind. 12: 127-161.
- 20 LEON, J. & FOURNIER, L. 1962. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arábica* L. Turrialba 12(2) 65-74 21.
- 21 MAESTRI, M & BARROS, R. S 1977. Coffee. IN. Ecophysiology of tropical crops.(F. de T. Alvim & T T Koslowsky eds),Academics press, New York,249-278p.
- 22 ———,SHIMOYAC ,CROOPE,S. M. S. & FREDERICO,D. 1970. Observacoes sobre a distribuicao de graos de amido e modificacoes anatômicas na corola de café durante a floracao Revista Ceres. 17:227-234.
- 23 MALAVOLTA, E 1978 Nutricao mineral do cafeeiro. Ultra Fértil, Petrobras,40 pp.
- 24 MENDES, A. J. T. 1941. Cytological observations in Coffea. Embry and endosperm development in *Coffea arábica* ,L. American Journal of Botany. 28:789-798.
- 25 ———. 1946. Partenogênese e Penocarpia e casos anormais de fertilizacáo em coffea. Bragantia, 14(9) 87-89.
- 26 ——— & MEDINA, D M. 1955. Controle genético dos frutos chochos no café Mundo Novo". Bragantia,14(9).———?
- 27 MENDES,C. T H. 1950 Observacoes citológicas em coffea. o saco embrionario em *Coffea canephora*, Pierre ex Froehner. Bragantia,10(4):105-111.
- 28 ORTEGA,T E. 1969 Correlación entre algunas propiedades físicas del café oro y tostado en la zona sur occidental de Guatemala y su calidad comercial. tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agronomo.Guatemala,48 pp.

29. OYEBADE, T. 1976. Studies of the pathern of growth and development of *Coffea Canephora* fruit in Nigeria. Turrialba Jul-Sept, 26(3):257-260.
30. PRUE, V. D. 1975. Photoperiodism in plants. McGraw-Hill, Londres, 345 pp.
31. RAMAIAH, P. K. & VASUDEVA, N. 1969. Observations on the growth of coffee berries in South India. Turrialba, Oct-Dic, 19(4):455-464.
32. RENA, A. B. ; CALDAS, L. S. JOHNSON, C. E. & PEREIRA, A. A. 1983. Fotosintese e o depauperamento de algunas especies de café resistentes a ferrugem. IN. 10 Congresso Brasileiro de pesquisas cafeeiras, Pocos de Caldas, R.J. 171-172.
33. -----; & MAESTRI, M. 1986. Desenvolvimento do fruto. Fisiologia do Cafeeiro . IN. Cultura do Cafeeiro, Fatores que afetam a produtividade. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Sao Paulo, P. 49-52.
34. RUSSELL, C. R. & MORRIS, D. A. 1983. Patterns of assimilate distribution and source-sink relationships in the young reproductive tomato plant (*Lycopersicon esculentum* Mill) Annals of Botany 52:357-363.
35. SMITH, H. 1975. Phytochrome and photomorphogenesis. McGraw-Hill, Londres. 275 pp.
36. SYBENGA, J. 1960. Genética y citología del café. Jul-Sept, Turrialba 10(3): 124-128.
37. VALENCIA, A. G. 1972. Granos negros y caída de frutos en café. Avances Técnicos. Cenicafe. 21. -----?
38. -----; 1973. Factores que inciden en la formación de granos y caída de frutos verdes del café. Cenicafe, 24. 47-55.
39. WARDLAW, I. F. 1968. The control and pattern of movement of carbohydrates in plants. The Botanical review, 34(2): 79-94.
40. WORMER, T. M. 1964. The growth of the Coffee berry. Annals of Botany, 28:47-55.

EVALUACION DEL NIVEL DE RESISTENCIA INCOMPLETA A *Hemileia vastatrix* Berk et Br. EN GERMOPLASMA ETIOPE DE *Coffea arabica* DE LA COLECCION DEL CATIE ¹

R. Santacrose²

RESUMEN

Con la finalidad de identificar manifestaciones de resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* Berk et Br., en plantas de vivero descendientes de semilla de plantas de campo de la prospeccion ORSTOM-IRCC 1966 de la colección del CATIE, Turrialba, Costa Rica; se desarrolló este estudio en Honduras, en la Estación Experimental "Dr. Jesús Aguilar Paz", en La Fe, Ilama, Santa Bárbara; del Instituto Hondureño del Café, en el marco del proyecto Pathology and Improvement of coffee for the main diseases para Centro America. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones, estando representado cada genotipo por dos plantas a los cuales se le inocularon dos hojas terminales, actuando cada hoja como una repeticion. Cada hoja fue inoculada en el envés, colocando 10 gotas de 10 microlitros de una suspensión de 70×10^6 esporas por litro entre las nervaduras con el auxilio de una micropipeta. Se constató que el "Índice de intensidad de la enfermedad" (IIE) correlacionó alta y significativamente con la mayoría de los parámetros evaluados especialmente con el número de esporas por hoja" considerándose el parámetro que mejor identifica la resistencia incompleta. La metodología utilizada permitió evidenciar y confirmar la presencia de una resistencia parcial o incompleta en los genotipos de *Coffea arabica* de origen Etiope de la prospección ORSTOM-IRCC 1966 de la colección del CATIE. El Germoplasma Etiope evaluado que evidenció un importante nivel de resistencia incompleta, constituye una importante fuente de resistencia que permitira la selección de progenitores de interes en un programa de hibridacion y selección con las principales variedades comerciales.

INTRODUCCION

El programa para la modernización de la Caficultura en Centro América, México y el Caribe a través de la Unidad Central de Mejoramiento Genético del Café con sede en CATIE, Costa Rica; con asesoramiento del CIRAD-ORSTOM/Francia, inició a partir de 1991 un proyecto para la utilización de material silvestre de Etiopía (recolección ORSTOM-1966 en la colección del CATIE) a través de cruzamientos con selecciones varietales con resistencia a la Roya y cultivares comerciales, que pudieran poner en evidencia un efecto híbrido importante, conferir resistencia a nemátodos y al CBD (presente en los Etiopes) conservar la resistencia vertical de los Catimores y transferir resistencia incompleta evidenciada en el germoplasma Etiope.

El objetivo de este estudio se incluyó en el marco del Proyecto Pathology and Improvement of Coffee the Main Diseases para Centro América, donde se determinó evaluar en Honduras, por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), el nivel de resistencia incompleta presente en descendencia de plantas de campo de origen Etiope de la Colección del CATIE (ORSTOM (1966), utilizando otros parámetros cuantificadores de la resistencia para verificar pruebas preliminares y previas en Costa Rica donde habían sido clasificadas en el laboratorio y en

¹ Trabajo realizado dentro del marco del Proyecto "Pathology and Improvement of Coffee for the Main Disease" de la CEE para Centroamérica.

² Ing. Agr. Coordinador del Programa de Mejoramiento Genético. IHCAFE. Octubre 1994.

observaciones de campo como moderadamente resistentes (MR) y moderadamente susceptibles (MS) o con niveles de resistencia intermedios.

REVISION DE LITERATURA

La roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*.) es entre las enfermedades del café una de las más importantes y está diseminada en la mayoría de los países productores del grano.

El uso de fungicidas a base de Cobre se ha generalizado en la mayoría de los países productores de café y constituye en la actualidad una medida de control aceptable, la cual, aplicada en forma adecuada, permite mantener los índices de infección de la enfermedad en niveles económicamente aceptables.

No obstante, si se acepta que la lucha química contra la roya es técnicamente posible, sin embargo, la topografía irregular y de difícil acceso en donde está ubicada la mayoría de las fincas de café, la escasez de fuentes de agua en las mismas, el alza cada vez mayor de los precios de los productos químicos, equipo de aspersión y la mano de obra, hacen que esta práctica sea generalmente difícil y costosa. Considerándose el uso de variedades resistentes el medio más eficaz y económico.

En *Coffea arábica* cultivado, la búsqueda de resistencia contra la roya es limitada, dada la uniformidad genética del germoplasma disponible. Las perspectivas de la existencia de fuentes de resistencia horizontal (RH) en las poblaciones nativas de Etiopía, hacen que este material sea valioso en los programas de Mejoramiento que buscan resistencia a *H. vastatrix*..

Esta resistencia no específica, cuantitativa, parcial o incompleta a sido puesta en evidencia en el *C. arábica* de origen Etiope por Tarjet y Lotode, Leguizamon, Breyse, Van de Graf, Critchet, Owvor, Betterncourt y Rodríguez citados por GIL (6).

Diversas investigaciones han demostrado que existen en *C. arábica* dos tipos de resistencia frente a *H. vastatrix* . La resistencia absoluta, de carácter específico (vertical), que presenta por naturaleza el riesgo de ser anulado por la aparición de nuevas razas del patógeno; y la resistencia parcial, cuantitativa (no específica) que limita los efectos de la enfermedad y evita ejercer una fuerte presión de selección sobre el agente patógeno. Esta resistencia es en principio más estable que la vertical. Evaluaciones en laboratorio y observaciones en el campo muestran claramente la existencia de una resistencia parcial, particularmente sobre cafetos de origen etiope obtenidos en la prospección ORSTOM-IRCC de 1966. (6,7).

Diversos orígenes etiope de *C. arábica* mostraron diferentes niveles de sensibilidad a la raza II de *H. vastatrix* ; la clasificación obtenida para estos genotipos fue la misma que la obtenida con las razas I, III, X y XV del patógeno; el sistema de resistencia es, por tanto, de tipo incompleto y no específico. A nivel histológico existen diferencias en las reacciones según la sensibilidad de los genotipos, la agresividad de las razas de *H. vastatrix* parecen estar en relación inversa con el número de genes de virulencia.

El interés de este hecho es demostrar que los genotipos que poseen cada vez más genes SH de resistencia específica serían atacados por razas del patógeno cada vez menos agresiva. Esto confiere a la resistencia vertical una estabilidad que antes no se suponía; sin embargo, este hecho no disminuye el interés de la explotación de la resistencia no específica (6).

MATERIALES Y METODOS

a. Inóculo de Roya.

Se efectuaron aislamientos de Inóculo de roya, probablemente la raza II; predominante en el país, en la localidad del Lago de Yojoa; colectada en plantas del cv Caturra susceptible (Grupo E). A las hojas presentando pústulas esporuladas se les retiró con un escalpelo las uredosporas, las cuales se pasaron por un tamiz de 100 mesh, para librarlas de impurezas y luego el Inóculo se multiplicó sobre plantas aisladas de Caturra para lograr su purificación.

Se utilizaron para las inoculaciones muestras de Inóculo con un poder de germinación no menor de 20%.

b. Progenies a evaluar.

Se evaluaron plantas de vivero descendientes de semilla de plantas Etíope de la recolección Orstom 1966 de la colección del CATIE, Costa Rica; que en pruebas preliminares y previas en Costa Rica habían sido clasificadas en el laboratorio y en observaciones de campo como moderadamente resistentes (MR) o moderadamente susceptibles (MS); como testigo, se utilizaron plantas de la variedad Caturra (Grupo E).

Las plantas se mantuvieron en bolsas de polietileno (17.5 x 20.0 cm.), dándoles los cuidados fitosanitarios necesarios, pero libre de aplicaciones de fungicidas.

c. Técnica de inoculación.

Se utilizó la técnica de hoja ligada a la planta inoculada por medio de una micropipeta (Finnepipeta 5-50 u ajustable). Las hojas fueron inoculadas sobre su envés, colocando 10 gotas de 10 microlitros de una suspensión de esporas de roya entre las nervaduras. Para uniformizar la cantidad de Inóculo o depositar por gota, la concentración de Inóculo a utilizar fue medida en número de esporas por unidad de volumen y no en término de peso.

Se utilizó una concentración de Inóculo aproximada de 70×10^6 esporas por litro, lo que corresponde alrededor de 700 esporas/gota de 10 ul.

Para facilitar la dispersión de las esporas, se utilizó Tween 20 a 0.003%, y se mantuvo en agitación constante la suspensión en el momento de la inoculación.

Se utilizaron al menos 2 plantas por cada genotipo, inoculándose 2 hojas nuevas de textura suave al tacto, próximas al tamaño completo del primer par terminal por planta; considerándose a cada hoja como una repetición, las cuales se identificaron con una etiqueta con el número de hoja y la fecha de inoculación, para efecto de las lecturas de los diferentes parámetros a evaluar.

Para efecto de mayor confiabilidad se inocularon 4 plantas de Caturra (Testigo). Después de la inoculación las hojas fueron pulverizadas con agua destilada y las plantas colocadas dentro de cámaras de inoculación (Cámaras húmedas) con una temperatura entre 22-23 °C, en ausencia de luz, donde permanecieron por 48 horas; luego las plantas se sacaron de las cámaras húmedas y se esperó a que el agua de las gotas de Inóculo se evaporara; en seguida fueron trasladadas a una caseta de paredes de tela metálica y techo de zinc, donde permanecieron bajo la influencia de la temperatura ambiente en un sitio húmedo protegidas de la acción directa de los rayos solares y de la lluvia, donde la temperatura promedio registrada fue de 18.2 °C (Min.) y 26.2 °C (Max) para una media de 22.2 °C, y la humedad relativa osciló entre 46.7% y 99.0 % para una media de 72.8%.

Cuadro 1. Germoplasma Etiope de *Coffea arabica* para el estudio de la resistencia incompleta a *Hemileia vastatrix* Berk et. Br.

No.	No. Turrialba	Descripción
1	16689 (a-1)	IRCC 198 ET. 1
2	16694 (a-8)	IRCC 206 ET.8
3	16700 (a-3)	IRCC 210 ET. 11-c
4	16700 (a-4)	IRCC 210 ET. 11-c
5	16700 (a-6)	IRCC 210 ET. 11 c
6	16700 (A-7)	IRCC 210 ET 11- c
7	16701 (a-3)	IRCC 211 ET. 12
8	16710 (a-1)	IRCC 211 ET. 21
9	16711 (a-6)	IRCC 224 ET.24
10	16712 (a-6)	IRCC 225 ET. 25
11	16713 (a-1)	IRCC 226 ET. 26
12	16718 (a-5)	IRCC 231 ET. 31
13	16729 (a-4)	IRCC 244 ET. 47
14	16731 (a-1)	IRCC 246 ET. 49
15	16727 (a-2)	IRCC 255 ET. 57
16	17205 (a-5)	L. 268 et 32 bc 5

d. Parámetros utilizados para la cuantificación de la resistencia horizontal.

1. Período de incubación. Definida como el número de días entre la inoculación y el apareamiento de los primeros síntomas de la enfermedad (pequeñas clorosis).

$$2. \text{ Frecuencia de infección (\%)} = \frac{\text{No. de infecciones} \times 100}{\text{No. gotas de Inóculo}}$$

3. Inicio de la esporulación

Definido como el número de días comprendido entre la inoculación y el apareamiento de las primeras esporas.

4. Período de lactancia - Definido como el número de días desde la inoculación hasta que la esporulación ocurra en el 50% de las lesiones observadas. En los casos en que no se verifique la esporulación de todas las lesiones, el periodo de lactancia será calculado en relación al número total de lesiones visibles.

$$5. \text{ Clorosis esporulantes (\%)} = \frac{\text{No. de pústulas} \times 100}{\text{No. gotas de clorosis}}$$

6. Dimensión de la lesión - Evaluadas al final de cada ensayo, según una escala arbitraria de 1 a 3 propuesta por Pinto Vareza, conforme a la dimensión de la lesión si ésta se presenta menor, igual o mayor que la gota del Inóculo, teniendo ésta aproximadamente 4 mm. de diámetro.

7. Esporas producidas por hoja (E/H). Se determinó raspando y retirando con un escalpelo las esporas de todas las pústulas de cada hoja, y luego fueron suspensas en una solución acuosa conteniendo 43.1% de glicerol y Tween 20 a 5% (v/v) según el método propuesto por Meta & Zadoks (1970), y utilizado por Pinto Vareza (1985); la cual tiene un peso específico aproximadamente igual al peso de las esporas de roya.

La suspensión fue agitada durante algunos minutos, y el número medio de esporas por pústulas determinado a partir del conteo realizado al microscopio, en varias muestras de esa suspensión en gotas de 3 ul. La cantidad media de esporas existentes en estas gotas, fue reportada al volumen inicial de la suspensión.

8. Esporas producidas por pústula. (E/P) Conociendo el total de esporas producidas por cada hoja, y el número de pústulas por hoja, se estimó el número de esporas por pústula mediante la siguiente relación:

$$E/P = \frac{\text{No esporas por hoja}}{\text{No lesiones esporulantes por hoja}}$$

Índice de intensidad de la enfermedad (IIE)

Este índice permite, según Leguizamón (1983), una representación dinámica de la enfermedad a lo largo del tiempo, y es calculado a través de la fórmula:

$i \frac{\sum ni}{7n}$ en la cual;

n = número de inoculaciones por hoja.

ni = número de manchas correspondientes al grado i .

i = valor de 0 a 7 correspondientes a la siguiente escala cuantitativa de los tipos de lesión:

0 = ausencia de lesiones visibles.

1 = aparecimiento de pequeñas clorosis.

2 = aumento de la superficie de pequeñas clorosis, con decoloración más pronunciada.

3 = conjunto de las pequeñas clorosis con tendencia a la coalecencia e intensificación de la decoloración.

4 = aparecimiento de las primeras esporas.

5 = esporulación inferior a 25% de la superficie de la mancha clorótica.

6 = esporulación entre 25% a 50% de la superficie de la mancha clorótica.

7 = esporulación superior al 50% de la superficie de la mancha clorótica.

Este índice presenta 3 componentes: P1, P2 y P3 así representadas.

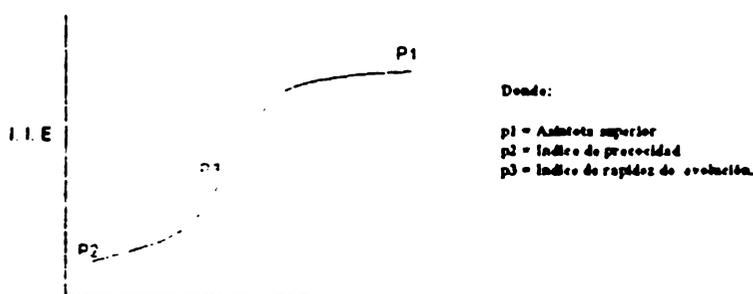


Fig. 1. Índice de intensidad de la enfermedad (IIE)

Según Leguizamón (1983), la asíntota superior (P1) fue estimada con una sensibilidad doble que el de los otros dos componentes P2 y P3. Así mismo los coeficientes de correlación comparando varios índices de intensidad de la enfermedad, han mostrado diferencias significativas solamente al nivel de los de P1 (Leguizamón 1983, Varzea 1985); por lo anterior se trabajó únicamente con el componente P1.

Todos los parámetros descritos atrás, fueron determinados individualmente para cada hoja, mediante observaciones regulares en cada lesión.

2.5 Diseño experimental.

Se utilizó el diseño bloques al azar. Cada tratamiento estuvo representado por 2 plantas, las cuales se le inocularon las 2 hojas terminales, actuando cada hoja como una repetición.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 2 se presentan los promedios transformados para el análisis estadístico y su correspondiente clasificación, según la prueba de Duncan al 5%, de los diferentes parámetros cuantificadores de la resistencia incompleta. En la Fig.2 se presenta el índice de intensidad de la enfermedad.

Periodo de incubación (PI): La prueba de F detectó diferencias altamente significativas entre las plantas inoculadas. El testigo Caturra registró el periodo de incubación más corto (13 días). Entre el material etíope el PI oscilo entre 21 días (ET. 12 ET. 11c (a-3) y los 43 días (Et. 8 con diferencias significativas entre ellas, el resto del germoplasma Etíope mostró valores intermedios sin diferencias significativas entre ellos según Duncan al 5%. Las plantas ET. 21, ET. 1 y ET. 47 no registraron valores de PI.

Frecuencia de infección (FI): El análisis de varianza señaló diferencias altamente significativas entre las plantas evaluadas. El Caturra y el ET. 11c (a-3) registraron el mayor número de infecciones (86.7% y 80.2%) difiriendo estadísticamente del resto del material que registró valores intermedios (51.6% - 31.4%) con excepción del ET.8 y ET. 57 que mostraron los valores mas bajos (8.3% y 6.6%). El ET.1 y ET. 47 no reportaron valores de FI.

Inicio de la esporulación (IC): El análisis de varianza dio diferencias altamente significativas entre las plantas evaluadas, no obstante; para éste parámetro, al igual que para las otras variables relacionadas con la presencia de esporas en las lesiones: Período de latencia, clorosis esporulada, esporas por hoja y esporas por pústula, las plantas ET. 11c (a-4), Et. 49, Et. 25, et 32 bc 5. ET. 24, ET. 8, ET. 31, ET. 57 y ET. 11c (a-6) no registraron valores dada la ausencia de esporulación. Es de interés señalar que las reacciones mostraron expresiones sintomatológicas diferentes según la sensibilidad de los genotípos. De conformidad con la escala adoptada por D^o (Oliveira, 1985 y Rodrigues, 1975; los genotípos que esporularon se identificaron con reacciones 0+1 y 1+2 (pústulas uredosporicas de muy pequeñas a pequeñas y medianas con intensa clorosis) y las que no manifestaron esporulación con reacciones tipo O y Ot (clorosis más intensa, sin frecuencia de esporas); que evidencia una baja susceptibilidad y/o fuerte resistencia parcial, y por último a las plantas ET. 21 ET. 1 y ET. 47 que no mostraron ninguna señal de infección se les identificó como inmunes (1), es por ello que se estima que estos tres materiales son diferentes a las otras plantas en cuanto a su nivel de sensibilidad y podrían considerarse materiales portadores de resistencia vertical, sin destacar la posibilidad de estar asociada con resistencia incompleta. Estos resultados coinciden, en el caso del ET. 1; con investigaciones realizadas por Gil (6) utilizando diferentes razas, las cuales evidenciaron su resistencia a la raza II (V5) y su susceptibilidad a la raza. XV (4-5). Entre las plantas que registraron el inicio de la esporulación: ET. 11c (a-7), ET. 12 y ET. 26 mostraron los valores más altos; 43, 48 y 57 días para iniciar la esporulación tuvo lugar a los 29.3 días de la inoculación mostrandose bastante susceptible.

Periodo de Latencia (PL): El análisis de varianza dio diferencias altamente significativas, no obstante; muchas de las plantas Etíopes no permitieron al patógeno expresar el periodo de latencia. Entre las plantas que si expresaron el periodo latencia: ET 11c (a-7), ET. 12 y ET. 26 mostraron los valores más altos y de igual magnitud que los valores del inicio de esporulación ya que la lectura se realizó en base a una lesión única dado que el resto de lesiones nunca llegaron a

esporular. Estos valores fueron respectivamente de 43, 48 y 57 días difiriendo estadísticamente entre si y en relación al Testigo Caturra, que registro el valor más bajo con 35 días, según la prueba de Duncan al 5%.

Clorosis esporuladas (CE): La ausencia de lesiones esporulantes (pústulas) en muchas de las plantas Etiopes, no permitió el registro de valores para éste parámetro. El resto de las plantas mostró porcentajes diferentes de pústulas con diferencias altamente significativas, según el análisis de varianza. Valores bajos de porcentaje de clorosis esporulantes fueron registradas por el ET. 11c (a-7), 4.87%; ET. 11c (a-3), 6.65%; ET. 26, 8.8% y ET. 12, 22.5%; difiriendo estadísticamente del Caturra, con 68.02%, según la prueba de Duncan al 5%.

Cuadro 2. Analisis comparativo por la prueba de F y la prueba de medias de Duncan al 5% de varios parametros cuantificadores de la resistencia incompleta en Germoplasma Etope IHC.AFE, 1994¹

Plantas	Periodo de incubacion (dias)	Frecuencia de infeccion (%) ^b	Inicio de la esporulacion (dias)	Periodo de latencia (dias)	Clorosis esporuladas (%) ^b	Dimension de la lesion (mm) ^c	Esporas prod por hoja (No)	Esporas Prod. por Pústula (No.)	Indice de intensidad de la enfermedad ^d
1-Catura	13.0 ae	87.7 a	29.3 e	35.0 d	68.02 a	2.87 a	561827 a	56902 a	0.71 a
2-ET.12	21.0 cde	32.5 bc	48.0 h	48.0 h	22.5 b	1.25 bed	4833 b	4833 b	0.05 cde
3-ET.11c (a-7)	24.2 bcd	42.4 b	43.0 c	43.0 c	4.87 b	1.00 cde	5333 b	5333 b	0.11 cde
4-ET.11c (a-4)	24.2 bcd	43.3 b	0.0 f	0.0 f	0.0 c	1.35 bcd	0.0 b	0.0 b	0.11 cde
5-ET.49	29.7 bc	45.9 b	0.0 f	0.0 f	0.0 c	1.17 bcd	0.0 b	0.0 b	0.13 cde
6-ET.25	24.2 bcd	33.7 b	0.0 f	0.0 f	0.0 c	1.07 cde	0.0 b	0.0 b	0.08 cde
7-ET.26	28.0 bcd	31.4 bcd	57.0 h	57.0 a	8.8 b	1.07 cde	1668 b	1668 b	0.07 cde
8-et.32 bc5	24.7 bcd	51.6 b	0.0 f	0.0 f	0.0 c	1.42 bc	0.0 b	0.0 b	0.14 cd
9-ET.24	22.0 cd	51.6 b	0.0 f	0.0 f	0.0 c	1.25 bcd	0.0 b	0.0 b	0.18 c
10-ET.8	43.0 a	8.3 cbe	0.0 f	0.0 f	0.0 c	0.25 fg	0.0 b	0.0 b	0.02 de
11-ET.31	31.0 b	27.3 bcd	0.0 f	0.0 f	0.0 c	0.75 def	0.0 b	0.0 b	0.03 de
12-ET.11c(a-3)	21 cde	80.2 a	31.0 d	31 e	6.65 b	1.72 b	3500 b	1750 b	0.32 b
13-ET.57	21.0 de	6.6 de	0.0 f	0.0 f	0.0 c	0.50 efg	0.0 b	0.0 b	0.01 de
14-ET.11c (a-6)	24.0 bcd	45.0 b	0.0 f	0.0 f	0.0 c	1.35 bcd	0.0 b	0.0 b	0.08 cde
15-ET.21	0.0 f	0.0 e	0.0 f	0.0 f	0.0 c	0.0 g	0.0 b	0.0 b	0.0 e
16-ET.1	0.0 f	0.0 e	0.0 f	0.0 f	0.0 c	0.0 g	0.0 b	0.0 b	0.0 e
17-ET.47	0.0 f	0.0 e	0.0 f	0.0 f	0.0 c	0.0 g	0.0 b	0.0 b	0.0 e
Prueba de F.	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV.	25.37	46.44	5.68	2.36	204.56	38.78	192.48	183.38	67.65

¹ Media de 4 hojas para las plantas Etiopes y 8 hojas para el Testigo Catura.

a. Los promedios seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente entre si por la prueba de Duncan al 5%.

b. Transformación ARC. $SEN \sqrt{\%}$

c. Escala arbitraria del 1-3: 1 < 4 mm, 3 > 4 mm.

d. Valor asintota superior (PI).

Dimensión de la lesión (DL): El análisis de varianza dio diferencias altamente significativas para el tamaño de lesión entre tratamientos. Todas las plantas Etiopes mostraron tamaños de lesión de muy pequeñas a pequeñas (< 4mm) difiriendo estadísticamente del Caturra que registró tamaños grandes a muy grandes (≥ 4 mm) según la prueba de Duncan al 5%.

Esporas producidas por hoja (EH): El análisis de varianza registró diferencias altamente significativas entre tratamientos. Muchas de las plantas Etiopes no registraron esporas por hoja. Entre las plantas que presentaron esporulación, se observó que ET. 26, ET. 11c (a-3), ET. 12 y ET. 11c (a-7) registraron valores muy bajos de esporas producidas por hoja, lo cual es indicativa de altos niveles de resistencia incompleta, en comparación al testigo Caturra, altamente susceptible.

Esporas producidas por pústula (EP): Igualmente muchas plantas Etiopes tampoco registraron valores de esporas por pústula. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas. Entre las plantas que esporularon ET. 26, ET. 11c (a-3), Et. 12 11c (a-7) observaron el menor número de esporas producidas por pústula y mostraron poca susceptibilidad, en comparación al Caturra, bastante susceptible.

Indice de intensidad de la enfermedad (IIE): El análisis de varianza dio diferencias significativas entre las plantas analizadas. Las plantas que no esporularon registraron valores bajos de IIE. Las plantas Etiopes que esporularon: ET. 12, ET. 26, ET. 11c (a-7) mostraron valores realmente bajos de IIE (0.05, 0.07, 0.11 y 0.32) y difirieron estadísticamente de Caturra (0.71), según Duncan al 5% (Fig. 2 y 3).

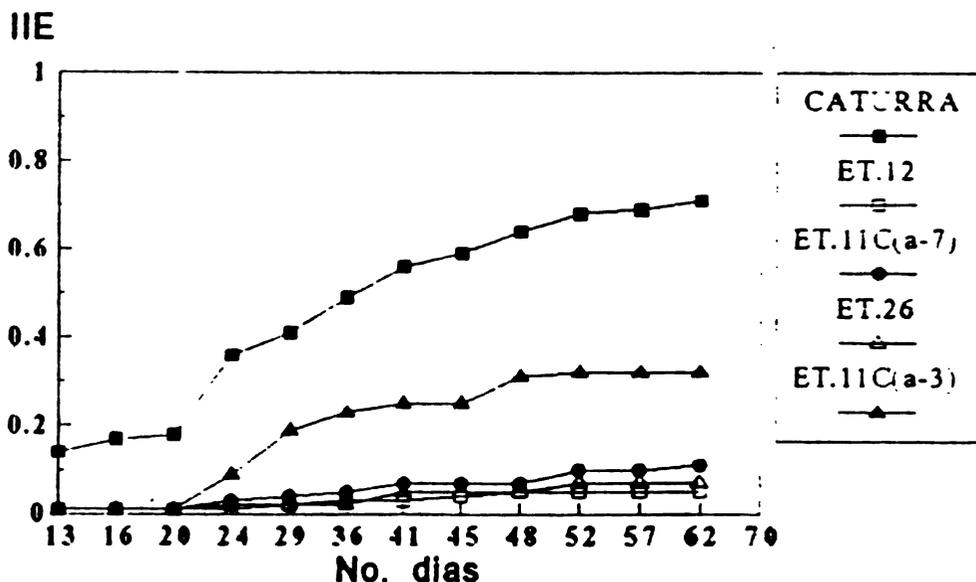


Fig. 2. Índice de intensidad de la enfermedad

IIE

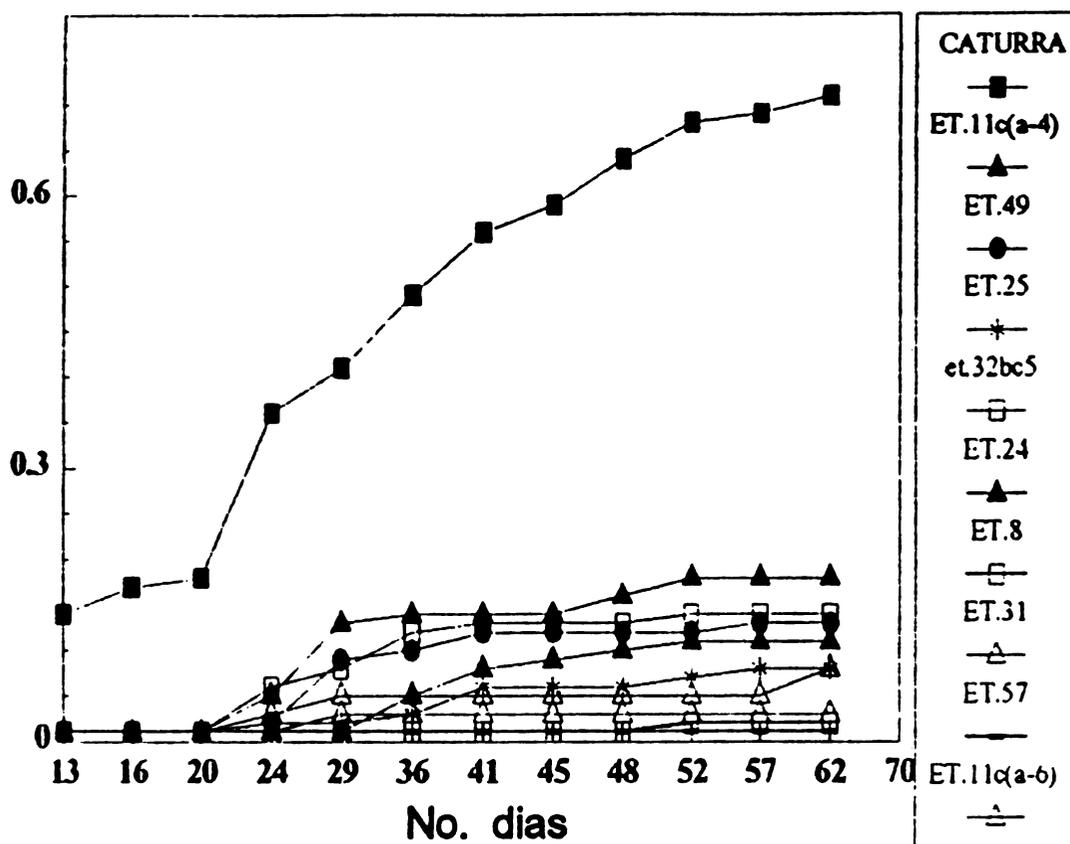


Fig. 3. Índice de intensidad de la enfermedad

DISCUSION GENERAL

Con base a los resultados obtenidos, se puede afirmar que la metodología utilizada, permitió evidenciar y confirmar la presencia de una resistencia parcial en genotipos de *Coffea arabica* de origen Etíope de la prospección Orstom-Irc 1966 de la colección del CATIE a la raza II de *H. vastatrix*.

Se pudo también evidenciar que las reacciones hospedero-patogeno varían entre el germoplasma Etíope, a través de expresiones sintomatológicas diferentes según la sensibilidad de los genotipos.

Los orígenes: ET. 11c (a-4), ET. 25, et 32 bc.5, ET.24, ET.8, ET.31, ET.57 y ET.11c (a-6) no permitieron al patógeno esporular, identificándose con reacciones 0 y 0T y los orígenes ET. 12, ET. 26, ET. 11c (a-7) y ET. 11c (a-3) permitieron una leve esporulación identificándose con reacciones 0+1 y 1+2, lo cual evidencia una fuerte resistencia parcial y/o baja susceptibilidad.

Los genotipos ET. 21, ET. 1 y ET. 47 que no mostraron ninguna señal de infección se les identificó como inmunes (1), mostrándose diferentes a los orígenes anteriores en cuanto a su nivel de sensibilidad, considerándoseles materiales portadores de resistencia vertical; sin descartarse la posibilidad de estar asociada con resistencia incompleta.

Estudios de heredabilidad de la resistencia incompleta presenta en los genotipos Etiópes deberán realizarse, para un mejor conocimiento de su segregación y transferencia con vista a un aprovechamiento efectivo de la resistencia hacia los cultivares comerciales, en los futuros Programas de Mejoramiento Genético.

El estudio de correlación mostró que el parámetro índice de intensidad de la enfermedad se correlacionó alta y significativamente con la mayoría de los parámetros, específicamente con esporas producidas por hoja y esporas producidas por pústula, por lo que se le considera como el parámetro que mejor identifica la resistencia parcial.

El germoplasma de origen Etiópe evaluado que evidenció una importante resistencia parcial constituye una valiosa fuente de resistencia que podría utilizarse a través de hibridación con las variedades comerciales.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación entre varios parámetros utilizados en la determinación de la resistencia horizontal de plantas Eúope.. IHC.AFE 1994.3

Parámetro	Periodo de Incubación (días)	Frecuencia de infección (%)	Inicio de la esporulación (días)	Periodo de latencia (días)	Clorosis esporuladas (%)	Dimensión de la lesión (mm.)	Esporas Prod. por hoja (No.)	Esporas Producidas por pústula
Frecuencia de infección	-0.58**							
Inicio de esporulación	0.61**	-0.84**						
Periodo de latencia	0.53*	-0.80**	0.98**					
Clorosis esporulada	-0.55**	0.35 NS	-0.38 NS	-0.26 NS				
Dimensión de la lesión	-0.55**	0.71**	-0.68**	-0.57**	0.55*			
Esporas Producidas por hoja	-0.59**	0.54*	-0.55*	-0.39 NS	0.76**	0.74**		
Esporas producidas por pústula	-0.60**	0.53*	-0.52*	-0.37 NS	0.85**	0.69**	0.98**	
índice de intensidad de la enfermedad	-0.49**	0.75**	-0.70**	-0.56**	0.69**	0.72**	0.88**	0.88**

* Significativo al 5% de probabilidad.

** Significativo al 1% de probabilidad.

NS No significativo

a: En los parámetros relacionados con la presencia de esporas en las lesiones únicamente se incluyeron las medias de las plantas que esporularon, para realizar las correlaciones entre sí y con los otros parámetros.

CONCLUSIONES

1. La metodología utilizada en este estudio permitió evidenciar y confirmar la presencia de una resistencia parcial o incompleta en genotipos de *Coffea arábica* de origen Etíope de la prospección ORSTOM-IRCC 1966 de la colección CATIE.
2. El índice de intensidad de la enfermedad correlacionó alta y significativamente con la mayoría de los parámetros, especialmente esporas producidas por hoja y espora producidas por pústula, por lo que se le considera como el parámetro que mejor identifica la resistencia incompleta.
3. El gemplasma de origen Etíope evaluado que evidencio un nivel importante de resistencia incompleta, constituye una importante fuente de resistencia que permitirá la selección de progenitores de interés en Programa de hibridación y selección con las principales variedades comerciales.

BIBLIOGRAFIA

1. ALMEIDA, C.L. 1980. Resistencia vertical e horizontal a *Hemileia vastatrix* Berk et Br. em gerações F4 e F5 de progenies de cafeeiros CATIMOR. Tese de mestrado em Fitopatologia. Universidad Federal de Viçosa. 38 p.
2. CADENA, G.G., BURTTICA, P.C. 1980. Expresión de resistencia horizontal a la roya (*Hemileia vastatrix* Berk y Br.) en *coffea canephora* variedad Canilón. Centro Nacional de Investigación en café. Vol. 31, No.1, 27 pp.
3. COSTA, W.M., RIBEIRO, I.J.A. 1975. Resistencia a *Hemileia vastatrix* observada en el café Icatú. In Resumos 3er. Congreso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras Rio de Janeiro, Brasil. 113 p.
4. ESKES, A.B. 1983. Incomplete resistance to coffee leaf rust *Hemileia vastatrix*. These Doctorat, Wageningen (Pays-Bas), 140, pp.
5. FONSECA, S.E.A. 1979. Resistencia não específica em cultivares de *Coffea arábica* L. e progenies de CATIMOR a razas de *Hemileia vastatrix* Berk et Br. Tese de mestrado en Fitopatologia. Universidad Federal de Viçosa. 38 p.
6. GIL, S. 1988. Investigaciones sobre la resistencia a *Hemileia vastatrix*, Berk y Br de genotipos de *Coffea arábica* L. de origen Etíope. XI Simposio de Caficultura Latinoamericana. San Salvador.

7. LEGUIZAMON, J.C.; LOTODE, R.; BIEYSEE, D.; MULLER, R.A. 1983. Contribución al estudio de la resistencia parcial de *Hemileia vastatrix* Berk y Br. Serie de Publicaciones misceláneas No.458 IICA-PROMECAFE,MRE/CODEV/IRCC. 24 pp.
8. RODRIGUEZ, J.; BEITENCOURT, A.J.; RUIJ, L.1975. Razas del patógeno y resistencia a la roya del café. Traducción del Inglés, IICA, Turrialba. 32 pp.
9. SANTACREO, R. 1987. Determinación de la raza II de *Hemileia vastatrix* Berk et Br. procedente de Honduras. Informe técnico mecanografiado de parte del entrenamiento en el CIFC. 10 pp.
10. SANTACREO, R. 1988. Evaluación de la resistencia a *Hemileia vastatrix* en viveros de progenies *Coffea arabica* x Híbrido de Timor. Avances de Investigación, Instituto Hondureño del Café. Honduras.
11. VAN der PLANK, J.E., 1968. Disease resistance in plants. Academic Pres, New York and London, 206 pp.
12. VAREZA, V.W.P. 1985. Avaliação do nível de resistencia horizontal en *Hemileia vastatrix* en plantas de *Coffea arabica*. Relatório de actividades do aluno estagiario do curso Engenheiro Agrônomo. Instituto Superior de Agronomia. LISBOA. 79 pp.
- 13 SANDOKS. J.C., 1972. Reflections on disease resistance in annual crops. In biology of rust resistance In fores trees. Proceedings of a nato-Iufro. Advanced study Institute. Ed. by Bingham. R.T., R.J. Hoff and G.I. Mc. Donald. U.S. Dept. Agr. Folest Serv. Misc. Publ. 1221, 43-63. pp.

UNION NICARAGUENSE DE CAFETALEROS
UNICAFE
CENTRO EXP. DE CAFE DEL PACIFICO

**EVALUACION DE GENOTIPOS Coffea
canephora PARA RESISTENCIA A
MELOIDOGYNE INCOGNITA DEL PACIFICO DE
NICARAGUA.**

* Lic. Justo A. Rosaies Mercado
** Ph D. Nahum Marban M.

INTRODUCCION

El buscar genotipos de café resistentes a poblaciones virulentas de nematodos de cada región, para utilizarse como patrones porta-injertos de variedades susceptibles de excelentes características agronómicas, es la tarea que ocupa la atención de especialistas en la región que ven en ésta táctica la solución mas viable y duradera para confrontar los problemas de nematodos.

En años recientes, en Nicaragua venimos evaluando diversos genotipos particularmente de C. canephora variedad robusta introducidos por el banco de germoplasma del CATIE a través del proyecto de AID/IDY - in MIP/CATIE - UNICAFE". El proposito de la contribucion es de presentar los avances del mencionado programa que UNICAFE este desarrollando.

-
- * Area Nematología - UNICAFE, Masatepe, Nicaragua.
 - ** Ph. D. Nematólogo - CATIE, Costa Rica. asesor proyecto Buy-
inn, MIP/CATIE - UNICAFE.

OBJETIVOS :

Desarrollar una metodología para evaluar resistencia a nematodos y seleccionar los genotipos de café que presenten resistencia al ataque de M. incognita presente en el pacífico de Nicaragua.

REVISION DE LITERATURAS

LITERATURAS REVISADAS

ARAUJO NETTO. Brasil 1978.

Selecciones de Coffea arabica L. se evaluaron para determinar resistencia o Tolerancia a M. exigua, varias plantas de la colección de Caratinga deben ser portadores de resistencia a los nematodos, además las colecciones UFV 2.000 y UFV 27 son portadoras de resistencia a M. exigua.

----- 1979.

Para identificar fuentes de resistencia a Meloidogyne exigua se probaron las progenies derivadas directamente del híbrido de Tiour. Todas las plantitas de la progenie UFV 446 no presentaron agallas, varias introducciones de UFV presentaron susceptibilidad a M. exigua. Varias progenies con resistencia a M. exigua no la presentan para M. incognita.

MUMAP A. C. India 1988.

Pratylenchus coffea en el sur de la India destruye a las raíces de Coffea arabica. Mientras Coffea canephora var. Robusta exhibe tolerancia. La aplicación de químicos no ha dado los resultados esperados. Arrancar las plantas muertas y exponer el suelo al sol del verano ayuda a reducir las poblaciones del suelo. Se recomienda plantar en sitios infestados, Robustas o plantas injertadas de arabica con Robusta.

SANCHEZ DE LEON - Guatemala 1986.

Estudió 22 líneas de C. canephora para resistencia a Meloidogyne sp y Pratylenchus coffea colectadas de todas las zonas cafetaleras del país - once líneas presentaron resistencia a Meloidogyne sp. y a Pratylenchus Coffea.

AREVALO RUIZ C; LICERAS ZARATE L; URELLLO G. R Perú 1979.

Estudiaron nueve variedades de coffea canephora para resistencia a meloidogyne exigua a los 60, 120 y 180 días después de germinadas. Las que no presentaron síntomas de infestación radicular y catalogadas como inmune fueron : Uganda, Policlonale Boukoko, Konolou, Dian Lemann, congensis de Java y De La Nana.

AVENDANO CHAVERRI, L. F. y MORERA GONZALES N.M. Costa Rica - 1987.

En invernadero probó 5 clones de C. canephora contra M. exigua I-3753 y T-3756 se mostraron como medianamente resistente y los restantes como muy resistentes.

CARMEIRO FILHO, F.: Brasil 1987

En suelos arcillosos y arenosos se instalaron dos ensayos en suelos infestados por M. incognita para probar líneas e híbridos de café resistentes y/o tolerantes a nematodos. Los mejores tratamientos provenientes de Sarchimores fueron la línea 299A y las progenies 1669 - 33, 1669 - 17. El mejor tratamiento de ICATU fué el H-4782 - 7-925 y el CATUAI se ubicó en la última posición.

Costa A.C: CORSI, T; FAZUOLI, L. C. Brasil 1987.

Para definir nuevos porta-injertos se plantaron en campo midiendo producción, altura, vigor y diametro de copa. Mundo novo como testigo. Sarchimor y Mundo novo (379-19) injertado sobre 5 diferentes porta-injertos. Se observó la supremacía de Mundo Novo injertado sobre los cultivares 1651-4C1M y 1650 - 6C38M de C. canephora.

MATERIALES Y METODOS:

DESARROLLO DEL METODO

Semillas de C. arabica var. caturra fueron germinadas en somierros provistos de arena esterilizada en horno. Plántulas de diferentes edades fueron trasplantadas a bolsas de plástico de 2 kg de capacidad provisto de suelo franco arenoso esterilizado. Una semana después del trasplante se inocularon las plantas con una población pura de M. incognita aislada de un cafetal naturalmente infestado de la zona del pacifico de Nicaragua.

Para determinar el tipo y cantidad de inoculos inicial se procedió a correr ensayos, inoculando plántulas con diferentes cantidades de juveniles y/o juveniles infestados (J2). Estos fueron obtenidos de plantas severamente infestadas cuya raíces agalladas se lavaron con agua corriente, fragmentaron en trocitos y finalmente se ablandaron sumergiéndolas en una solución de hipoclorito de sodio al 1%. Mediante una licuadora se maceraron y la suspensión se tamizó para liberarla, calibrarla e inocularla a las plantas correspondientes. Este mismo procedimiento se utilizó para obtener el inóculo a utilizar en las evaluaciones de permoplasma de C. canephora para la resistencia a nematodos.

PRUEBAS DE RESISTENCIA

La obtención y calibración del inóculo se obtuvo como se describió anteriormente. Cada plántula fue inoculada con aproximadamente 2 mil J2 mas huevos, disponiéndolos alrededor del tallo en una pequeña entidura del suelo.

Diez plantas de cada genotipo C. canephora var. robusta fueron inoculadas y se establecieron bajo un diseño completamente aleatorizado. Las plantas fueron evaluadas 10 meses después de haber sido inoculadas y las variables que se midieron fueron : altura y peso del follaje así como el índice de agallamiento y tasa de reproducción. De cada genotipo se dejaron 10 plantas sin inocular como testigo.

El índice de agallamiento radical se determinó de acuerdo a la escala estándar para evaluar índice de agallamiento radical, propuesta por Taylor y Sasser en 1978 donde los genotipos resistentes caben dentro del índice : 0,1,2.

Cuadro No. 1 RESPUESTA DE C. arábica var. CATURRA RESPECTO A LA EDAD CON NUMEROS DE HOJAS EN TIEMPO DESPUES DE LA INOCULACION CON M. incognita (1500 + 70 J2).

TRATAMIENTOS	INDICE DE AGALLAS DESPUES DE LA INOCULACION		
	M E S E S		
	3	6	9
1 PAR DE HOJAS	3	5	5
2 PARES DE HOJAS	5	5	5
3 PARES DE HOJAS	5	5	5
4 PARES DE HOJAS	5	5	5

Cuadro No. 2 RESPUESTA DE C. ARABICA VAR. CATURRA A DIFERENTES POBLACIONES INICIALES DE MELOIDOGYNE INCOGNITA, 6 MESES DESPUES DE HABERSE INOCULADO. MASATEPE, NIC. 1964.

TRATAMIENTO	FOLLAJE Grs	RAIZ Grs	IG *
50 HUEVOS + J2	53 a	40 a	2 b
500 HUEVOS + J2	52 a	41 a	3 c
5000 HUEVOS + J2	40 b	35 b	5 d
20 J2	53 a	43 a	1.5 b
200 J2	51 a	42 a	1.5 b
2000 J2	43 b	36 b	5 d
TESTIGO SIN INOCULO	60 a	42 a	0 a

Medias en la columnas seguidas de la misma letra no son diferentes (P:0.05) de acuerdo a la prueba del rango multiple de DUNCAN.

Cuadro No.3 GENOTIPOS EVALUADOS

GENOTIPOS	DESCRIPCION	ORIGEN
3561 A1	ROBUSTA	CONGO
3565 A4	ROBUSTA	CONGO
3751 A1	ROBUSTA	INDONESIA
3753 A1	ROBUSTA	INDONESIA
3754 A4	ROBUSTA	INDONESIA
3755 A1	ROBUSTA	INDONESIA
3755 A3	ROBUSTA	INDONESIA
3756 A4	ROBUSTA	INDONESIA
CATRENIC	<u>C. arabica</u>	SELEC. NIC.

Cuadro No.4 ESCALA ESTANDAR PARA EVALUAR INDICE DE AGALLAMIENTO RADICAL

NUMERO DE AGALLAS Y/O MASAS DE HUEVOS	INDICE DE AGALLAS (I.A)
0	0
1 - 2	1
3 - 10	2
11 - 30	3
31 - 100	4
> 100	5

Cuadro # 5. RESPUESTA DE COFFEA CANEPHORA, 8 MESES DESPUES DE HABER SIDO INOCULADAS CON M. incognita MASATEPE, NIC. 1995.

GENOTIPOS	CONDICION	FOLLAJE (CM)	FOLLAJE (GR)	RAIZ (GRS)	I.A	RESP.	FACTOR R.
3561 AI	CON INOCULO	49.6	30.9	11.47	0	R	0.00271
3561 AI	SIN INOCULO	47.55	42.3	18.6			
3565 AM	CON INOCULO	57.1	51.1	25.15	0	R	0.00862
3565 AM	SIN INOCULO	48.7	17.6	9.25			
3751 AI	CON INOCULO	44.47	39.65	16.2	0	R	0.00039
3751 AI	SIN INOCULO	47.2	42.2	17.5			
3753 AI	CON INOCULO	52.85	48.65	19.55	0	R	0.00804
3753 AI	SIN INOCULO	50	46.35	23.5			
3754 AM	CON INOCULO	40.7	25.15	9.5	0	R	0.00398
3754 AM	SIN INOCULO	51.75	17.8	5.4			
3755 AI	CON INOCULO	45.05	28.65	14.9	0	R	0.00026
3755 AI	SIN INOCULO	45.15	39.25	16.85			
3755 AC	CON INOCULO	45.95	33.05	12.8	0	R	0.00377
3755 AC	SIN INOCULO	40.75	27.15	8.8			
3756 AM	CON INOCULO	50.7	42.35	27	0	R	0.00602
3756 AM	SIN INOCULO	56.2	48.5	27.85			
CATENIC	CON INOCULO	37.55	21.9	9.1	4.9	S	0.68356
CATENIC	SIN INOCULO	42.55	43.65	27.65			

R = Resistente
S = Susceptible.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la metodología se ilustran en el cuadro No.3 (edad de la planta) y en el No. 4 (inóculo inicial y tipo de inóculo). Es evidente que una variedad susceptible debe permanecer al menos 4 meses en contacto con el inóculo y este puede ser de 5 mil huevos ó 1,500 J2. La edad de la planta al iniciar la prueba debe estar constituida preferentemente de 2 pares de hojas.

Con los resultados obtenidos de éstas pruebas preliminares se decidió efectuar las evaluaciones de resistencia siguiendo en forma sistemática el procedimiento descrito.

En lo concerniente a los resultados obtenidos con los genotipos de C. canephora var. robusta se sumarian en el cuadro No. 5. Las variables fenológicas no muestran diferencias indistintamente sea la condición inoculada o no inoculada. Respecto al índice de agallamiento, todos los genotipos C. canephora no presentaron agallas visibles lo cual indica la condición de resistentes para M. incognita. En cuanto al factor R (tasa de reproducción del parasito) el parasito se reprodujo muy escasamente en los C. canephora pero mostrando el testigo C. arábica una alta tasa de reproducción, lo cual evidencia la eficacia de la metodología de inoculación y la consistencia en la repuesta obtenida en los resultados de los genotipos C. canephoras.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la metodología de inoculación aquí descrita es consistente para pruebas de resistencia. Es evidente la respuesta de resistencia mostrada por los genotipos C. canephora aquí evaluados, lo cual constituye para UNICAFE un recurso genético recomendable para los productores con problemas nematológico (M. incognita) en sus fincas para ser utilizadas como porta-injertos de variedades comerciales susceptibles una vez que se propaguen y estén a disposición de los productores.

BIBLIOGRAFIAS

Araujo Netto

Resumen - Los Nematodos

IICA - 1990

PREVALD RUIZ et. al.

Resumen - Los nematodos

IICA - 1990

AVENDANO CHAVERRI

Resumen los nematodos.

IICA 1990

CARNEIRO FILHO, F

Resumen los nematodos

IICA - 1990

CISTA A.C et. al.

Resumen los nematodos

IICA - 1990

Resumen - Los Nematodos

IICA - 1990

Linan A.C

Resumen - Los Nematodos

IICA - 1990

Sanchez De León

I Taller Regional sobre Nematodos del café

IICA - PROMECAFE 1990

Taylor y Sasser - Biología identificación y control de los nematodos de nódulos de la raíz. Especies de Meloidogyne Proyecto Internacional de Meloidogyne 1983.

EL SISTEMA DE INMERSION TEMPORAL : UN NUEVO METODO DE PROPAGACION IN VITRO DEL CAFETO EN MEDIO LIQUIDO.

M. Dublin, M. Berthouly*, D. Alvard**, C. Casasco*, C. Teissier**

IIICA-PROMECAFE/CIRAD-CP/CATIE, Ap 11, 7170 Turrialba, Costa Rica

*CIRAD-CP, BP 5035, 34032 Montpellier cedex, Francia

**CIRAD-BIOTROP, BP 5035, 34032 Montpellier cedex, Francia

Introducción

Las dos especies de café más cultivadas, *C. arabica* y *C. canephora*, no poseen los mismos esquemas de mejoramiento genético. En ambos casos, un método de multiplicación vegetativa es deseable, con el fin de multiplicar de manera fiable las plantas híbridas sobresalientes encontradas espontáneamente o procedentes de los programas de mejoramiento genético.

La multiplicación por microestacas es una posibilidad, pero con un potencial limitado con respecto al número de plantas producidas y con un precio alto. Söndhal *et al* (1984) mencionan una tasa de multiplicación de seis o siete cada tres meses. Desde hace varios años, las investigaciones se orientaron a la embriogénesis somática. Esta técnica consiste en obtener estructuras embrionarias que no proceden de fecundación, sino que son producidas en los tejidos somáticos de una planta madre, directamente, o por medio de un callo. Este fenómeno recurre a la totipotencialidad de las células vegetales y ha sido estudiado por varios años en el café (Staritsky, 1970). Sin embargo, la técnica no está bien desarrollada como para ser utilizada por los productores.

Es posible obtener embriones somáticos de café a partir de varios explantes: fragmentos de tallo (Staritsky, 1970; Dublin, 1980), hojas (Hermann y Hass 1975; Söndhal y Sharp, 1977; Dublin, 1981; Pierson *et al*, 1983; Yasuda *et al*, 1985), anteras (Sharp *et al*, 1973) y óvulos (Lansud, 1981).

Los autores enfocan usualmente en dos técnicas: obtener directamente los embriones somáticos en un solo medio de cultivo (Dublin, 1981; Yasuda *et al*, 1985), o utilizar una secuencia de dos etapas (Pierson *et al*, 1983; Dublin, 1984). En el primer caso existe un fuerte efecto del genotipo, o sea que todos los genotipos no dan la misma respuesta (Barysse *et al*, 1993; Ramos *et al*, 1993). En relación a la doble secuencia, Michaux-Ferrière *et al* (1987) demostraron que la primera etapa corresponde a la inducción de células embriogénicas dentro de un callo procedente de células perivasculares, y que la segunda etapa es por simple evolución de las células embriogénicas en embriones.

La utilización de una secuencia de dos medios permitió al equipo de Söndhal (Söndhal y Sharp, 1977; Söndhal *et al*, 1979) encontrar dos eventos en la formación de embriones somáticos. El primero (LFSE - Low Frequency Somatic Embryogenesis) no permite la obtención de un gran número de embriones. El segundo, llamado HFSE (High Frequency Somatic Embryogenesis), produce un número mayor de proembriones organizados en pequeños montones en el interior de un callo friable, el cual se puede cultivar en medio líquido. Neuenschwander y Baumann (1992) describieron un nuevo procedimiento (SCSE - Self Controlled Somatic Embryogenesis) que permite la obtención de un gran número de embriones somáticos normales y sincrónicos.

La utilización del medio líquido presenta varias ventajas y esta técnica puede ser aplicada a las microestacas así como a los embriones somáticos.

El establecimiento de suspensiones celulares a partir de callo embriogénico (Söndhal *et al.*, 1985; Zamarripa *et al.*, 1991) permitió acercarse a la producción industrial en biorreactores (Ducos *et al.*, 1993; Noriega y Söndhal, 1993).

Para cualquier especie, la desventaja mayor del medio líquido es la aparición de un desorden fisiológico llamado "hiperhidricidad" el cual afecta el desarrollo normal de la planta. Varias alternativas fueron probadas (Teisson *et al.*, 1994) y las investigaciones se orientaron a la inmersión periódica de los explantes en un medio líquido (Tisserat y Vandercook, 1986; Simonton *et al.*, 1991; Akita y Takayama, 1994). Recientemente, el departamento BIOTROP del CIRAD (Centro de Cooperación Internacional en Agronomía para el Desarrollo, Montpellier, Francia) desarrolló un aparato simple para lograr la inmersión temporal; este probado primero con banano (Alvard *et al.*, 1993; Escalant *et al.*, 1994), y luego adaptado a café y hule (Teisson *et al.*, 1994; Berthouly *et al.*, 1995).

En este artículo, presentamos los datos más recientes de micropropagación del café por microestacas y embriogénesis somática con inmersión temporal en medio líquido.

Materiales y métodos

El recipiente utilizado fue fabricado a partir de un porta filtro autoclavable comercial (Marca Nalgene, referencia 300-4-5).

La modificación principal consiste en conectar las partes superior e inferior con un pequeño tubo de vidrio y colocar un tamiz de tamaño definido en la base del compartimento superior.

Los explantes se encuentran en la parte superior y el medio líquido en la parte inferior. Por medio de una bomba, se aplica una presión positiva al aparato, el medio sube a través del tubo de vidrio y se pone en contacto con los explantes. Al apagar la bomba, la presión baja y el medio regresa al compartimento inferior por simple gravedad.

El tiempo de aplicación de la presión, es decir el tiempo de inmersión, así como su periodicidad (ritmo) pueden ser controlados conectando un timer a la bomba.

La entrada y la salida de aire son equipadas con filtros hidrofóbicos de 0.2 μ , lo que asegura la esterilidad del aparato.

El tamaño del tamiz usado entre los dos compartimentos depende del tipo de explantes utilizados. Para las microestacas, no es necesario usarlo siempre. En general, fue de 250 μ para microestacas y de 50 μ para callos embriogénicos.

El volumen de medio colocado en el compartimento inferior depende del tamaño del aparato utilizado: 100 ml de medio en un porta filtro de 250 ml y 200 ml en un aparato de un 500 ml.

Los dos filtros hidrofóbicos son puestos, y toda la unidad es autoclavada 20 mn a 121°C. Los pasos siguientes se desarrollan en una cámara de flujo laminar para preparar los explantes y colocarlos en el compartimento superior de la unidad. La conexión a la bomba se realiza en el cuarto de crecimiento por medio de tubería plástica para pecera. Encontramos conveniente usar una bomba para pecera de 4 Wattios; esta bomba alcanza para cuatro o cinco unidades. Si se usa una bomba más poderosa, se pueden controlar más recipientes.

Microestacas. Microestacas de *C. arabica* variedades caturra y catuai fueron mantenidas *in vitro* por más de tres años cultivándolas en un medio de Murashige y Skoog (1962) complementado con las vitaminas de Morel (Morel y Wetmore, 1951), 4.4 μM de BAP (Bencilaminopurina), 87.6 mM de sacarosa y gelificado con 0.7% agar (Fisher, Springfield, N.J.). Al final de un ciclo de multiplicación, dichas microestacas se utilizaron para varios experimentos, a saber :

1. Comparación de microestacas cultivadas en medio sólido, en medio líquido sobre 'membrane raft' (Sigma, St Louis, Mi) o en sistema de inmersión temporal de 250 y 500 ml .

2. Comparación de dos ritmos de inmersión temporal : un minuto cada seis horas y quince minutos cada seis horas.

3. Comparación de dos concentraciones de BAP en el medio líquido : 4.4 y 1.32 μM .

4. Comparación de dos medios : a) medio suplementado con 4.4 μM de BAP por seis semanas y b) medio suplementado con 4.4 μM de BAP por tres semanas, luego medio suplementado por 1.5 μM de ácido giberélico GA_4 , por tres semanas. El cambio de medio se realiza sin tocar los explantes, solamente reemplazando el medio en el compartimento inferior.

Se utilizaron 10 microestacas por tratamiento con un mínimo de tres repeticiones.

Los datos siguientes se tomaron : peso fresco de las microestacas al inicio, peso fresco y peso seco de las microestacas al final del experimento, número de brotes axilares formados, número de nudos utilizables para luego ser transferidos (i.e. cuyos entrenudos miden por lo menos 6 mm).

Cuando el ritmo de inmersión temporal no es especificado, es de 1 min cada seis horas.

Embriogénesis somática. Suspensiones embriogénicas fueron obtenidas según el método descrito por Berthouly (1991). Dos ritmos de inmersión fueron utilizados : 1 minuto cada 24 horas o 15 minutos cada seis horas. Fueron comparados los pesos frescos de las suspensiones de tres genotipos : Catuai, HA 133, y *C. canephora* 182.

Enraizamiento y aclimatación. El enraizamiento de las microestacas fue realizado mediante un remojo de una noche en un medio líquido con alta dosis de auxina tal como fue descrito por Berthouly *et al* (1988). Las plantitas posteriormente fueron colocadas en una mezcla estéril de tierra, arena y broza de café (3:2:1) y aclimatadas en el invernadero, manteniendo un alto nivel de humedad relativa por medio de una hoja de polietileno colocada encima de las plantas. Las raíces se desarrollaron al mismo tiempo que se aclimataron las microestacas.

Resultados y discusión

1. Microestacas.

La utilización del sistema de inmersión temporal (S.I.T) resultó más eficaz que el medio sólido o líquido sin inmersión ('membrane raft') (cuadro 1). El número promedio de nudos utilizables por explante fue de 7.45 en S.I.T. de 500 ml en comparación con 2.32 en medio sólido. Es interesante subrayar que este número fue solamente de 3.33 en S.I.T. de 250 ml, lo que indica un efecto del volumen del medio, de la atmósfera del recipiente o de ambos. La diferencia en la ganancia de peso fresco no fue tan grande como la diferencia de número de nudos, lo que indica una mejor

brotación en los recipientes grandes. Teisson *et al* (1994) señalan que la retención de medio por capilaridad en los explantes así como en el compartimento superior del S.I.T. son responsables del éxito del sistema. También, la utilización de una bomba de presión provoca una saturación en oxígeno del medio líquido, lo que es benéfico para los explantes (Teisson *et al*, 1994). En medio líquido con inmersión temporal, la nutrición de los explantes es más eficaz y el medio no se empobrece tan rápidamente como en los demás tratamientos.

Cuadro 1. Comparación del cultivo de microestacas en medio sólido, 'membrane raft', y sistema de inmersión temporal (500 y 250 ml) con frecuencia de inmersión de un minuto cada seis horas. Datos a las seis semanas de cultivo.

	ganancia de peso (mg PF / planta)	contenido promedio de agua (%)	número de brotes axilares	número promedio de nudos utilizables.
S.I.T 250 ml	367.00	81.68	1.19	3.33
S.I.T 500 ml	405.78	82.43	4.4	7.45
membrane raft	85.07	80.27	1.1	2.2
medio sólido	88.74	81.33	2.37	2.32

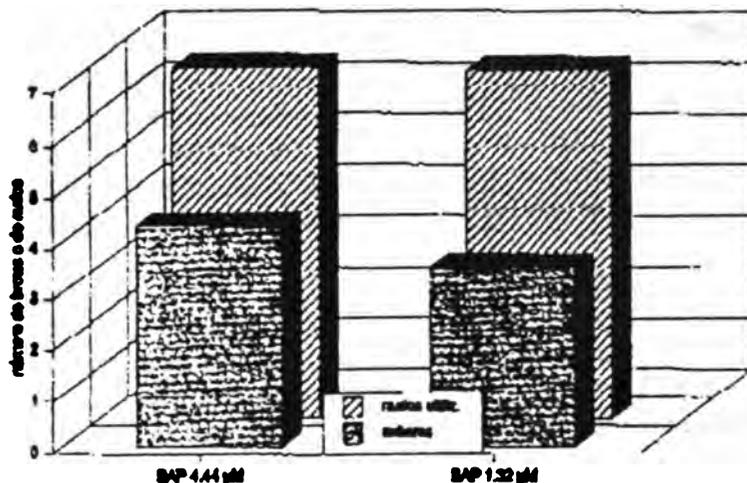
La inmersión durante quince minutos cada seis horas resultó significativamente más eficaz en cuanto al número aprovechable de nudos formados (cuadro 2). Eso confirma los resultados de experimentos previos (Berthouly *et al*, 1995). Los mismos autores señalan que el ritmo de inmersión temporal cambia conforme el genotipo. La mayor ganancia de peso en caso de inmersión de 1 minuto es confirmada por el mayor número de brotes axilares formados. Sin embargo estos brotes no se alargan, lo que resulta en menos nudos utilizables.

Cuadro 2. Comparación del cultivo de microestacas en S.I.T. de 500 ml según dos ritmos de inmersión temporal, después de seis semanas de cultivo

	ganancia de peso (mg PF / planta)	contenido promedio de agua (%)	número de brotes axilares	número promedio de nudos utilizables.
1 min / 6 horas	414.12	81.98	4.4	7.05
15 min / 6 horas	408.24	82.40	4.2	7.2

La utilización de una concentración reducida en BAP no mostró un número diferente de nudos utilizables (Figura 1). En cambio, el número de brotes axilares fue mayor con la concentración más alta (4.4 μ M), lo que indica que los entrenudos son más largos a un nivel más bajo de hormona. Eso nos motivó para probar la influencia del ácido giberélico, conocido por su papel en el alargamiento de entrenudos.

Fig. 1 Efecto de dos dosis de BAP sobre microestacas después de seis semanas



La utilización de GA_{4-7} en lugar de la BAP durante las tres últimas semanas de cultivo provocó la formación de un mayor número de nudos utilizables (cuadro 3). Comparando los números de brotes axilares (4.02 con GA ; 4.67 sin GA), podemos concluir que la acción del ácido giberélico fue de alargar los entrenudos. Parece recomendable utilizar el ácido giberélico más tarde (durante la quinta o sexta semana de cultivo) para prolongar el tiempo de acción de la BAP, y así obtener más brotes axilares y más nudos utilizables.

Cuadro 3. Efecto del medio de cultivo sobre el desarrollo de las microestacas en S.I.T. después de seis semanas de cultivo.

	ganancia de peso (mg PF / planta)	contenido promedio de agua (%)	número de brotes axilares	número promedio de nudos utilizables
3 semanas BAP 4.44 μ M - 3 sems. GA_{4-7} 1.5 μ M	426.12	84.02	4.02	10.04
seis semanas BAP 4.44 μ M	410.55	81.33	4.67	8.05

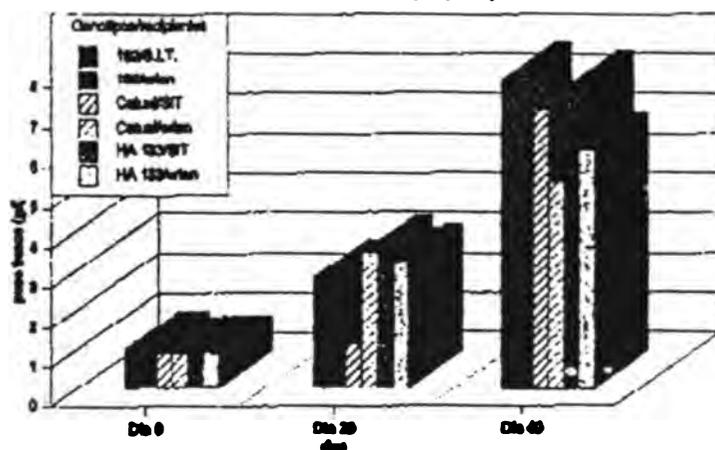
2. Embriogénesis somática

Con los tres genotipos estudiados, fue fácil mantener los callos embriogénicos en un estadio desdiferenciado y el incremento de peso fresco fue mayor luego de 40 días en el S.I.T. que en los Erlenmeyers (Figura 2)

El ritmo de inmersión temporal juega un papel muy importante. Si se mantiene un ritmo inicial de un minuto de inmersión cada seis horas, las suspensiones continúan multiplicándose. Con un simple cambio a un ritmo de 15 minutos cada seis horas, los proembriones se desarrollan en embriones somáticos completos, con cotiledones bien desarrollados. La producción de embriones es muy uniforme y sincrónica, lo que no se observa con los erlenmeyers. Contrario a lo observado anteriormente (Berthouly *et al*, 1995), hemos encontrado que es necesario cultivar los embriones somáticos en un medio sólido sin hormonas antes de aclimatarlos a condiciones de invernadero.

En efecto, en un experimento con *C. urubica* var caturra, hemos rescatado solamente 13 embriones somáticos sobre 700 cuando fueron sacados directamente del S.I.T. al invernadero. Estamos en el proceso de mejorar el sistema, agregando una etapa de inmersión temporal con ácido absísico y alto nivel de PVP con el fin de mejorar la maduración de los embriones somáticos. Se prevee también la modificación de los ritmos de inmersión, destacando que en hule, la maduración de los embriones somáticos se obtiene con una inmersión de un minuto cada semana (Teisson *et al*, 1994).

Fig.2 crecimiento de callo embriogénico en S.I.T. o en erlenmeyer (erlen)



Conclusiones y perspectivas.

La utilización del sistema de inmersión temporal resultó muy eficiente en la producción de microestacas y de embriones somáticos, mejorando las tasas de multiplicación.

Podemos recomendar esta técnica con el propósito de multiplicar rápidamente todo genotipo interesante de *C. arabica* (variedades no fijadas) o de *C. canephora*.

Una de las ventajas mayores del S.I.T. es su bajo costo : el aparato es una simple modificación de un porta-filtro comercial y el uso de medio líquido permite ahorrar el precio del agar, componente mayor en el precio del medio sólido. La mano de obra, así como la utilización de electricidad son reducidas.

Recientes modificaciones en el diseño del sistema resultaron en la fabricación por parte del departamento BIOTROP del CIRAD, de un aparato más cómodo y más barato : el recipiente RITA (Teisson, comunicación personal). La comercialización de ese aparato nos permitirá seguir con los experimentos de mejoramiento de la técnica para la micropropagación del café.

Literatura citada

- Akita M., Takayama S., 1994. *Plant Cell Reports* **13** : 184-187.
- Alvard D., Cote F., Teisson C., 1993. *Pl. Cell Tiss. Org. Cult.* **32** : 55-60
- Berthouly M., 1991. In *14th conference of the international plant biotechnology network*, San José, Costa Rica, Jan 14-18.
- Berthouly M., Guzmán N., Chatelet, P., 1988. In *12° colloque ASIC*, Montreux : 462-467.
- Berthouly M., Dufour M., Alvard D., Carasco C., Teisson C., 1995. In *16° colloque ASIC*, Kyoto (Japon)
- Dieysse D., Gofflot A., Michaux-Ferrière N., 1993. *Can. J. Bot.* **71** : 1496-1502
- Dublin P., 1980. *Café Cacao Thé* **24** : 281-291
- Dublin P., 1981. *Café Cacao Thé* **25** : 237-242
- Dublin P., 1984. *Café Cacao Thé* **28** : 231-244
- Ducos J.-P., Zamarripa A., Eskes A., Petiard V., 1993. In *15° colloque ASIC*, Montpellier : 89-96
- Escalant J.-V., Teisson C., Cote F., 1994. *In Vitro Cell Dev. Biol.* **30** : 181-186
- Hermann E., Hass G., 1975. *Hortscience* **10** : 588-589.
- Lanaud C., 1981. *Café Cacao Thé* **25** : 231-235
- Michaux-Ferrière N., Dublin P., Schwendiman J., 1987. *Café Cacao Thé* **31** : 103-114.
- Morel G., Wetmore P.H., 1951. *Amer. J. Bot.* **38** : 138-140.
- Murashige T., Skoog F., 1962. *Physiol. Plant.* **15** : 473-497.
- Neuenschwander B., Baumann T., 1992. *Plant Cell Reports* **10** : 608-612.
- Noriega C., Söndhal M., 1993. In *15° colloque ASIC*, Montpellier : 73-81
- Pierson E., Van Lammeren A., Schel J., Staritzky G., 1983. *Protoplasma* **115** : 208-216
- Ramos L., Yokoo E., Gonçalves W., 1993. In *15° colloque ASIC*, Montpellier : 763-766.
- Sharp W., Caldas L., Crocomo O., Monaco L., Carvalho A., 1973. *Phyton* **31** : 67-74.
- Simonton W., Robacker C., Kruger S., 1991. *Pl. Cell Tiss. Org. Cult.* **27** : 211-218.
- Söndhal M., Sharp W., 1977. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* **81** : 395-408
- Söndhal M., Spahlinger D., Sharp W., 1979. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* **94** : 101-108.
- Söndhal M., Nakamura T., Sharp W., 1985. In : Henke, Hugues, Constantin, Hollaender eds, *Tissue culture in forestry and Agriculture*, Plenum press : 215-232.

- Söndhal M., Nakamura T., Medina H.P., Carvalho A., Fazuoli L.C., Costa W.M., 1984. In: Ammirato, Evans, Sharp, Yamada eds, *Handbook of Plant Cell Culture, Crop Sciences*, McMillan Vol 3 : 564-590.
- Staritsky G., 1970. *Acta Botanica Neerlandica* **19** : 509-514
- Teisson C., Alvard D., Berthouly M., Cote F., Escalant J.-V., Etienne H., 1994. In *8th International Association for Plant Tissue Culture Congress, Florence (Italia)* 12-17 Junio 1994.
- Tisserat B., Vandercuok C.E., 1986. *Amer. Orchid Soc. Bull.* **55** (1) : 35-42
- Yasuda T., Fujii Y., Yamaguchi T., 1985. *Plant Cell Physiol.* **26** : 595-597.
- Zamarripa A., Ducos J.P., Bollon H., Dufour M., Pétiard V. 1991. *Café Cacao Thé* **35** : 233-244.

Comportamiento agronómico y resistencia a las principales plagas de diferentes variedades, derivadas del Híbrido de Timor. *

* Aguilar (G.), ** Bertrand (B.), *** Anthony (F.).

Resumen

Con el fin de estudiar algunas particularidades agronómicas y de resistencia a diferentes plagas, de derivados del Híbrido de Timor, se establecieron en el Centro de Investigaciones en Café, CICAPE, Heredia, Costa Rica, ubicado a 1200 msnm, con una precipitación y una temperatura promedio anual de 2200 mm y 22°C, dos ensayos, en los años 1988 y 1989. En la primera investigación, se evaluaron diecisiete descendencias del Híbrido de Timor CIFIC-1343 o líneas de la variedad Colombia; en el experimento siguiente se compararon las progenies resultantes del Híbrido de Timor CIFIC 832/1 y CIFIC 832/2. En ambos casos se cotejó con las variedades comerciales Caturra y Catuai. Se evaluarán las descendencias por la resistencia a los nematodos (*Meloidogyne exigua*, *Pratylenchus.sp*) y a la roya, presentes en el campo. Las pruebas de CBD (*Colletotrichum coffeanum*, Noack sensu Hindorf) se hicieron en el CIRAD de Francia. Se evaluaron también la circunferencia del tallo, la producción acumulada, los defectos de los frutos y la granulometría. Las variables consideradas se analizarán mediante el sistema jerárquico desbalanceado, por ensayo, de manera asociada entre experimentos, por descendencia, por origen con respecto al Híbrido de Timor y agrupados por el tipo de reacción a la roya y a nematodo *Meloidogyne exigua*. Las variedades derivadas del Híbrido de Timor estudiadas, son, en promedio, más productivas que las variedades tradicionales, pero no hay diferencias entre los tres progenitores fundadores. Esta superioridad se explica en gran parte por la resistencia a la roya y al principal nematodo del ensayo (*M.exigua*). La resistencia a *M.exigua* es frecuente. Algunas descendencias se muestran interesantes para su resistencia al CBD. Se recomienda algunas variedades promisoras por sus características de productividad y de resistencia a las plagas.

Introducción

La entrada de la Roya (*Hemileia vastatrix*) en América Central ha dado origen a la selección de descendencias derivadas del Híbrido de Timor que presentan como su padre numerosos genes de resistencia, SH5 a SH9, (Bettencourt y al, 1980). Dos variedades, el T5175 (IHCAFE 90) y el T8667 (ICAFE 95) que provienen del Híbrido de Timor HT832/1 fueron liberadas en América Central. Además de presentar una alta resistencia a la roya, presentan una buena productividad y calidades del fruto comparables a las del estándar Caturra (Osorio, 1990; Aguilar, 1995).

A pesar de la roya, los países de la región se ven afectados por el problema de los nematodos. El *Colletotrichum coffeanum* (sensu Hindorf), el patógeno del CBD, es también una amenaza seria que cualquier programa de selección debe contemplar. El Híbrido de Timor a pesar de conferir una alta resistencia a la roya, presenta resistencias al CBD (Van der Vossen, 1985) y a los nematodos (Fazuoli y al, 1978). Sin embargo, las dos variedades seleccionadas antesmencionadas, no tienen ninguna resistencia a nematodos (Bertrand y al, 1995a) o CBD (Rodríguez, 1992; Bieysse, 1994).

La totalidad de las selecciones actuales de Catimores en el mundo derivan de tres orígenes de Híbrido de Timor: HT832/1, HT832/2 y HT1343 (Moreno, 1989). La selección dentro de las descendencias existentes, tiene que seguir esta genealogía para afinar el interés específico de los tres progenitores fundadores. Presentamos los resultados de dos ensayos de 30 descendencias de Catimores provenientes de los orígenes de Híbrido de Timor, que fueron evaluados por sus características agronómicas, por su resistencia al nematodo *Meloidogyne exigua* y al nematodo *Pratylenchus.sp* y a algunas cepas del CBD.

* Convenio ICAFE/MAG. Santa Barbara, Ap 131-3009, Costa Rica.

** CIRAD CP/PROMECAFE. IICA, Ap 37, 2200 Coronado, San José, Costa Rica.

*** ORSTOM/CATIE. Turrialba, Ap 7170, Costa Rica.

Materiales & metodos

Material vegetal

El material vegetal en estudio fue introducido de Brazil y Colombia en Costa Rica. Se describe en el siguiente cuadro. Todas las variedades son en F5 o F6.

Cuadro 1: Presentación del material vegetal por origen y por variedades; C.=Campinas, UFV= Universidad Federal de Viçosa.

Orígenes	Variedades descripción, número CATIE	Orígenes	Variedades descripción, número CATIE
HT832/2 (Sarchimor)	Lineas F5 o F6 seleccionadas en Brazil.	HT1343 (Catimor)	Lineas F5-F6 que conforman la variedad Colombia.
	Sarchimor C. 3020-3 T18137		Catimor MS 34 T17924
	Sarchimor C. 1669-20 T18139		MN 66 T17925
	Sarchimor C. 1669-20 T18140		MN 125 T17926
	Sarchimor C. 1669-33 T18141		ML 230 T17927
HT 832/1 (Catimor)	Lineas F6, seleccionadas en Brazil.		MN 298 T17928
	Catimor UFV 3880 MS T18121		MS 335 T17929
	Catimor UFV 4180 MS T18122		MS 393 T17930
	Catimor UFV 4592 MS T18123		MR 422 T17931
	Catimor UFV 4642 MS T18126		MR 460 T17933
	Catimor UFV 5405 MS T18127		MP 547 T17934
	Catimor C. 3009 MS T18130		MS 614 T17935
	Catimor C. 2967 MS T18131		MP 660 T17936
Testigos			MP 684 T17937
	Catuai		ML 685 T17938
	Caturra		MP 744 T17939
			MN 946 T17940

Dispositivo en el campo.

El estudio se realizó en el Centro de Investigaciones en Café de CICAPE, Heredia, ubicada a 1180 msnm. El suelo es del tipo andosol. El dispositivo experimental se compone de dos experimentos MG171 y MG241, el primero instalado en 1988 compara 17 variedades derivadas del HT1343 a los testigos Caturra y Catuai, y el segundo en 1989, compara 13 variedades de HT832/1 y HT832/2 con los mismos testigos que anteriormente. Los dos ensayos son alledaños y tienen una línea de borde. Cada ensayo tiene 4 bloques de Fisher, con 10 árboles por línea. Cada variedad es representada por 40 individuos. La distancia entre árboles es de 1.87 m entre líneas y 0.84 sobre la línea, sea 6386 plantas por hectárea. Los ensayos son manejados a plena exposición solar. Las plantas reciben dos aplicaciones de N-P-K-Mg-B (18-3-10-8-0.5) a razón de 1000 kg/ha/año, y una aplicación de nitrógeno (250kg/ha/año). Las plantas reciben una o dos aplicaciones al año de hidróxido de cobre.

Evaluación por la resistencia a *Meloidogyne exigua*.

En los dos ensayos, se presenta una alta población de un nematodo agallador que se conoce como *Meloidogyne exigua*. En el curso del año las poblaciones oscilan entre 800 y 4000 nematodos por gramo de raíces (Rafinon, 1994). Las descendencias de la plantas en ensayo fueron probadas en vivero. A los tres meses fueron inoculadas en la estación experimental de CICAPE, con 5 gramos de raíces infectadas por bolsa. Cada descendencia estaba representada por 20 plantas, sembradas en un suelo estéril en bolsas plásticas. Las lecturas se hicieron 5 meses después, utilizando una escala de Índice de Agallamiento (IG) de 0 a 5, donde: 0 = CERO, 1 = 1-2, 2 = 3 a 10, 3 = 11 a 30, 4 = 30 a 100, 5 = más de 100 agallas por el total del sistema radical.

Además, todas la plantas del ensayo MG241 fueron observadas *in situ* en 1994, a partir de una notación sobre la unidad radical más afectada (raíz de 30 cm soportando raíces finas), usando la misma escala que por la evaluación en vivero.

Evaluación por la susceptibilidad a *Pratylenchus* sp.

En los dos ensayos se encuentran además del *M. exigua*, nematodos del género *Pratylenchus*. Las poblaciones oscilan entre 0 y 1500 nematodos por gramo de raíces. En el ensayo MG241, se han realizado dos muestreos de raíces por variedad, muestreando los 40 árboles de 9 tratamientos. Las análisis se efectuaron con la técnica de la cámara nebulizadora. Los resultados se expresan en número de nematodos por gramos de raíces y son analizados con una análisis de varianza después una transformación $\sqrt{X+C}$ de los datos (Noé-1985).

Evaluación por la resistencia al CBD:

La evaluación de las descendencias del ensayo MG241 se hizo en el CIRAD (Francia), (Bompard, 1994). Se hizo una prueba a partir de 20 plantas, provenientes de descendencias libres por cada tratamiento. La técnica de inoculación de hipocotiles es la de Cook (1973), sobre plantulas de 5 a 6 semanas. Se utilizaron 6 cepas del hongo, dos de Camerun (675A y 732A), una de Kenya (KHW1B), una de Burundi (042), de Malawi (M2), y de Zimbabwe (ZW1). Se utilizó la escala de Van der Graaf (1981), de 0 a 4, donde 0 corresponde a ausencia de síntomas, 1 a algunas lesiones cloróticas, 2 y 3 a la presencia de lesiones color café y 4 a la muerte de la planta. A partir de los datos, un coeficiente de enfermedad se calcula: a cada clase de susceptibilidad corresponde un porcentaje de plantas. Este porcentaje se multiplica por el coeficiente de susceptibilidad de la escala de Van der Graaf (1981) y se acumulan por cada descendencia. Una nota de 0 a 400 se atribuye así a cada variedad. Se considera 0-99, variedad resistente; 100-199 - resistencia mediana; 200-299 - susceptible; 300-400 -muy susceptible.

Evaluación por la resistencia a la roya.

La evaluación se hizo *in situ*, observando los síntomas de roya (presencia de manchas con esporulación) sobre los árboles durante las épocas de mayor incidencia de la enfermedad (agosto a noviembre).

Circunferencia del tallo.

Las medidas son tomadas a 5 cm del suelo por cada árbol, en el tallo de la planta con una cinta métrica, a los cinco años de edad.

Producción.

La producción se mide por cada variedad, por bloque, cada año. Se recogieron 5 cosechas en el ensayo MG71 y 4 en el ensayo MG241. Se expresa en kg de café oro por hectarea.

Características y defectos del grano.

En Noviembre de 1994, se midieron la granulometría, los frutos vanos y los caracoles por variedad, por bloque y el mismo día por los dos ensayos. A partir de 2 kg de café cereza se estiman:

* los frutos vanos, que son contados como los flotantes de un litro de café cereza; se estima que un litro contiene en promedio 370 frutos, por lo que se convierte el número de flotantes en porcentaje.

- * la granulometría, que se evalúa por el peso a 12% de humedad de 100 granos normales;
- * los caracoles que son obtenidos a partir de 100 semillas.

Análisis estadísticas.

Los datos por bloque sirven de base para las análisis de varianza. Por cada ensayo, se hace una análisis de varianza para comparar los diferentes tratamientos, seguido de una prueba de Duncan. La comparación de las orígenes se hace según un modelo jerárquico desequilibrado (1) con el programa SAS. Se consideró válida una análisis común de los dos ensayos por la granulometría y los caracoles. Por el ensayo MG241, se trató de explicar las diferencias de productividad entre variedades por la resistencia a los nematodos y a la roya. En este caso, se utiliza el mismo modelo que utilizado anteriormente por el efecto del origen.

$$(1) X_{ijkl} - m_{...} = A_i + B_{ij} + C_{ijk} + D_{ijkl}$$

X_{ijkl} : Observación de un individuo

$m_{...}$: media general

A_i : efecto aleatorio de la i -ésima origen (o grupo de resistencia).

B_{ij} : efecto aleatorio de la j -ésima variedad dentro de la i -ésima origen (grupo de resistencia)

C_{ijk} : efecto aleatorio del bloque común a todos los individuos

D_{ijkl} : efecto aleatorio del error.

Resultados

1/ Circunferencia y productividad

1-1 Circunferencia

La mayoría de las variedades en ensayo son superiores a los Testigos (cuadros 2 y 3). En el ensayo MG241, la variedad T18123 se destaca con una circunferencia significativamente superior a las demás variedades y de 20% más grande que la de los testigos. Se nota el T18141 de poco vigor, y que se presenta en el ensayo como un árbol de tamaño reducido.

Cuadro 2: Comparación de descendencias de Catimores, Sarchimores y los testigos por la circunferencia del tallo a 5 años (en cm). Prueba de Duncan, umbral 5%. Ensayo MG241.

Variedades		Circunferencia en cm	Grupos por prueba de Duncan
Catimor	T18123	24.7	a
Sarchimor	T18137	23.5	b
Sarchimor	T18139	23.4	b
Catimor	T18126	23.2	b
Catimor	T18127	22.7	bc
Sarchimor	T18140	22.7	bc
Sarchimor	T18138	22.7	bc
Catimor	T18130	22.3	bcd
Catimor	T18131	21.7	cd
Catimor	T18121	21.6	cd
Caturra	TESTIGO	21.5	cd
Catimor	T18122	21.1	de
Sarchimor	T18141	20.2	e
Catuai	TESTIGO	20	e

En el ensayo MG171, se destaca un primer grupo de 7 variedades que tienen un tallo del 1 al 26% más grande que el tallo de los testigos.

Cuadro 3: Comparación de descendencias de Catimores de la variedad Colombia y los testigos por la circunferencia del tallo a 6 años (en cm). Prueba de Duncan, umbral 5%. Ensayo MG171

Variedades	Circunferencia en cm	Grupos por prueba de Duncan
Catimor T17937	28.5	a
Catimor T17939	28.2	a
Catimor T17936	27.2	ab
Catimor T17930	26.6	abcd
Catimor T17934	26	abcd
Catimor T17924	25.5	abcd
Catimor T17933	25	abcd
Catimor T17931	24.2	bcde
Catimor T17929	24.2	bcde
Catimor T17928	24	bcde
Catimor T17925	23.7	bcde
Catimor T17926	23.5	bcde
Caturra Testigo	23.3	cde
Catimor T17935	23.1	cde
Catimor T17940	22.8	de
Catimor T17927	22.4	de
Catuai Testigo	20.9	e

1-2 Producción

En el ensayo MG241, se destaca un grupo de 7 descendencias que producen entre 10 a 30% más que los testigos (cuadro 4). Es importante notar que dentro de las variedades las más productivas, una ha mostrado una segregación por la resistencia a M exigua y que 2 son resistentes.

Cuadro 4: Comparación de descendencias de Catimores, Sarchimores y los testigos por la producción acumulada de cuatro cosechas. Prueba de Duncan, umbral 5%. Ensayo MG241.

Variedades	Producción acumulada en kg de café oro por hectárea	Grupos por prueba de Duncan (0.05)
Catimor T18123	17 238	a
Catimor T18130	17 193	a
Sarchimor T18141	17 079	a
Catimor T18121	16 897	a b
Catimor T18126	16 714	a b
Sarchimor T18138	16 339	a b
Catimor T18131	16 316	a b
Catimor T18127	16 054	a b c
Sarchimor T18137	15 303	a b c
Catimor T18122	14 688	a b c
Sarchimor T18139	14 517	a b c
Sarchimor T18140	14 153	b c
Caturra TESTIGO	13 344	c
Catuai TESTIGO	13 094	c

En el ensayo MG171, se nota un primer grupo de 7 variedades que produce entre 22 a 45%, más que el promedio de los testigos. Las descendencias de las seis primeras variedades son segregantes o resistentes a M.exigua.

Cuadro 5: Comparación de descendencias de Catimores de la variedad Colombia y los testigos por la producción acumulada de cinco cosechas. Prueba de Duncan, umbral 5%. Ensayo MG171.

Variedades	Producción en kg de café oro por hectárea	Grupos por prueba de Duncan (0.05)
Catimor T17933	17 819	a
Catimor T17930	16 749	ab
Catimor T17939	16 407	abc
Catimor T17940	16 248	abc
Catimor T17935	16 111	abc
Catimor T17937	15 974	abcd
Catimor T17936	15 656	abcd
Catimor T17932	15 177	abcde
Catimor T17929	15 166	abcde
Catimor T17925	14 506	bcde
Catimor T17928	14 380	bcde
Catimor T17931	13 640	bcde
Catimor T17934	13 333	cde
Catimor T17924	13 151	cde
Catimor T17927	13 105	cde
Catimor T17926	12 775	de
Caturra TESTIGO	12 319	e
Catuai TESTIGO	12 035	e

2/ Características y defectos del grano

2-1 Frutos vanos

En el ensayo MG241, solo una variedad se distingue estadísticamente de las demás variedades. Es la variedad T18139 que tiene hasta 35 frutos flotantes por litro (aprox 10%). En el ensayo MG171, no hay diferencias estadísticas entre las variedades. En promedio de los dos ensayos, los testigos tienen 4% de frutos vanos y las descendencias derivadas del Híbrido de Timor tienen 3.3%.

2-2 Granulometría y caracoles.

Por lo general no hay muchas diferencias entre las descendencias del Híbrido de Timor y los testigos por la granulometría ($F= 0.05$ por 29 gl y $\alpha = 0.055$). Las diferencias son más altas por la tasa de caracoles ($F= 8.4$ por 29 gl y $\alpha = 0.0001$). Aparentemente, la selección por la tasa de caracoles no fue, hasta el momento, suficientemente severa.

Cuadro 6: Comparación de descendencias de Catimor, Sarchimor y testigos por el porcentaje de caracoles y peso de 100 semillas.

Variedades	peso de 100 semillas en g	Prueba de Duncan (0.05)	Variedades	Caracoles por 100 semillas	Prueba de Duncan (0.05)
T17924	22.15	a	T18130	24.50	A
T17925	21.35	ab	T17925	22	AB
T18121	20.90	abc	T17929	20.5	ABC
T18137	20.85	abc	T18141	18.5	BCD
T17931	20.82	abcd	T18123	18	BCDE
T18141	20.65	abcd	T17936	16.5	CDEF
T17934	20.25	abcd	T17928	16.5	CDEF
T17936	20.25	abcd	T17926	16	CDEF
T17930	20.07	abcd	T17927	16	CDEF
T18138	20.05	abcd	T18137	16	CDEF
T18122	20.00	abcd	T18126	15.5	DEFG
T17937	19.68	abcd	T17930	14.5	DEFGH
T18123	19.63	abcd	T18139	14.5	DEFGH
CATURRA	19.38	abcd	T17939	14	DEFGHI
CATUAI	19.33	abcd	T18122	13.5	EFGHIJ
T18126	19.23	abcd	T17935	13.5	FGHIJ
T18140	19.20	abcd	T17924	13	FGHIJK
T17927	19.15	abcd	T18140	13	FGHIJK
T17933	19.15	abcd	T17932	12	FGHIJKL
T17926	19.13	abcd	T17931	11	GHIJKL
T17939	19.05	bcd	T17937	11	GHIJKL
T18131	18.83	bcd	T17934	10.5	HIJKL
T18127	18.68	bcd	T18127	10.5	HIJKL
T17935	18.63	bcd	T17940	10	HIJKL
T17928	18.63	bcd	T18121	9.5	IJKL
T17929	18.58	bcd	CATUAI	9.5	IJKL
T18139	18.20	cd	CATURRA	9	JKL
T17940	17.93	cd	T18131	8.5	KL
T18130	17.75	d	T17933	8	L
T17932	17.50	d	T18138	7.5	L

3/ Influencia del origen del Híbrido de Timor sobre las principales características agronómicas.
 La comparación de los orígenes, demuestra que las descendencias derivadas del Híbrido de Timor son significativamente más vigorosas y productivas que los testigos (cuadros 7,8) y que no hay diferencias entre los Sarchimores (HT832/2) y los Catimores (HT832/1). Si se considera que los testigos de los dos ensayos produjeron casi la misma cantidad de café, se podría sugerir la hipótesis que no se presentan también diferencias de productividad entre el grupo de descendencias proveniente de HT832/1 o HT832/2 y HT1343 si se hubieran valorado en un solo ensayo.

Cuadro 7: Comparación de los orígenes por la circunferencia y la producción acumulada de 4 cosechas, ensayo MG241.

Origen	número de descendencias	circunferencia en cm	grupos de medias	producción en kg/ha	grupos de medias
HT 832/2	5	22.5	a	15 485	a
HT 832/ 1	7	22.4	a	16 453	a
TESTIGOS	2	20.7	b	13 208	b

Cuadro 8: Comparación de las orígenes por la circunferencia y la producción acumulada de 5 cosechas, ensayo MG171.

Origen	número de descendencias	circunferencia en cm	grupos de medias	producción en kg/ha	grupos de medias
HT 1343	16	23.4	a	15 006	a
TESTIGOS	2	20.1	b	12 183	b

Por otro lado, no se encuentran diferencias estadísticas entre las tres orígenes y los testigos por la granulometría o por los caracoles - respectivamente ($F= 0.88$, $\alpha= 0.446$ y $F= 0.36$, $\alpha= 0.74$ por 3 grados de libertad).

4/ Resistencia a *Meloidogyne exigua*.

4-1 Evaluación en el campo

Se considera que las plantas son resistentes cuando se clasifican de 0 al 2 (Bertrand y al, 1995b). Dos descendencias aparecen totalmente sanas en el campo, son T18141 y T18130 (cuadro 9) y dos descendencias aparecen en segregación, T18138 y T18123.

Cuadro 9: Comparación de descendencias de Catimores, Sarchimores y los testigos por la resistencia a *Meloidogyne exigua* en el campo. Notación según una escala de 0 a 5. Ensayo MG241.

Variedades	Número	Promedio de 4 bloques	Clases (0-5)					
			0	1	2	3	4	5
Catimor T18122	40	4.7				3	3	34
Sarchimor T18137	40	4.6				1	11	28
Catimor T18121	39	4.5				1	15	23
Catimor T18127	40	4.5	2			1	7	30
Catimor T18131	40	4.5				2	14	24
Sarchimor T18139	40	4.4	1		2	1	8	28
Sarchimor T18140	40	4.4	3			1	12	24
Catuai TESTIGO	40	4.3			1	3	16	20
Caturra TESTIGO	40	4.2	2		1	2	12	23
Catimor T18126	40	4.1	2		2	2	14	20
Sarchimor T18138	40	2.6	18			1	2	19
Catimor T18123	39	2.4	12	1	4	9	4	9
Catimor T18130	40	0	39		1			
Sarchimor T18141	40	0	40					

4-2 Evaluación en vivero

Se denominan 9 descendencias que presentan 90 a 100% de resistencia y 7 descendencias que presentan una segregación (cuadro 10). Las descendencias libres de las dos descendencias resistentes (T18141, T18130) detectadas en el campo MG241 se presentan como totalmente resistente o en segregación. La T18123 que estaba en segregación aparece ahora como totalmente susceptible.

Cuadro 10: Evaluación en vivero de 30 descendencias de Catimores y Sarchimores por la resistencia a *M exigua*. Notación según una escala de síntomas de 0-5.

Orígenes y variedades	Número	Clases (0-5)					
		0	1	2	3	4	5
HT832/2 (Sarchimor)							
Sarchimor T18137	14				8	4	2
Sarchimor T18139	11				6	5	
Sarchimor T18140	15				3	6	6
Sarchimor T18141	18	13	1	1	1		2
HT 832/1 (Catimor)							
Catimor T18121	14				3	4	7
Catimor T18122	20	2		1	2	2	13
Catimor T18123	18			1	5	5	7
Catimor T18126	17	2	3	2	3	5	2
Catimor T18127	21			1	2	2	16
Catimor T18130		15	2				
Catimor T18131	18			2	5	3	8
HT1343 ('Colombia')							
Catimor T17924	17	17					
T17925	16	13	1	2			
T17926	19	13	5	1			
T17927	13	7	1	2	2		1
T17928	20	2	1		8	6	3
T17929	17			2	4	7	4
T17930	11	9	2				
T17931	18				4	7	7
T17933	19	11	6	1	1		
T17934	18	2	4	1	4	3	4
T17935	20	17		2	1		
T17936	18	1			5	5	7
T17937	16	14	2				
T17938	19	14	5				
T17939	11	11					
T17940	14	11	1	1		1	
TESTIGOS							
Caturra	19	1			7	6	5
Catuai	17				1	4	12

S/ Resistencia a *Pratylenchus.sp* en el campo.

La comparación de 9 variedades de MG241 (cuadro 11), muestra que no hay diferencias estadísticas entre los genotipos por la susceptibilidad a *P sp*. Los Catimores o Sarchimores son afectados al igual que las variedades testigos. La resistencia a *Meloidogyne exigua* de T18130 y 18141, que se había señalada por tener un índice de agallamiento de cero, se traduce también por un número de *Meloidogyne* por gramo de raíces de 0 a 2 nematodos, pero no se traduce por un aumento en el número de *P sp* en relación con los testigos.

Cuadro 11: Comparación de Catimores y Sarchimores con Catuai y Caturra por la infestación en *Pratylenchus* sp y *Meloidogyne exigua* en el campo. Número de nematodos por gramo de raíces . Prueba de Duncan sobre datos transformados por ($\sqrt{x+0.5}$).

Variedades		<i>Pratylenchus</i>	<i>Meloidogyne</i>	Grupos por prueba de Duncan (0,05), por <i>M exigua</i> .
Catimor	T18130	48	0	A
Sarchimor	T18141	72	2	A
Catimor	T18127	163	79	B
Catimor	T18131	188	210	B
Catimor	T18122	108	212	B
Caturra	TESTIGO	114	249	B
Sarchimor	T18140	55	313	B
Catuai	TESTIGO	81	546	B
Sarchimor	T18137	15	552	B

6/ Resistencia al CBD

Los dos testigos son susceptibles a 5 cepas del hongo y moderadamente resistente a la cepa de Malawi (cuadro 12). De manera general, esta cepa parece menos agresiva que las demás. Las cepas de Camerún son muy agresivas, y solo T18139 presenta una reacción de moderada susceptibilidad. La variedad T18123 parece tener una resistencia general en contra de las diferentes cepas (salvo las de Camerún). Por fin, se destaca la variedad T18130 con resistencia a la cepa de Kenya.

Cuadro 13: Comparación de las variedades por el coeficiente de susceptibilidad con diferentes cepas. (Fuente Bompard, 1994).

Variedades		675A	732A	KHW1B	042.1A	M2	ZW1
CATUAI	TESTIGO	388	384	336	352	108	319
CATURRA	TESTIGO	400	400	-	216	344	-
Catimor	T18121	344	385	200	60	188	232
Catimor	T18122	396	400	184	256	168	392
Catimor	T18123	188	400	16	28	0	48
Catimor	T18126	264	400	220	128	120	208
Catimor	T18127	388	400	164	352	296	-
Catimor	T18130	400	388	36	364	240	-
Catimor	T18131	-	300	229	300	196	360
Sarchimor	T18137	-	400	152	400	264	376
Sarchimor	T18138	-	300	400	400	400	-
Sarchimor	T18139	334	236	-	390	200	-
Sarchimor	T18140	-	388	-	-	8	-
Sarchimor	T18141	-	400	376	384	-	-

8/ Resistencia a la roya.

En el ensayo MG241, la variedad T18122 se mostró totalmente susceptible a la roya. Las variedades T18127, T18131 y T18137 son en segregación con respectivamente 15, 18 y 12 % de plantas con ataque de roya en el campo.

9/ Relación entre la producción y el nivel de resistencia a la roya y al nematodo *Meloidogyne exigua*.

Tomando en cuenta a posteriori la información de la observación árbol por árbol de la resistencia a los nematodos y a la roya se pueden reinterpretar los datos de productividad del ensayo MG241. Es así que distinguimos 4 grupos:

- grupo 1, resistente a roya y nematodos (T18141, T18130)
- grupo 2, resistente a roya y en segregación por la resistencia a nematodos (T18138, T18123)
- grupo 3, resistente a roya, susceptible a nematodos (T18137, T18121, T18127, T18131, T18139, T18140)
- grupo 4, susceptible a roya y a los nematodos (Catuai, Caturra, T18122).

La análisis estadística según el modelo jerárquico permite evidenciar diferencias altamente significativas entre los cuatro grupos ($F= 6.92$ con 3 grados de libertad, $\alpha= 0.0084$). La comparación de los grupos según una comparación de las medias ajustadas (programa SAS) evidencia tres grupos de medias.

	<i>Producción acumulada (4 Cosechas) en kg de café oro/ha</i>	<i>Prueba de Duncan (0.05)</i>
Grupo 1	17 136	A
Grupo 2	16 794	A B
Grupo 3	15 712	B
Grupo 4	13 720	C

La diferencia entre el grupo resistente a los nematodos y el grupo susceptible (grupo 3) es de 9%. La diferencia entre el grupo 3 resistente a la roya y el grupo 4, susceptible, es de 14%. Por fin la variación entre el grupo 1 y el grupo 4 es del 25%. Hay que notar que las diferencias entre los grupos aparecen realmente a partir de la tercera cosecha.

DISCUSION Y CONCLUSION

Las descendencias derivadas del Híbrido de Timor que fueron probadas en los dos ensayos presentados, se caracterizan por tener, por lo general, una mejor productividad y un mejor vigor que las variedades tradicionales. La granulometría y la tasa de frutos vanos son comparables a los estándares Catuai o Caturra, pero la tasa de caracoles es por lo general más alta, lo que significa que la selección no fue muy fuerte sobre este carácter. De manera general, las selecciones realizadas en Brasil o Colombia, han llevado las variedades en estudio a un nivel agronómico superior o igual a las variedades tradicionales.

En cuanto a la resistencia a *M. exigua*, se confirmó que la resistencia es muy frecuente en los catimores (Morera, 1990 ; Fazuoli y al, 1978), y que es una resistencia que se transmite a sus descendencias. La resistencia a este nematodo es probablemente bajo el control de pocos genes dominantes. Debería ser fácil continuar la selección por la resistencia a partir de las descendencias resistentes o en segregación. Hay que señalar que la resistencia a este nematodo es probablemente específica (Bertrand y al, 1995a). Sin embargo, se debe anotar que la variedad T18141 (C.1669-33) que es altamente resistente en el campo, se reveló también altamente resistente a *M. incognita* (Raza 3) en Brazil, (Gonçalves y al, 1987) o moderadamente resistente a *M. sp* de Guatemala (Anzueto, 1993).

Se evidenció que en estas condiciones, no existe en el campo diferencias de susceptibilidad en cuanto a *Pratylenchus sp.* Por fin, se confirmó que existe una fuente valiosa de resistencia al CBD en los derivados del Híbrido de Timor. La variedad T18123, se destaca por tener una resistencia a 4 cepas. Por sus buenas características agronómicas y de resistencia a las plagas, se destacan las variedades: T18123, T18130, T18141, T18121, T18126, T18138, T17933, T17930, T17939, T17940, T17935, T17937, T17936, T17932.

Los trabajos de Moreno (1989) han demostrado que los orígenes de Híbrido de Timor se caracterizaban por sus diferencias en cuanto a la granulometría y los caracoles. La selección ha sido eficaz por la granulometría y los caracoles, pues no encontramos diferencias entre los testigos y las tres orígenes de Híbrido de Timor, o entre las tres orígenes por estos criterios. De manera general, no se encuentran diferencias, entre las descendencias de los tres progenitores fundadores, por el vigor o la productividad.

Por fin, una análisis en función de los grupos de resistencia muestra, que la hipótesis según la cual, una gran parte de la superioridad de las descendencias derivadas del Híbrido de Timor viene de la resistencia a la roya y a los nematodos, es válida. Se estima que la roya representa una pérdida del 15% (a pesar de dos aplicaciones de cobre al año) mientras la diferencia de producción sería de un 10% entre variedades susceptibles o resistentes, respectivamente a la roya o al *Meloidogyne exigua* en las condiciones del ensayo.

Bibliographie

- Aguilar (G.)- 1995 - Variedad Costa Rica., Convenio Instituto del café de Costa Rica Ministerio de Agricultura y Ganadería, primera edición, San Jose Costa Rica, junio , 30p.
- Anzueto (F.)- 1993 - Etude de la résistance du caféier à *Meloidogyne.sp* et *Pratylenchus.sp*. In Thèse de Docteur Ingénieur, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes , 17 mars 1993, 123 p.
- Bertrand (B.), Anzueto (F.), Peña (M.), Anthony (F.), Eskes (A.B.)- 1995a - Genetic improvement of coffee for the resistance to root-knot nematodes *Meloidogyne.sp* In America Central. In 15 congreso internacional sobre el café, Kyoto, mayo de 1995 , Japon, ASIC (Paris)- (a parecer).
- Bertrand (B.), Vasquez (N.), Decazy (B.)- 1995b- Nature of resistance of coffee at two populations *Meloidogyne.sp* of Costa Rica. In 15 congreso internacional sobre el café, Kyoto, mayo de 1995 -b, Japon, ASIC (Paris)- (a parecer).
- Bettencourt (A.J.), Lopes (J.), Godinho (I.L.)- 1980 - Genetic improvement of coffee. Transfer of factors for resistance to *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. into high yielding cultivars of *coffee arabica* L. , 9ème Coll. Scient. Int. sur le café, ASIC (Paris), London, 647p. .
- Bompard (E.) -1994 - Etude de la diversité génétique et de la variabilité du pouvoir pathogène chez *Colletotrichum coffeanum* Noeck sensu Hindorf. In DESS Technologies du végétal, Université d'Angers , 64 p.
- Cook (R.T.A.) -1973 - Screening coffee plants for CBD resistance. Coffee Res. Found., Annu. Rep., 66-68 pp.
- Fazuoli (L.C.) & Lordello (R.R.A)- 1978 - Resistência de cafeeiros Híbrido do Timor a *Meloidogyne exigua*. Ciencia y Cultura, Suplemento, Brazil, 30,3.
- Gonçalves (W.), Ferraz (L.C.C.B.)-1987- Resistência do cafeeiro a nematóides: II - Testes de progénies e híbridos para *Meloidogyne incognita* raça 3. Nemat.brasielira, vol.XI, 125-142.
- Moreno Ruiz. (G.)-1989 - Etude du polymorphisme de l'Hybride de Timor en vue de l'amélioration du caféier Arabica. In Thèse de Docteur ingénieur, Université de Montpellier, 3oct 1989, 149 p.
- Morera Gonzalez (N)- 1990- Resistencia genetica a nematodos, In IX Simposio regional de mejoramiento de cafe, Managua, Nicaragua, 2-5 oct de 1990.
- Noé (J.P.)- 1985 - Analysis and interpretation of data from metological experiments . In an Advance treatrise on *Meloidogyne.sp*, ed by Barker (K.R.), Sasser (J.N.), Carter (C.C.), North Carolina, State Univ. & Agency Int. Dev., vol 2. 188-196 p.
- Osorio Garcia (F.O.)- 1990- Evaluación de la estabilidad del rendimiento de introducciones en un ensayo regional de café. In Memoria IX reunion regional de mejoramiento de cafe. PROMECAFE/IICA, 2-5 oct. de 1990, Managua, Nicaragua, 14 p.
- Rafinon (A.)- 1994- Etude au champ de la résistance de *Coffea arabica* au nématode à galles *Meloidogyne.sp*. - In mémoire de fin d'études , DESS Elaboration de la production végétale , Univ. Blaise Pascal/ENTTA, 1994, 50p.
- Rodriguez (C.J.), Bettencourt (A.J.)& Rijo (L.)-1975- Races of pathogen and resistance to coffee rust, Annu. Rev. Phytopatol., 13,49.
- Rodriguez (C.J.)- 1992- Pathology & Improvement of coffee for the main diseases. Contract TS2 0259-P de la CEE. In Fifth scientific report, 1st May- 31 october 1992 .
- Van der Vossen (A.M.)- 1985- Coffee selection and breeding , In Coffee, Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Clifford, (M.N.) & Wilson (C.S.), Eds., Croom Helm, Westport, CT, 1985, 48.
- Waluyo (D.J.A.) -1983 - Considerations in breeding for improved yield and quality in arabica coffee (*Coffea arabica*). Doctoral thesis, Wageningen, The Netherlands, 119 p.

Correlações entre o dano de geada e outras características agronômicas em linhagens de café (*Coffea arabica* L).

TUMORU SERA & ANTÔNIO GUERREIRO, Instituto Agronômico do Paraná-IAPAR, Caixa Postal 1331- CEP86001-970 - Londrina, Paraná, Brasil.

RESUMO

A geada de 26 de junho de 1994, considerada a mais severa depois da geada severíssima de 1975, atingiu em Londrina a temperatura mínima de $-1,0^{\circ}\text{C}$ no abrigo meteorológico. Obtiveram-se os dados de dano de geada, vigor vegetativo, ferrugem, precocidade de maturação dos frutos e produtividade num ensaio de 42 linhagens de cafeeiros resistentes a ferrugem, plantadas em 22 de junho de 1990 na Fazenda Couro do Boi no município de Bela Vista do Paraíso. O delineamento estatístico do experimento foi de blocos ao acaso com três repetições e parcela de 6 covas plantadas no espaçamento 3,0 m entre as fileiras e 1,5 m entre as covas de plantio na fileira. As características vigor vegetativo, incidência de ferrugem e precocidade de maturação dos frutos foram avaliadas subjetivamente por notas, em 30 de maio e a produtividade e o dano de geada, em 15 de agosto. As notas de vigor vegetativo variaram de 1 a 10, sendo 10 a nota da planta com maior vigor vegetativo. As notas de ferrugem variaram de 0 a 5, sendo 0, sem nenhum sintoma de ferrugem. A precocidade de maturação dos frutos variou de 1 a 5, sendo 1 super-precocidade. O dano de geada variou de 0 a 10, sendo 0 dano foliar total e 10 sem dano. Houve uma correlação negativa e significativa para o vigor vegetativo, isto é, maior o vigor vegetativo, menor o dano de geada. A produção apresentou correlação positiva e significativa, isto é, quanto maior a produtividade, maior o dano de geada. Houve correlação positiva e significativa entre a incidência de ferrugem e o dano de geada, isto é, quanto mais ferrugem, mais dano de geada. Os resultados sugerem que cafeeiros sem ferrugem, melhor nutrido e mais vigoroso resistem mais as geadas.

1. INTRODUÇÃO

A geada é um dos principais problemas da cafeicultura do estado do Paraná - Brasil. Periodicamente, provoca danos parciais de um ano ou mesmo danos severos que provocam redução na produtividade ao nível de propriedades por até quatro anos.

Para ocorrer o fenômeno da geada, a temperatura da superfície foliar deve estar em torno de $-3,5^{\circ}\text{C}$ (CAMARGO & SALATI, 1966, FERRAZ, 1968; MANETTI F. & CARAMORI, 1986). MANETTI F. & CARAMORI (1986) mostraram que a temperatura de -1°C não provoca dano ao cafeeiro e entre -2°C e -3°C os danos se acentuam com o tempo de exposição. A temperatura no abrigo meteorológico é bem maior que a na superfície foliar. Como exemplos, a geada severíssima de julho de 1975 registrou $-3,5^{\circ}\text{C}$, a geada severa de julho de 1981 registrou $-0,2^{\circ}\text{C}$ e a moderada de junho de 1979 registrou $0,0^{\circ}\text{C}$, todos no abrigo meteorológico

SODERHOLM & GASKINS (1960) mostrou no ensaio de campo em Florida-EUA que as cultivares de café apresentam diferentes graus de dano de geada. CARAMORI & SERA (1978) mostraram que as espécies *C. arabica* e *C. canephora* e seus cultivares diferem no seu comportamento frente a geada de irradiação de $-2,7^{\circ}\text{C}$ no abrigo. Neste trabalho, 'Catuai' sofreu 27% mais dano que 'Acaia', seleções de *C. canephora* sofreram cerca de 40% mais dano que 'Acaia'. Cafeeiros de porte baixo como 'Catuai' são cerca de 20% mais suscetíveis a geada de irradiação do que cafeeiros de porte alto como 'Mundo Novo' (CARAMORI & SERA, 1979). Nas regiões mais frias a maturação dos frutos retarda até 2 meses nas cultivares mais tardias ('Catuai') em relação a mais precoces ('Mundo Novo'), até o fim do inverno, expondo ao risco de perder os frutos verdes do ano, além da perda da produção dos anos subsequentes (SERA, 1979); assim, variedades mais precoces escapam do dano da geada sobre a produção do ano. SIQUEIRA et al (1985) confirmaram a diferença de precocidade de maturação dos frutos em Londrina (isoterma anual de $20,8^{\circ}\text{C}$) entre as cultivares Bourbon Amarelo, Mundo Novo e Catuai. ANDROCIOLI F^o. et al (1986) encontraram que dentre as cultivares de porte baixo, Villalobos, Pache, Villalobos Corriente, Caturra Amarelo e Catuai, houve diferenças significativas, sendo Pache e Villalobos mais resistentes que Catuai e Villalobos Corriente e Caturra Amarelo mais resistentes que Pache e Villalobos. Neste trabalho ficou estabelecido a correlação dano de geada e outras características agrônômicas de $-0,80^{**}$ com a produção, de $-0,66^{**}$ com o porte da planta, de $-0,64^{**}$ com a precocidade de maturação dos frutos. Cafeeiros plantados em solos que receberam calagem e adubação potássica resistiram mais a geada (CHAVES & MANETTI F^o. 1990), sugerindo que um cafeeiro melhor nutrido resiste mais a geadas. BAUER et al (1990) avaliaram em Zimbábue que as cultivares K7, SL28 e K33 são relativamente resistentes e Mundo Novo, intermediários.

O objetivo do presente trabalho é o de estabelecer correlações entre o dano de geada e as características produtividade, dano de ferrugem, vigor vegetativo e a precocidade de maturação dos frutos num ensaio constituído de 42 progênies de cafeeiros em seleção para resistência a ferrugem e que diferem quanto a estas características.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Avaliaram-se os cafeeiros quanto ao dano de geada de junho de 1994 (-1°C no abrigo meteorológico) em experimento de 42 progênies de cafeeiros de arquitetura compacta, já previamente avaliado para o vigor vegetativo, precocidade de maturação dos frutos, dano de ferrugem e produtividade. O experimento foi instalado em junho de 1990 na Fazenda Couro do Boi, município de Bela Vista do Paraíso, Paraná, Brasil, na propriedade do Sr. Ricardo Araujo.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com três repetições e parcela de seis covas. O espaçamento de plantio adotado foi de 3,0 m entre as fileiras e 1,5 m entre as covas de duas plantas cada. Os dados da produção de frutos secos, tanto do primeiro biênio como da última colheita foram obtidos por pesagem e as demais características obtidas por notas subjetivas, por planta.

As notas de vigor vegetativo variaram de 0 a 10, sendo nota 10 vigor vegetativo máximo e 0 planta morta. As notas do dano de ferrugem variaram de 0 a 5, sendo 5 com pústulas de ferrugem bem formadas e distribuídas pelas folhas e pela planta. A precocidade de maturação dos frutos variou de 1 a 5, sendo 5 maturação tardia. As notas do dano de geada variaram de 0 a 10, sendo 0 dano total com planta morta.

Realizaram-se as análises de variância como blocos ao acaso para cada característica. Estimaram-se os coeficientes de correlação entre as características. Obtiveram-se também correlações parciais visando retirar a interferência de outras características específicas.

3. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

A análise de variância como blocos ao acaso para as características produção 93+94, produção 94, dano de ferrugem, dano de geada, precocidade de maturação dos frutos e vigor vegetativo, acusaram significância a 1% de probabilidade

As estimativas de coeficientes de correlação (Tabela 1) indicaram que as características vigor vegetativo e nível de ataque da ferrugem influenciaram na suscetibilidade à geada, como indicado pelo coeficientes de correlação de 0,52** e -0,40**, explicando 27% e 16% dos casos, respectivamente

Tabela 1. Estimativas de coeficiente de correlação da ordem de Pearson

	Ferrugem	Vigor vegetativo	Maturação	Geada
Ferrugem	-----	-0,21(P=0,0001)	0,28(P=0,0001)	-0,40(P=0,0001)
Vigor vegetativo		-----	0,18(P=0,0001)	0,52(P=0,0001)
Maturação			-----	-0,04(P=0,3827)
Geada				-----
				-

A incidência da ferrugem é maior quando a produtividade é maior ($r = 0,33^{**}$), provavelmente pela deficiência ou desequilíbrio nutricional devida ao parasitismo e desfolha.

A produtividade tem alta correlação com o dano da geada, como mostrado por ANDROCIOLI F^o. et al (1986). Neste trabalho não houve correlação simples significativa entre estas características ($r = -0,12$; $P=0,20$). Estimou-se a correlação parcial para diminuir a interferência de outras características. Assim, ao se estimar a correlação parcial considerando-se o vigor vegetativo, acusou significância $r = -0,21^*$, confirmando que plantas com mais produção no ano da geada sofrem maiores danos de geada.

Existe correlação vigor vegetativo e maturação ($r = 0,18^{**}$). Maior o vigor vegetativo, mais tardio é a maturação dos frutos.

incidência da ferrugem influencia no vigor vegetativo e vice-versa ($r = -0,21^{**}$). A incidência de ferrugem, menor o vigor vegetativo. As folhas doentes e a desfolha, prejudicam negativamente a fotossíntese e debilita nutricionalmente a planta. Por outro lado, o vigor vegetativo influencia na incidência da ferrugem porque as folhas mais vigorosas têm menos ferrugem.

A correlação de $-0,40^{**}$ entre a incidência de ferrugem e o dano de geada indica que, quanto maior a ferrugem, maior é o dano da geada, explicando 16% dos casos. A deficiência provocada pelo parasitismo tornando os cafeeiros mais suscetíveis a geada está de acordo com MANETTI F. & CHAVES (1990). Outra explicação pode ser a desfolha que faz com que as folhas dos ramos, especialmente as superiores, deixem de exercer o papel de autorregulação, conservando mais calor no ambiente microclimático da lavoura ou do interior da planta. A combinação de parasitismo da ferrugem e da conseqüente desfolha pode decidir se o dano da geada será moderado ou severo.

O vigor vegetativo influencia no dano de geada do cafeeiro ($r = 0,52^{**}$). O vigor vegetativo é também expressão do estado nutricional do cafeeiro. Cafeeiros mais vigorosos possuem mais carboidratos ao nível do suco celular. Tendo mais matéria seca ou maior teor de açúcares, a temperatura de congelamento precisa ser mais baixa e expor por maior tempo ao frio. Assim, no Norte do Paraná, onde a ocorrência de geada é decidida por diferenças na combinação de temperaturas baixas e tempo de exposição ao frio, a diferença de vigor vegetativo pode ser decisiva na ocorrência ou não de dano severo no cafeeiro.

A precocidade de maturação dos frutos não se correlacionou com o dano de geada neste trabalho. Isso não foi relatado por ANDROCIOLI F. et al (1986), quando se estimou a correlação entre o fator dano de ferrugem influenciando o vigor vegetativo que, por sua vez, influencia a precocidade de maturação, não foi controlado, estimou-se o coeficiente de correlação parcial considerando o vigor vegetativo ($r = -0,15^{**}$) e a ferrugem ($r = 0,09^{*}$) visando diminuir interferência de outras características correlacionadas. Assim, mais tardio a maturação dos frutos, mais suscetível a geada.

Para tomar menos severo o dano da geada, principalmente em cafeeiros adultos, algumas das soluções é o controle químico ou o uso de variedades resistentes a ferrugem com adubação suficiente e equilibrada ou uso de variedades mais vigorosas que têm capacidade de alimentar tanto os frutos como os novos ramos frutíferos. Mas estas variedades explicam no máximo 43% das diferenças, restando ainda outras características como o porte da planta (CARAMORI & SERA, 1979), problemas no sistema radicular do cafeeiro, outras pragas e doenças, ou mesmo sensibilidade ou tolerância foliar a baixas temperaturas na produção e ferrugem, como foi mostrado no trabalho de CARAMORI & SERA (1979).

Entre os materiais genéticos mais promissores estão as seleções IAPAR 89016 e IAPAR 89014 por sua maior produtividade média no ano da geada, maior produtividade no ano sem geada (menor oscilação anual de produção), alto vigor vegetativo e resistência a raças de ferrugem presentes no Paraná. Estes materiais seriam recomendáveis para o plantio em áreas mais quentes, onde a maturação dos frutos torna-se mais precoce e uniforme,

devido a sua maturação mais tardia (IAPAR 89016) ou semelhante (IAPAR 89014) a 'Catuai'; evita-se assim, o dano de geada sobre os frutos verdes do ano. Dentre as mais precoces que escapam da geada sobre os frutos verdes do ano está a seleção IAPAR 89071 que tem produtividade por área semelhante as cultivares comerciais (o diâmetro e a altura da planta é cerca de 25% menor que 'Catuai') e apresenta resistência a maioria das raças de ferrugem existentes no mundo. O fato da produtividade por cova ser menor na progênie Iapar 89071 de 'Sarchimor' não tira o valor agrônomo dela, pois a produtividade por área corrigindo-se o espaçamento seria 25% maior, proporcionando economia na colheita devido a dispensa da escada para a colheita e economia no controle químico da ferrugem que é caro e dependente de vários fatores para ser eficiente, além de permitir escapar da geada do ano sobre os frutos verdes (SERA, 1979).

Tabela 2. As melhores progênies de cafeeiros do ensaio.

Progênie	Produção 93-94 fruto seco Kg/pl	Produção 94 Kg/pl	Geada	Porte da planta	Ferrugem	Vigor vegetativo	Maturação
30 Iapar BF89014 (Icatuai)	1,845	2,998	3,9	Intermed.	1,1(MR)	8,0	3,0 (MT)
9 Iapar BF89016(Icatuai)	1,707	2,097	3,7	Intermed.	0,9 (R)	8,4	4,3 (ST)
18 Iapar F89071 Sarchimor	1,235	0,812	4,6	Pequeno	0,4 (R)	8,5	2,4 (MP)
39. Catuai V. 81	1,853	2,679	1,7	Intermed.	4,7 (S)	7,6	3,7 (T)
41. Catuai V. -81 + Fung.	1,903	2,958	4,3	Intermed.	2,5(MS)	8,2	3,5 (T)

4. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos e pela discussão, as conclusões que podem ser tiradas são as seguintes:

- 1) existe variabilidade para selecionar para maior resistência a geada;
- 2) pode-se selecionar para resistência a geada selecionando-se indiretamente através de características correlacionadas com a resistência a geada;
- 3) a característica mais fácil de trabalhar e com alta correlação é o vigor vegetativo; selecionando-se para maior vigor vegetativo, consegue-se alcançar melhor progresso no melhoramento para resistência a geada;
- 4) a seleção para maturação mais precoce pode contribuir para melhorar a resistência a geada, tanto escapando do dano de geada sobre os frutos verdes do ano como permanecendo no inverno com planta fisiologicamente mais dormente;
- 5) como está correlacionada negativamente com a produção, isto é, maior a produção, mais suscetível a geada, devido a precariedade nutricional no ano de elevada produção dentro do ciclo bienal de produção, a seleção para menor oscilação bienal de produção pode melhorar o nível de resistência a geada;
- 6) a ferrugem é a principal desencadeadora do dano de geada em uma cultivar com o mesmo nível de tolerância a geada; ela torna a planta mais suscetível a geada, induzindo a stress nutricional, reduzindo o vigor vegetativo e tornando o cafeeiro menos enfolhado, tirando a característica de auto-sombreamento do arbusto que armazena calor no interior da copa;
- 7) o dano da ferrugem em cafeeiros novos é baixo; a medida que os cafeeiros tornam-se maiores a vantagem das três cultivares indicadas sobressairão mais. As duas primeiras da Tabela 2 ainda

tem variabilidade para aumentar a produtividade por seleção. As três melhores seleções são as mais produtivas, as mais resistentes a ferrugem, as mais vigorosas e são as que sofreram menores danos de geada.

5. LITERATURA CITADA

ANDROCIOLI F. A.; SIQUERA, R.; CARAMORI, P.H.; PAVAN, M.A.; SERA, T. & SODERHOLM, P.K. Avaliação agrônômica de uma coleção de germoplasma de cafeeiros no estado do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v19, n.11, p.1345-1352, nov 1984.

ANDROCIOLI F. A., SIQUEIRA, R.; CARAMORI, P.H.; PAVAN, M.A.; SERA, T. & SODERHOLM, P.K. Frost injury and performance of coffee at 23°S in Brazil. *Experimental Agriculture*, Cambridge, v 22, p.71-74, jan. 1986.

CAMARGO, A. P. de & SALATI, E. Determinação da temperatura letal de cafeeiro em noite de geada. *Bragantia*, v 25, p LXI-LXIII, 1966.

BAUER, H.; COMPLOJ, A. & BODNER, M. Suscetibility to chilling of some central-African cultivars of *Coffea arabica* *Field Crops Research*, Innsbruck, v.24, n.1-2, p.119-129, 1990

CARAMORI, P. H. & SERA, T.. Avaliação de danos provocados pela geada em diferentes espaçamento e cultivares de cafeeiros. In: 6º Cong. Bras. Pesq. Cafeeiras, 1978. *Anais....Ribeirão Preto Min Ind. Com./ Inst. Bras. Café/Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura*, 1978. 414 p. p.175.

CARAMORI, P. H. & SERA, T.. Influência do porte do cafeeiro no dano provocado por geada. In: 7º Cong. Bras. Pesq. Cafeeiras, 1979. *Anais.....Araxá: Min. Ind. Com./ Inst. Bras. Café/Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura*, 1979. 395p. p.133.

CHAVES, J.C. D. & MANETTI F. J.. Danos de geadas em cafeeiros submetidos a adubação potássica e calagem. In: 16º Cong. Bras. Pesq. Cafeeiras, 1990. *Anais...Espírito Santo do Pinhal: Faculdade de Agronomia e Zootecnia Manoel Carlos Gonçalves/ Instituto Brasileiro do Café*, 1990. 139 p. p.86.

CHAVES, J.C. D. & MANETTI F. J.. Danos de geadas em cafeeiros submetidos a adubação potássica e calagem. In: 16º Cong. Bras. Pesq. Cafeeiras, 1990. *Anais...Espírito Santo do Pinhal: Faculdade de Agronomia e Zootecnia Manoel Carlos Gonçalves/ Instituto Brasileiro do Café*, 1990. 139 p. p.86.

FERRAZ, E.C. Estudos sobre o momento em que a geada danifica as folhas do cafeeiro. Piracicaba, ESALQ, 1968. 59p. Tese Doutorado.

MANETTI F., J. & CARAMORI, P. H.. Desenvolvimento de uma câmara para simulação de temperaturas baixas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 21, n.10, p.1005-1008, out. 1986.

SERA, T. Zoneamento de cultivares de café para o estado do Paraná 1979. In: 7º Cong. Bras. Pesq. Cafeeiras, 1979. Anais... Araxá: Min. Ind. Com./ Inst. Bras. Café/Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura, 1979. 395p. p.135.

SIQUEIRA, R; CARAMORI, P. H. & MANETTI Fº., J. Maturação dos frutos de três cultivares de Cafeeiros em Londrina, Pr.. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.21, p.1373-1379, dez. 1985.

Estudio preliminar de las cualidades organolépticas de la bebida de cuatro genotipos en dos zonas ecológicas de Costa Rica.

Ing. German J. Aguilar Vega*.
Ing. José María Alpizar Saborio*.

Introducción:

El estudio de las cualidades organolépticas de la bebida de café en función de los materiales genéticos es una particularidad fundamental para los criterios de selección, principalmente considerando la amplia competencia del mercado internacional y la preservación de la calidad tradicional del café. En Costa Rica sólo se cultiva la especie *Coffea arabica* L. que da como resultado la bebida del tipo arábico, lo que aunado a factores como las condiciones geográficas y ecológicas favorables, la recolección manual selectiva y el método de procesamiento "beneficiado húmedo", determinan la producción de una bebida de la más alta calidad a nivel mundial.

Actualmente las variedades mejoradas Caturra y Catuai cubren en Costa Rica cerca del 89,9 por ciento del área cafetalera (Icafé, 1995), lo que ha permitido el incremento en la productividad, por sus características de alta capacidad productiva y homogeneidad de las cualidades agronómicas y sobresaliente calidad de la bebida. Es por lo anterior, y bajo el contexto de la liberación de la Variedad Costa Rica 95, como alternativa para el control de la roya, que parte de los estudios se concentraron en determinar las cualidades organolépticas de la bebida a fin de mantener las particularidades del café costarricense.

Revisión de Literatura.

Para la comercialización del café, el análisis de la calidad es un factor determinante y sobre el particular la valorización sensorial de la bebida conocido como catación, se ha convertido históricamente en el método más utilizado para caracterizar las propiedades organolépticas del café (Mora, 1989).

Estas apreciaciones de las calidades comerciales del café no se pueden cuantificar por ser un proceso complejo, por ejemplo en el desarrollo del aroma de la bebida del café en la torrefacción intervienen entre 800 a 900 compuestos aromáticos¹ por lo cual es dificultoso en determinar un proceso de evaluación correlacionable con la calidad y se recurre al criterio subjetivo del "catador", que dependen de su experiencia y competencia, quien a través de los años de entrenamiento agudiza sus sentidos del gusto y del olfato. (Mora, 1989; Valencia, 1992).

Las pruebas organolépticas son realizadas al oler y sorber el individuo la infusión y en el proceso se trata de definir sus calidades como aroma, cuerpo, acidez (Mora, 1989).

La composición química de los granos de café, se deben a factores intrínsecos de la planta (especie y variedad) y/o factores del ambiente (Zuluaga, 1990 y Valencia *et al*, 1992). El Robusta

*Funcionarios ICAFE-MAG, Costa Rica.

¹Comunicación personal, Departamento de Tecnología y Química, Cirad, Francia.

C. canephora exhibe una calidad de bebida inferior y heterógena en relación al *C. arábica*, a su vez se considera que el Híbrido de Timor es un cruce natural entre ambas especies, obliga a realizar pruebas de calidad de la bebida en los derivados del mismo o Catimores (Rodríguez, 1993).

Materiales y métodos.

Muestras de aproximadamente 13,0 kilogramos de café fruta, en el óptimo estadio de maduración de los genotipos descendientes del cruzamiento entre el Caturra y el Híbrido de Timor CIFIC 832/1, con la designación T5175 (Hw26/13), en nivel generacional F4, obtenido por selección masal y la Variedad Costa Rica 95, derivada del T8667 1-1, 2-1 (Hw26/5) en F8, por selección genealógica y los cultivares comerciales Caturra y Catuai, se recolectaron de dos ensayos semicríticos ubicados en Santo Domingo y Barva de Heredia, Costa Rica, las condiciones de ambas localidades, y el tipo de café se detalla en el cuadro 1. Las muestras inmediatamente después de su obtención fueron procesadas en el Centro de Investigaciones en Café (CICAFE), hasta grano verde al 12,0 % de humedad, mediante secado al sol. Submuestras de 750,0 gramos sin preparación o separación por tamaño se remitieron al departamento de catación del Instituto del Café de Costa Rica y a empresas de exportación privadas, para su análisis. Posteriormente a un periodo de almacenamiento de dos meses, se efectuó la valorización de las cualidades de la bebida de las submuestras que se identificaron con un número para evitar predisposición, cerca de 200 gramos se tostaron a 250°C por espacio de 3 a 5 minutos en un tostador marca Jaberz Burns de cuatro tambores, el grado de molienda fue del tipo regular. El mecanismo utilizado para la evaluación cualitativa y para fines comparativos consistió en establecer una escala del 1 al 10, en donde 1 es la inferior calidad y 10 la excelente calidad para la apariencia física, la preparación, el tueste, el aroma, el cuerpo, la acidez y el tipo de taza.

Cuadro 1. Condiciones ambientales, características experimentales y tipo de café de las localidades, las cuales se recolectaron las muestras de café fruta para la evaluación de la calidad de la taza en de cuatro genotipos. Costa Rica, 1995.

localidad	msnm	°C*	mm*	año siembra	al sol	mes recolección	tipo café**
Santo Domingo, Heredia	1179.0	20.5	2240	1993	x	enero 95	S.H.B.
Barva, Heredia	1180.0	22.5	2200	1993	x	diciembre 94	H.B.

*Promedio anual.

**S.H.B.: Strictly Hard Bean.

H.B.: Hard Bean.

Resultados y discusión:

La calidad de la bebida del café obedece por principio de mercado a la demanda de los consumidores por un determinado producto, con características sensoriales establecidas por un

Cuadro 3. Análisis de las variables condicionadas por el procesamiento de muestras de cuatro genotipos obtenidos en Santo Domingo de Heredia.

Cualidad	Catador	Genotipo			
		Caturra	Catuai	V. Costa Rica 95	T5175
Apariencia física	1	4	6	6	5
	2	4	6	6	5
	3	5	7	7	6
Preparación	1	4	6	6	5
	2	5	5	5	5
	3	6	6	6	6
Tueste	1	5	5	6	6
	2	6	6	6	6
	3	6	6	7	7

Al analizar los resultados en relación a la variables sensoriales de aroma, cuerpo, acidez y taza, cuadro 4 y 5, se manifestó similar tendencia que la anterior, al presentar variabilidad entre procedencias y calificar a los materiales genéticos Catimores como superiores en relación al Caturra y Catuai, excepto en acidez.

Cuadro 4. Análisis de variables sensoriales de muestras de cuatro genotipos obtenidos en Barva, Heredia.

Cualidad	Catador	Genotipo			
		Caturra	Catuai	V. Costa Rica 95	T5175
Aroma	1	7	7	7	7
	2	8	7	8	8
	3	8	8	7	7
Cuerpo	1	6	7	8	7
	2	6	7	8	8
	3	7	7	7	7
Acidez	1	6	7	7	7
	2	8	8	6	6
	3	8	8	7	7
Taza	1	7	7	8	7
	2	7	8	8	8
	3	8	8	8	8

grupo, población o país con base a los aspectos de conocimiento y experiencia adquirida a través del tiempo. Este concepto varía inter e intra poblaciones, sin embargo en términos generales, se ubican elementos definidos por las exigencias de los mismos, como cuerpo, acidez y aroma que son valorados por niveles cualitativos de alto, medio, bajo o similares; no en pocas ocasiones se recurre a la comparación o analogías con otros sabores en apariencia similares.

Las cualidades organolépticas de la infusión del café son de difícil análisis, en el contexto cuantitativo, diferentes autores (Mora, 1989; CIRAD, 1993), han pretendido indicar algunas estrategias para la evaluación mediante técnicas y estudios de correlaciones con parámetros químicos medibles, con resultados que no han sido del todo concluyentes. Existe ambigüedad por su parte, de cuales factores se deben de considerar en una catación, a parte del cuerpo, acidez y aroma y de una real definición de los mismos. En el presente estudio preliminar se ha analizado por medio de una escala numérica las observaciones de diferentes catadores para permitir presumiblemente una comparación entre genotipos. Se reconoce que es necesario ajustar una serie de detalles como asignar un valor a cada concepto de evaluación y una escala diferencial para cada una de las cualidades para una posible interpretación estadística.

En el cuadro 2 y 3 se presenta los resultados obtenidos en las variables de apariencia física, preparación y tueste para las muestras de cuatro genotipos recolectados en Santo Domingo y Barva de Heredia. Estas cualidades anteriores a pesar que están sujetas a la clasificación (por densidad) en el procesamiento o beneficiado permiten definir un material genético presumiblemente de mejor presentación y sabor final. Se evidenció diferencias por procedencia del café, las muestras obtenidas de Barva fueron superiores a las seleccionadas en Santo Domingo, de la misma forma, se manifestó similar conducta en los derivados del cruce con el Híbrido de Timor, principalmente la Variedad Costa Rica 95 que los cultivares comerciales Caturra y Catuai.

Cuadro 2. Análisis de variables condicionadas por el procesamiento de muestras de cuatro genotipos obtenidos en Barva de Heredia.

Cualidad	Catador	Genotipo			T5175
		Caturra	Catuai	V. Costa Rica 95	
Apariencia física	1	7	5	8	7
	2	6	6	8	8
	3	7	7	8	8
Preparación	1	7	6	7	7
	2	8	5	7	7
	3	6	5	6	6
Tueste	1	7	6	7	7
	2	7	6	6	6
	3	7	7	8	8

Cuadro 5. Análisis de variables sensoriales muestras de cuatro genotipos obtenidos en Santo Domingo de Heredia..

Cualidad	Catador	Genotipo			
		Caturra	Catuái	V. Costa Rica 95	T5175
Aroma	1	4	6	7	6
	2	5	5	8	7
	3	6	6	7	7
Cuerpo	1	4	6	6	6
	2	5	7	7	7
	3	6	6	7	7
Acidez	1	5	6	7	5
	2	5	6	7	6
	3	5	7	7	5
Taza	1	5	7	7	7
	2	6	8	8	6
	3	5	7	8	8

Literatura consultada:

- ASTUA, G 1983. La elaboración o beneficiado del café. Oficina del café. San José, Costa Rica. 24p.
- ASTUA, G 1990. Control de calidad y catación de café. Instituto del Café de Costa Rica. San José, Costa Rica. 9p.
- CHALFOUN, S *et al.* 1992. Manual de conservação e melhoria da qualidade do café nas fases pré e pós colheita. Empresa de Pesquisa Agropecuária do estado de Minas Gerais. Minas Gerais, Brasil. 44p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS. 1987. Informe agropecuario: Café, Normas e coeficientes técnicos. EPAMIG. Minas Gerais, Brasil. 104p.
- HERNANDEZ, M 1988. Manual Caficultura de Guatemala. Asociación Nacional de Café, ANACAFE. Ciudad de Guatemala, Guatemala. 241-247pp.
- INSTITUTO BRASILEIRO DEL CAFE. 1983. Cultura de Cafe no Brasil. Manual de Recomendaciones. IBC. Rio Janeiro, Brasil. 437-455pp.
- INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA. 1995. Informe anual de labores. ICAFE. San José, Costa Rica. 75p.
- MORA, E. 1989. Tecnología y calidad de café. Informe de capacitación. Programa cooperativo para la protección y modernización de la caficultura, PROMECAFE. Turrialba, Costa Rica. 40p.
- RODRIGUEZ, J. 1990. La resistencia genética a la roya del cafeto. *In:* 50 años de Cenicafé, Conferencias conmemorativas. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Caldas, Colombia. 207-212pp.
- ZULUAGA, J 1990. Los factores que determinan la calidad del café verde. *In:* 50 años de Cenicafé, Conferencias conmemorativas. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Caldas, Colombia. 167-183pp..

EVALUACION FENOTÍPICA Y GENÉTICA PARA LA RESISTENCIA AL NEMATODO *Meloidogyne incognita* EN HIBRIDOS DE *Coffea canephora*

* Ing. M. Sc. Xenia Peña de Morán.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar materiales de *Coffea canephora* resistentes a *Meloidogyne incognita* para la obtención de una variedad de portainjerto y estimar parámetros genéticos para las características relacionadas con la resistencia. Bajo condiciones de invernadero se midió la altura de la planta, peso fresco de la raíz, peso fresco de parte aérea y número de nematodos por planta. Los materiales de "Robusta" evaluados provienen de hibridaciones controladas, bajo un arreglo factorial entre tres genotipos madres y cuatro genotipos padre. Tres meses después de sembrado el material, cada planta fue inoculada con una suspensión de 2000 huevos/planta, cuatro meses después de inoculado se procedió a las evaluaciones. El análisis cualitativo de la resistencia mostró que los mejores híbridos de "Robusta" fueron: [T-3751 (1-2) x T-3761 (2-1) y [T-3755 (1-1) x T-3561 (2-1)] con 78.5% y 60.70% de plantas que están entre inmunes y muy resistentes (escala de Taylor, 1967) contra 0.0% para el testigo "Pacas" de *Coffea arabica* y de 33.91% para el conjunto de la población de *Coffea canephora*.

El análisis genético mostró alta significancia para el efecto de los machos y el efecto de las hembras, pero no para la interacción macho x hembra. El valor estimado para cada una de las características fue el estimado a partir del padre de: $h^2_{NN} = 0.37$, $h^2_{ALT} = 0.61$, $h^2_{PFR} = 0.19$ y $h^2_{PFA} = 0.15$. Las correlaciones genéticas entre las variables evaluadas son altas y negativas, las correlaciones ambientales fueron altas y positivas y las correlaciones fenotípicas fueron inexistentes.

*Coordinadora Programa Mejoramiento Genético y Calidad.
PROCAFE. Tesis M. Sc., Turrialba, Costa Rica. Trabajo presentado en XVII Simposio sobre Caficultura Latinoamericana.

SUMMARY

The purpose of this research was to identify *Coffea canephora* material resistant to *Meloidogyne incognita* in order to obtain a portgraf variety and to determine genetic parameter for resistance related characteristics. The research was conducted in El Salvador with the support of the "Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café" (PROCAFE), utilizing a pure nematode population from the department of Sonsonate, western side of the country. The following parameters were measured under greenhouse condition: plant height (PH), root fresh weight (RFW), aerial part fresh weight (AFW), and number of nematodes in each plant (SQ2). The parameters utilized in order to study the resistance was the reproduction index (IR) Taylor (1967).

The "Robusta" evaluated materials derived from controlled hibridizations under a factorial arrangement between three mother genotypes: T-3561 (2-1), T-3757 (2-2) and T-3757 (2-1) and four father genotypes: T-3751 (1-2), T-3752 (1-3), T-3753 (1-1) and T-3755 (1-1) from CATIE collection. Three months after the material was planted, each plant was inoculated with a suspension of 2000 eggs/plant. The evaluation was conducted four months after the materials inoculation. The inoculum extraction was made liquefying tomato roots with sodium hypochlorite at 0.05% for 40 seconds, passing them through 200 and 500 sieves (Anzueto, 1993).

The qualitative resistance analysis showed that the best "Robusta" families of *Coffea canephora* were: [T-3751 (1-2) x T-3561 (2-1)] and T-3755 (1-1) x T-3561 (2-1) with 78.5% and 60.7% respectively of immune or very resistant plant (scale 0,1 y 2 of Taylor, 1967), against 0.0% of the "Pacas" *Coffea arabica* check and 43.9% of the whole *Coffea canephora* population.

The genetic analysis showed high significance for the effect of males and females, but not for the interaction male x female. There is a higher effect of females over males, due probably to the presence of eventual maternal effects or to a strong selection over one of the parents. Because of the above, the most reliable value in order to estimate the heredabilities of each characteristic was the one obtained from the males, that is: $h^2_{\text{m}} = 0.37$, $h^2_{\text{m}} = 0.61$, $h^2_{\text{m}} = 0.19$ y $h^2_{\text{m}} = 0.15$.

I. INTRODUCCION

En los últimos años la producción se ha visto reducida por varios factores: crisis en el mercado internacional, problemas económico-sociales en países de Centroamérica, factores biológicos; dentro de las plagas los nematodos del género *Meloidogyne spp* y *Pratylenchus spp* surgen como una de las principales amenazas para la producción del café en la región. La lucha química ha sido el método más utilizado pero al mismo tiempo perjudicial por los daños ocasionados al medio ambiente, por lo que el uso de plantas resistentes utilizadas como portainjerto es un método económico, sencillo y compatible con el medio ambiente. La especie *Coffea canephora* variedad "Robusta" se sitúa entre las más sobresalientes por su resistencia. Desafortunadamente esta práctica ha sido orientada a utilizar semilla de "Robusta" obtenida sin ningún control de los padres observándose una gran variabilidad genética que condiciona la resistencia.

Actualmente no hay un trabajo de selección en las plantas sobre las cuales se recoge la semilla y pocos han sido los trabajos realizados en condiciones controladas para la evaluación de *Coffea canephora* como fuente de resistencia.

El objetivo general de esta investigación es la evaluación de descendencias controladas de algunas introducciones de "Robusta" del CATIE por la resistencia a *Meloidogyne incognita* (cepa de El Salvador), para identificar las mejores combinaciones y los mejores progenitores.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 UBICACION

El trabajo se realizó en El Salvador, con el apoyo de la Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café (PROCAFE), en el laboratorio e invernadero de la Fundación, ubicado a 960 msnm en el Departamento de La Libertad. Las condiciones de temperatura en el invernadero fueron de 24°C en promedio y una humedad relativa de 74%.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE DEL NEMATODO *Meloidogyne*

La población de nematodo agallador utilizada en el experimento fue recolectada en la región de Izalco, Depto de Sonsonate a 60 km del Occidente de San Salvador. La determinación taxonómica de la cepa, se llevo a cabo con un estudio morfométrico efectuado con dicha población exitosamente multiplicada, a partir de una sola masa de huevos por técnicos del depto. de Protección Vegetal. Dicho trabajo fue realizado bajo la asesoría del Dr. Nahún Marban de CATIE, Costa Rica, para su posterior identificación. A través de dicho estudio se pudo determinar que la especie recolectada es una cepa de *Meloidogyne incognita*.

2.3 MATERIALES EVALUADOS.

Los materiales evaluados pertenecen a la especie *Coffea canephora* variedad "Robusta", provenientes de la colección del CATIE, en donde en 1991, se realizaron hibridaciones controladas bajo un arreglo factorial entre tres genotipos madres y cuatro genotipos como padre, Bertrand (1992), el testigo utilizado fue el cultivar "Pacas" de la especie *Coffea arabica*, cuadro No. 1.

A continuación se detallan los híbridos, la descripción de los genotipos y procedencia de las introducciones de *Coffea canephora* utilizadas en el trabajo:

Introducción de Turrialba	Descripción de los genotipos (clones)	Procedencia
T-3561 (2-1)	Robusta L-48	Congo Belga
T-3757 (2-2)	Robusta SA-13	Indonesia
T-3755 (1-1)	Robusta BP-46	Indonesia
T-3753 (1-1)	Robusta BP-29	Indonesia
T-3752 (1-3)	Robusta BP-25	Indonesia
T-3751 (1-2)	Robusta BP-4A	Indonesia

CUADRO No 1. FAMILIAS DE "ROBUSTA" Y TESTIGO "PACAS" ESTUDIADOS EN ESTE TRABAJO.

No. DE FAMILIA	DESCRIPCION
1	T-3751 (1-2) x T-3561 (2-1) <i>Coffea canephora</i>
2	T-3752 (1-3) x T-3561 (2-1) <i>Coffea canephora</i>
3	T-3753 (1-1) x T-3561 (2-1) <i>Coffea canephora</i>
4	T-3755 (1-1) x T-3561 (2-1) <i>Coffea canephora</i>
5	T-3751 (1-2) x T-3757 (2-2) <i>Coffea canephora</i>
6	T-3752 (1-3) x T-3757 (2-2) <i>Coffea canephora</i>
7	T-3753 (1-1) x T-3757 (2-2) <i>Coffea canephora</i>
8	T-3755 (1-1) x T-3757 (2-2) <i>Coffea canephora</i>

9	T-3751 (1-2) x T-3757 (2-1)	<i>Coffea canephora</i>
10	T-3752 (1-3) x T-3757 (2-1)	<i>Coffea canephora</i>
11	T-3753 (1-1) x T-3757 (2-1)	<i>Coffea canephora</i>
12	T-3755 (1-1) x T-3757 (2-1)	<i>Coffea canephora</i>
13	TESTIGO "PACAS"	<i>Coffea arabica</i>

2.4 RECUPERACION DEL INOCULO

Para la obtención de la suspensión de huevecillos se utilizaron raíces de tomate infectadas, licuando durante 40 segundos las raíces en una solución de hipoclorito de sodio (NaCl) al 0.05% lo cual permitió recuperar una gran cantidad de huevos y presentó la ventaja de limpiar el inóculo con la desinfección de la superficie del huevo y suavizar el tejido vegetal para extraer los huevecillos, Anzueto (1993). Después se pasó la solución sobre dos tamices de 200 y 500 mesh para recuperar la mayor cantidad de huevecillos en el último tamiz, se procedió a lavar bien con agua para eliminar el exceso de cloro; el tiempo de procesado del material no sobrepasó de los cuatro minutos (licuado y tamizado), esto se hizo con el propósito de que el hipoclorito no dañara la superficie del huevo y obtener un inóculo viable.

2.5 INOCULACIÓN Y CANTIDAD DE INOCULO

Cuando las plantas llegaron al estado de "palito de fósforo" (tres meses después de sembradas) fueron trasplantadas a macetas y transcurridos 15 días del trasplante se procedió a la inoculación. Cada planta fue inoculada con 2000 huevos+J2 por planta cerca de las raíces de las plantitas para que la suspensión penetrara, Anzueto (1993). El substrato utilizado fue una mezcla de arena y tierra en proporción de 1:1 para la cual se esterilizó con calor y bromuro de metilo.

2.6 VARIABLES MEDIDAS

La evaluación se realizó 4 meses después de inoculado el material, a excepción de la variable altura de la planta (ALT), en la que se hizo una lectura a los 3 y 4 meses después de inoculadas las plántulas. Las variables medidas fueron:

- peso fresco de la parte aérea (PFA) en gr.
- peso fresco de la parte radical (PFR) en gr.
- número de nematodos por planta (NN)
- altura de la planta (a 3 y 4 meses después de inoculado) en cm.

2.7 ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA RESISTENCIA.

Clásicamente en los estudios de resistencia a nematodos se hace un análisis cualitativo según escalas propuestas por Taylor (1967) y Taylor y Sasser (1973). En este caso, este tipo de escala permite detectar sencillamente las mejores combinaciones, en este caso los híbridos fueron creados siguiendo un plano de cruzamiento donde se puede hacer este análisis cualitativo en función de las hembras y de los machos.

Los híbridos de "Robusta" (*Coffea canephora*) fueron clasificados por su resistencia de acuerdo a la escala de Taylor (1967), el criterio utilizado para esta clasificación cualitativa fue el índice de reproducción del nematodo (IR) :

0 = no se reprodujo: inmune = I

1 = menor de 1% : altamente resistente = HR

2 = 1-10% : muy resistente = MR

3 = 10-25% : moderadamente resistente = MMR

4 = 25-50% : ligeramente resistente = LR

5 = mayor de 50%: susceptible = S (tasa de reproducción normal del nematodo)

2.8 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA RESISTENCIA

2.8.1 TRANSFORMACIÓN DE LOS DATOS PARA LA VARIABLE NUMERO DE NEMATODOS.

Después de un examen de la distribución de las variables estudiadas, se observó que únicamente la variable "número de nematodos" no sigue una distribución normal, por lo que se procedió hacer una transformación de los datos. Este tipo de transformación es común en trabajos de nematología (Noe, 1985), se utilizó la transformación $10/\sqrt{\text{nem}+0.5}$.

2.8.2 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA HÍBRIDOS DE "ROBUSTA" Y TESTIGO "PACAS".

Se realizó un análisis de varianza para observar el comportamiento de los híbridos y el testigo con respecto a las variables evaluadas (SQ2, ALT, PFR y PFA), empleando un diseño de bloques al azar, con 6 bloques, 13 tratamientos (12 híbridos de "Robusta" (*Coffea canephora*) y 1 testigo del cultivar "Pacas" (*Coffea arabica*) y 4 plantas por tratamiento y por bloque. Además se realizó una prueba de Duncan para comparar los tratamientos.

2.8.3 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS GENÉTICOS

Los datos para la estimación de los parámetros genéticos fueron generados a partir de las pruebas nematológicas, el análisis estadístico se realizó con un programa llamado OPEP, desarrollado por el INRA (Instituto National de la Recherche Agronomique, Francia), especialmente para los problemas de selección en plantas. OPEP permite el análisis de arreglos incompletos y desequilibrados desequilibrados, analiza los ensayos multivariados, en este caso se realizó un ajuste de los bloques (para no considerar este efecto).

Las familias ya presentados (cuadro No. 1) se distribuyen según un arreglo factorial como se indica en el cuadro No. 2, llamado diseño de Carolina del Norte II, con 6 bloques, 12 tratamientos (híbridos de "Robusta" de *Coffea canephora*) y 4 plantas por tratamiento.

CUADRO No 2. DISEÑO DE CRUZAMIENTO

	T-3561 (2-1)	T-3757 (2-1)	T-3757 (2-2)
T-3751 (1-2)	X	X	X
T-3752 (1-3)	X	X	X
T-3753 (1-1)	X	X	X
T-3755 (1-1)	X	X	X

El modelo biométrico para caracterizar la expresión fenotípica individual es el siguiente (después de un ajuste del factor bloque):

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + M_j + HM_{ij} + B_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = observación sobre SQ2, PFR, PFA y ALT de la k-ésima progenie de la combinación ij.

μ = media general de la familia

H_i = efecto aleatorio de la i-ésima genotipo de la hembra, $i=1,2,3$

M_j = efecto aleatorio del j-ésimo genotipo del macho, $j=1,2,3,4$

HM_{ij} = efecto aleatorio de la interacción o combinación particular de los individuos i con j

B_{ijk} = efecto del bloque, común a todos los individuos

ϵ_{ijk} = efecto aleatorio del error con media cero y varianza σ_e asociado con cada registro

El análisis de varianza correspondiente a este modelo es el siguiente:

F.V.	CM	ESPERANZAS
MACHOS	CM_m	$\sigma^2_e + K_1\sigma^2_{mach} + K_2\sigma^2_m$
HEMBRAS	CM_h	$\sigma^2_e + K_2\sigma^2_{mach} + K_3\sigma^2_h$
MACHOS*HEMBRAS	CM_{mach}	$\sigma^2_e + K_1\sigma^2_{mach}$
DENTRO DE FAMILIA	CM_e	σ^2_e

La significancia de los cuadrados medios (CM) es probada en relación con el cuadrado medio de la interacción (CM_{mach}) para los factores aleatorios machos y hembras, y en relación con el cuadrado medio de la residual (CM_e) para la interacción.

A) PARÁMETROS GENÉTICOS

Los componentes de varianza procedentes del experimento factorial en donde cada combinación produce un grupo de plantas con una relación familiar de hermanos completos, se interpretan así: (Eso vale en ausencia de consanguinidad de los padres). Si no hay efectos recíprocos, σ^2_e y σ^2_m dan dos estimaciones de la covarianza entre medios hermanos,

$$\text{Cov HS} = \sigma^2_e = \sigma^2_m = \frac{1}{4}\sigma^2_e + M^{**}$$

** M = efectos maternos, pero no se conoce en la literatura de café para la resistencia a los nematodos.

La covarianza entre hermanos completos se puede escribir así (Gallais, 1990):

$$\begin{aligned} \text{Cov } P_{\text{m}} P_{\text{f}} &= \text{Cov FS} = \sigma^2_{\text{a}} + \sigma^2_{\text{d}} + \sigma^2_{\text{e}} \\ &= 2 \text{Cov HS} + \sigma^2_{\text{e}} \end{aligned}$$

resulta: $\sigma^2_{\text{e}} = \text{Cov FS} - 2 \text{Cov HS} = \frac{1}{4} \sigma^2_{\text{a}} + \delta$

δ = efectos de interacción (aditivos x epistasis, epistasis, aditivo x dominancia)

y $\sigma^2_{\text{a}} = 4 \sigma^2_{\text{e}}$

La varianza aditiva se puede estimar a partir de los efectos machos o hembras. Se puede estimar entonces dos heredabilidades *sensu stricto*, (para las características de SQ2, PFR, PFA y ALT) una en relación con las hembras, y la otra en relación con los machos, según la fórmula:

$$h^2_{\text{m}} = \frac{4\sigma^2_{\text{e}}}{\sigma^2_{\text{p}}} \quad ; \quad h^2_{\text{h}} = \frac{4\sigma^2_{\text{e}}}{\sigma^2_{\text{p}}}$$

y la

$$\sigma^2_{\text{p}} = \sigma^2_{\text{a}} + \sigma^2_{\text{mch}} + \sigma^2_{\text{m}} + \sigma^2_{\text{h}}$$

B) CORRELACIONES ENTRE CARACTERÍSTICAS

Se calcularon las correlaciones fenotípicas entre características. El estudio de las correlaciones genéticas completa el estudio de las correlaciones fenotípicas para conocer las relaciones de orden genético entre características.

Gallais (1990), define tres causas posibles a las correlaciones genéticas:

- la pleiotropía (efecto de un gen sobre varias características).
- el ligamento genético ("linkage"), asociación de genes debido a su presencia sobre el mismo cromosoma.
- el desequilibrio aleatorio de ligamento, que se define como la diferencia observada entre la frecuencia observada de diferentes tipos de gametos y la frecuencia esperada en la hipótesis de independencia de los genes.

La estimación de las correlaciones genéticas, t_g y ambiental t_e , se hizo a partir de la estimación de las varianzas y covarianzas genéticas y ambientales, provenientes del análisis de varianza multivariado. La estimación de las covarianzas genéticas y ambientales resultan del análisis de la suma de productos (SP) descompuesto de manera igual que los cuadrados medios (CM). Así para dos características (1) y (2):

$$t_g = \frac{I_{12}}{T_1 T_2} \qquad t_e = \frac{I_{12}}{T_1 T_2}$$

En el caso del arreglo factorial tenemos una estimación a través de hermanos completos:

$$t_g = \frac{Cov_{12} + Cov_{21}}{\sqrt{(\sigma^2_{1g} + \sigma^2_{1e})(\sigma^2_{2g} + \sigma^2_{2e})}}$$

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 ANALISIS CUALITATIVO DE LA RESISTENCIA

Los híbridos de Robusta fueron clasificados por el IR bajo la escala de Taylor (1967). Las familias que se encontraron muy resistentes en nuestro trabajo son también señaladas como muy resistentes en los trabajos de Anzueto 1993 (con *Meloidogyne spp.* cepa de Guatemala y de Brasil), Fazuoli 1988 (*Meloidogyne incognita*), Morera 1990 (*Meloidogyne exigua*) y Calderon 1989 (*Meloidogyne arabicida*) como se muestra en el cuadro siguiente:

Introducción de <i>C. canephora</i>	Anzueto 1993		Morera 1990	Fazuoli 1988	Calderon 1989
	<i>M. spp</i> Guat.	<i>M. spp</i> Bras.	<i>M. exigua</i>	<i>M. incognita</i>	<i>M. arabicida</i>
T-3561 (2-1)
T-3751 (1-2)	.	.			
T-3757 (2-1)					.
T-3757 (2-2)			.		

Lo anterior muestra que existe la misma variabilidad genética frente a dichos nematodos, esto sugiere que la resistencia podría ser general para todo el género de los *Meloidogyne*, es decir que se trata de los mismos genes de resistencia.

Así las familias 1 [T-3751 (1-2) x T-3561 (2-1)] y 4 [T-3755 (1-1) x T-3561 (2-1)] del cuadro No. 3, presentan porcentajes de 50% y 46.4% 78.5% y 60.7% de plantas que están entre inmunes y altamente resistentes (escala 0 y 1 de Taylor, 1967). Por otra parte, la distribución de las plantas en las diferentes clases de la escala de resistencia utilizada permiten hacer la hipótesis de un sistema de genes múltiples y a efectos débiles; esto permite hacer un análisis cuantitativo de la resistencia.

Cuadro No. 4 Evaluación de híbridos de *Coffea canephora* y Testigo Pacas en contra de *Meloidogyne incognita* (población de El Salvador).

Familias	Escala de Resistencia según Taylor (1967)						Plantas %
	0 I	1 AR	2 MR	3 MNR	4 LR	5 S	
1	11 39.29	3 10.71	8 28.57	2 7.14	1 3.6	3 10.7	28 100.00
2	10 35.71	0 0.0	5 17.9	2 7.14	7 25.0	4 14.3	28 100.00
3	5 17.9	3 10.71	7 25.0	4 14.3	2 7.14	7 25.0	28 100.00
4	11 39.3	2 7.1	4 14.3	5 17.9	1 3.6	5 17.9	28 100.00
5	6 22.2	3 11.11	4 14.81	1 3.7	4 14.81	9 33.33	27 100.00
6	0 0.0	0 0.0	6 26.1	5 21.70	2 8.70	10 43.5	23 100.00
7	0 0.0	0 0.0	0 0.0	6 22.22	8 29.63	13 48.15	27 100.00
8	1 3.85	0 0.0	0 0.0	2 7.7	4 15.4	19 73.1	26 100.00
9	6 21.4	1 3.6	10 35.7	3 10.7	4 14.3	4 14.3	28 100.00
10	0 0.0	0 0.0	2 7.4	7 25.9	2 7.4	16 59.3	27 100.00
11	1 4.3	0 0.0	3 13.0	2 8.7	2 8.7	15 65.2	23 100.00
12	0 0.0	1 3.6	4 14.3	2 7.14	6 21.43	15 53.57	28 100.0
Testigo	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	5 20.83	19 79.17	24 100.0
Total	51	13	53	41	48	139	345
Total %	14.78	3.77	15.36	11.88	13.91	40.3	100.00

3.2 ANALISIS CUANTITATIVO DE LA RESISTENCIA

El análisis de varianza muestra diferencias significativas para las familias de "Robusta" (*Coffea canephora*) con respecto al testigo "Pacas" (*Coffea arabica*) y la prueba de Duncan (figura No. 1) señala que existen tres grupos de plantas "a", "b" y "c", en los grupos "b" y "c" se encuentran plantas desde inmunes hasta muy resistentes (escala 0, 1 y 2 de Taylor 1967) y el grupo "a" plantas con pobre resistencia en donde se ubica el testigo.

Dentro del grupo "c", se destaca el híbrido 1 [T-3561 (2-1) x T-3751 (1-2)] donde presentó menor número de nematodos con respecto a los demás híbridos, seguido de los híbridos 4, 2, 9 y 3 estadísticamente iguales entre sí; es de señalar que estos híbridos tienen como uno de sus progenitores a T-3561 (2-1), este cultivar proviene de un proceso de selección en contra de *Meloidogyne spp* cepas de Brasil, y forma parte de la variedad portainjerto "Apoata" (Goncalvez y Ferraz, 1987); por otra parte T-3751 (1-2) ha sido evaluado para la resistencia en trabajos anteriores: Anzueto, 1993 (*Meloidogyne spp* cepa de Brasil y Guatemala), Morera, 1990 (*Meloidogyne exigua* cepa de Costa Rica), Fazuoli, 1988 (*Meloidogyne incognita* cepa de Brasil) y Calderón 1989 (*Meloidogyne arabicida*), donde mostró alta resistencia frente a dichos nematodos.

Con respecto a la altura (ALT), peso fresco de la parte aérea (PFA) y el peso fresco de la raíz (PFR) la prueba de Duncan mostró que todos los híbridos de "Robusta" fueron significativamente diferentes con respecto al testigo "Pacas", así también existieron diferencias significativas entre los híbridos, confirmando los resultados presentados en el análisis cualitativo.

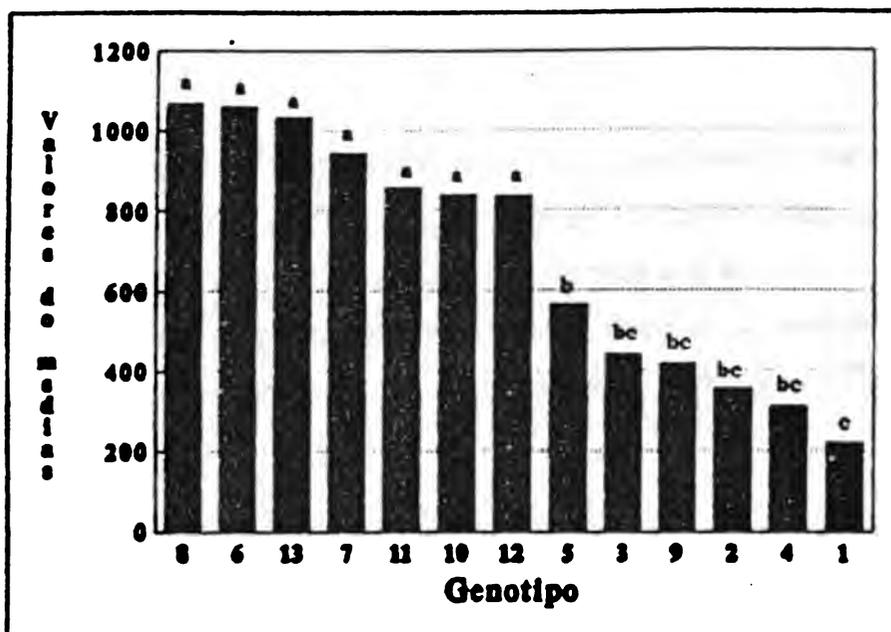


Figura 1. Número de nematodos por sistema radical (SQ2) en híbridos de "Robusta" y Testigo "Pacas" inoculados con *Meloidogyne incognita*

3.3 ESTIMACION DE PARAMETROS GENETICOS

El análisis del arreglo factorial (diseño de Carolina del Norte II) muestra un mayor efecto de las hembras en relación con el efecto de los machos para todas las características consideradas en el análisis a excepción del PFR. Este efecto puede interpretarse de dos formas:

- presencia de efectos maternos, este viene de una herencia citoplasmática, este hecho no está reportado en la literatura en lo que se refiere a café y específicamente para la resistencia a los nematodos.
- desequilibrio de ligamiento ocasionado por la selección efectuada sobre la madre T-3561 (1-2) que fue sometida a una fuerte selección en Brasil (Fazuoli, 1988) lo que modificaría grandemente la estimación de los efectos de las hembras.

A) HEREDABILIDADES Y CORRELACIONES GENÉTICAS

Del cuadro N.º. 4 se conoce que la correlación genética (r_g) de la variable SQ2 con respecto a las demás son altas y negativas: -0.603, -0.826 y -0.975 respectivamente. La ALT guarda una correlación positiva y muy grande con las variables vegetativas PFR y PFA de 0.658 y 0.96 respectivamente y el PFR está altamente correlacionado con PFA en 0.978.

Con respecto a las correlaciones ambientales (r_a) la variable SQ2 con ALT y PFR muestran valores positivos y altos de 0.656 y 0.664, y valores bajos pero positivos con el PFA, lo que significa que la expresión de los genes varía considerablemente en función del ambiente.

En cuanto a las correlaciones fenotípicas (r_f) son bajas y negativas entre el SQ2 y las demás características. Debido a que las correlaciones genéticas y ambientales se oponen, las correlaciones fenotípicas son muy bajas.

Sin embargo hay que subrayar que las correlaciones genéticas pueden estar sobreestimadas debido a un efecto recíproco, que podía ser atribuido a un efecto maternal (Mariotti, 1987).

Cuadro No. 4. Correlaciones Genéticas, Ambientales y Fenotípicas Totales para SQ2, PFR, PFA y ALT.

	r_g			r_a			r_f		
	ALT	PFR	PFA	ALT	PFR	PFA	ALT	PFR	PFA
SQ2	-0.603	-0.826	-0.975	0.656	0.664	0.272	-0.127	-0.015	0.150
ALT		0.658	0.960		0.502	0.180		0.545	0.40
PFR			0.978			0.337			0.471

Cuadro No. 5 Heredabilidades y porcentaje de la varianza aditiva para las características SQ2, ALT, PFR y PFA

VARIABLES	h^2_m	% σ^2_a
SQ2	0.37	98.0
ALT	0.61	97.4
PFR	0.19	62.0
PFA	0.15	95.0

Las heredabilidades para las características SQ2, ALT, PFR, PFA se presentan en el cuadro No. 5, Leroy (1993) considera que heredabilidades de 0.30 a 0.50 pueden ser consideradas elevadas y heredabilidades mayores de 0.50 como muy elevadas.

La heredabilidad para la resistencia (0.37) puede considerarse muy fuerte, eso significa que puede hacerse una selección a partir del valor fenotípico de una planta para predecir el valor de sus descendientes.

El alto valor de la varianza de aditividad (cuadro No. 5) principalmente para SQ2 y la pequeña varianza de dominancia significan que la transmisión es esencialmente aditiva, lo que permite afirmar que el progreso genético será rápido en caso de un seguimiento en varios ciclos de selección.

3.5 CONSIDERACIONES SOBRE LA LIBERACIÓN DE UNA VARIEDAD DE PORTAINJERTO DE Coffea canephora.

Si se toma esta primera experiencia como un primer ciclo de selección, parece factible una primera salida varietal. El valor del progreso fenotípico es alto, la liberación de la mejor combinación permitiría un progreso real de resistencia.

La liberación de una variedad a nivel regional resistente a un solo nematodo podría ser peligrosa, varios ejemplos reportados en la literatura muestran que los nematodos en un mismo campo compiten entre ellos, (Luc, 1985; Young, 1992). La liberación de una variedad portainjerto será factible si se reúnen las condiciones siguientes:

- resistencia de tipo parcial (y/o poligénica)
- resistencia a muchos tipos de nematodos
- acompañar la liberación de una variedad de una lucha integrada.

De acuerdo a datos de otros autores Anzueto (1993), Morera (1990), Calderón (1989) y Fazuoli (1988) los resultados hacen pensar que la segunda condición existe, también se supone con pocas dudas que la resistencia es de tipo poligénica para Meloidogyne spp. y Pratylenchus (Anzueto, 1993) y para Meloidogyne incognita (por este trabajo).

3.5 PERSPECTIVAS DE SELECCIÓN DE Coffea canephora EN CONTRA DE Meloidogyne incognita.

De los resultados obtenidos, parece posible incrementar el nivel de resistencia en otros ciclos de selección, se presentan tres tipos de esquemas de selección.

Cada esquema tiene sus ventajas y sus desventajas, la selección familiar de medios hermanos tiene varias ventajas. El hecho de disponer de familias permite realizar dispositivos de pruebas con repeticiones en diferentes lugares y contra diferentes nematodos.

La selección familiar de hermanos completos es aún más eficaz. Sin embargo el hecho de polinización manuales reduce considerablemente el número de plantas disponibles para los ensayos, en definitiva es un método mucho más costoso.

En una selección combinada individuo-familia el progreso genético en este caso proviene de la selección entre familia y de la selección intrafamilia, la ganancia genética es más alta. Sin embargo en este último caso el riesgo es de desarrollar rápidamente demasiada consanguinidad y una pérdida de variabilidad.

Para impedir esto se deberá imponer un número máximo de individuos de cada familia. Por consiguiente se recomendará una selección familiar de medios hermanos.

3.5.1 MULTIPLICACIÓN DE UNA VARIEDAD PORTAINJERTO.

Se prevee liberar la variedad en forma de semilla, esto presenta varias ventajas:

- existe una técnica de injertación hipocotiledonaria que funciona bien en Guatemala, Reyna (1964), El Salvador, Abrego (1965) y que puede desarrollarse en los demás países
- el costo de las semilla es barato
- el costo de la técnica, también lo es, Villain (1992).

La producción se hará multiplicando vegetativamente los padres más resistentes (multiplicación clonal) para obtener campos de semilla.

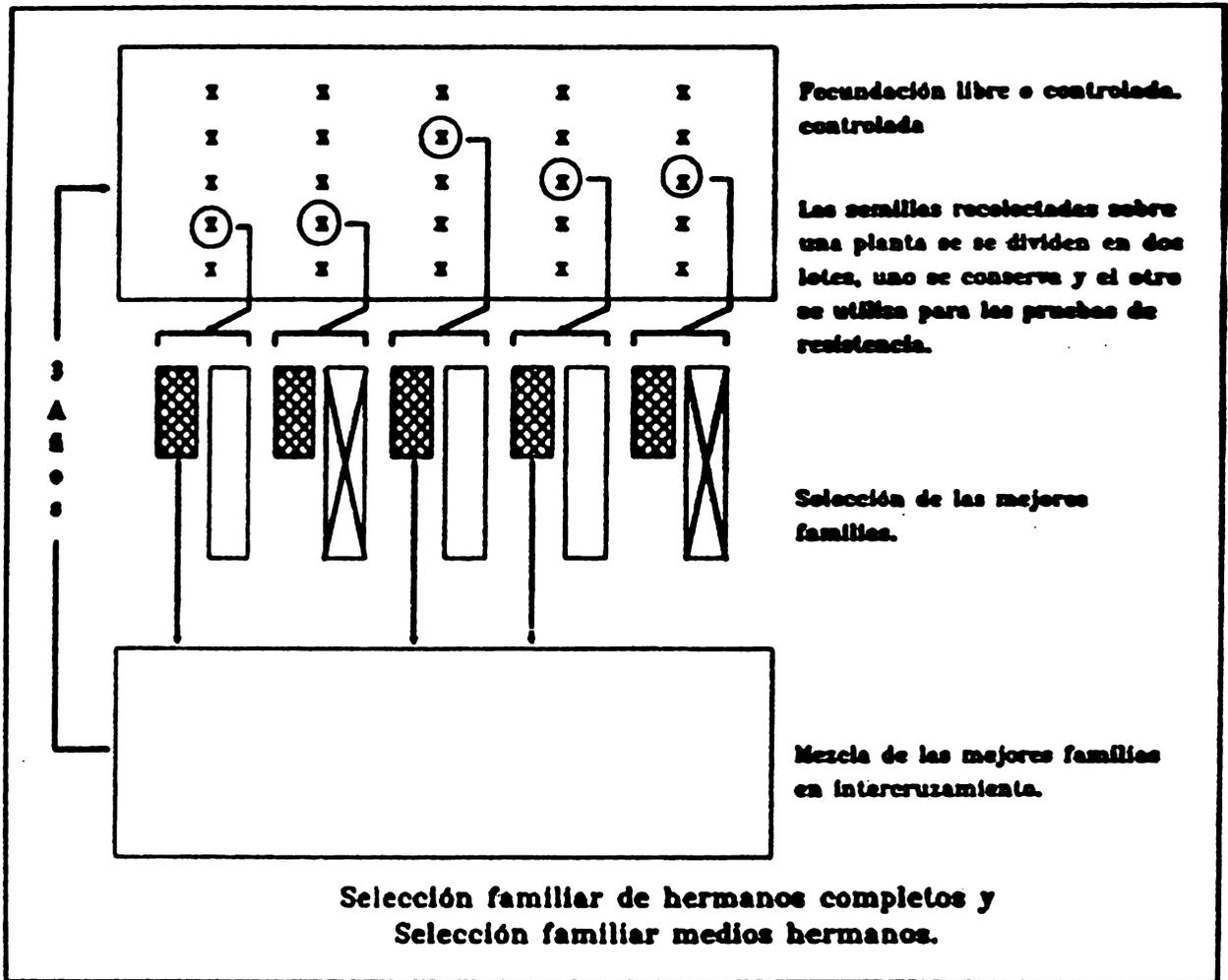


Figura 3. Selección Familiar de Hermanos Completos y Medios

Hermanos.

BIBLIOGRAFÍA

- ABREGO, L.; TARJAN, A. 1972. Reconocimiento de nematodos de importancia económica en El Salvador. Santa Tecla, Salv. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. Boletín Informativo. Suplemento No. 105. 24 p.
- ANZUETO, F. 1993. Etude de la resistance du cafeier (*Coffea* sp) a *Meloidogyne* sp et *Pratylenchus* sp. These de Docteur. Montpellier, Fr., Ecole Nationale Superieure Agronomique de Rennes, IRCC-CIRAD.
- BERTRAND, B. 1992. PROMECAFE.
- CALDERON, V.M. 1989. Reacción de diferentes genotipos de café a *Coffea arabicida* Lopez y Salazar (1989), gama de hospedantes y hongos fitopatógenos asociados. Tesis M. Sc. Turrialba, C. R., CATIE. 71 p.
- FAZUOLI, L.C. 1988. La respuesta del Brasil a los problemas nematológicos en el cultivo del café. In. XI Simposio de Caficultura Latinoamericana. San Salvador, Salv., IICA-PROMECAFE. p. 5-8.
- GALLAIS, A. 1990. Theorie de la Selection en amelioration des plantes. Editori Masson. Paris, France. 588 p.
- GONCALVES, W.; FAZUOLI, L.C. 1987. Resistencia do cafeeiro a nematoides. II Testes de progenies e híbridos para *Meloidogyne incognita* raza 3. Nematología Brasileira (Bra.). 11:125-142.
- LEROY, T. 1993. Diversite, parametres genetiquea et ameliotion par selection recurrente reciproque du cafeier *Coffea canephora* P. L'ecole Nationale Superieure Agronomique de Rennes. These de Docteur de L'ensar. France. 147 p.
- LUC, M. et REVERSAT, G. 1985. Possibilites et limites des solutions genetique aux affections provoques par les nematodes sur les cultures tropicales. Acad. Agri. de France. 71 No. 7, pp 781-791.

MARIOTI, J.A. 1987. **Fundamentos de genética biométrica: aplicaciones al mejoramiento genético vegetal.** Washington, D.C. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 152 p.

MORERA, N.M. 1990. **Metodología para evaluar la resistencia del café a *Meloidogyne exigua*.** In: IX Reunión Regional de Mejoramiento de Café. (Managua, Nic., IICA-PROMECAFE. p. 27

NOE, J.P. 1985. **Analysis and interpretation of data from nematological experiments.** In: **An Advanced Treatise on *Meloidogyne*.** Edited by K.R. Barker, C.C. Carter and J.N. Sasser. Vol II. 188-196 p.

REYNA, E.H. 1968. **Nuevo Método para injertar cafetos.** Agricultura de las Américas (EUA). vol 17:3-4.

TAYLOR, A.L. & SASSER, J.N. 1983. **Biología, Identificación y Control de los nematodos del nódulo de la raíz.** Raleigh, N.C. International Meloidogyne Project. 111 p.

TAYLOR, A. L. 1967. **Introduction to Research on Plant Nematology.** No. PL:CP/5. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italy. 135p.

VILLAIN, L.; LICARDIE, D. 1993. **Evaluación de tres nematocidas y la práctica del injerto hipocotiledonar en el control de *Pratylenchus spp.*** In: Resúmenes XVI Simposio de Caficultura Latinoamericana. Managua, Nicaragua 26-29 Octubre.

YOUNG, L.D. 1992. **Problems and Strategies Associated with long-term use of nematode resistant cultivars.** Journal of Nematology, 24 (2):228-238.

DESARROLLO DE UNA VARIEDAD PORTA-INJERTO RESISTENTE

A LOS PRINCIPALES NEMATODOS DE AMERICA CENTRAL

F. ANZUETO [†], B. BERTRAND^{**}, M. PEÑA^{***}, N. MARRAN-MENDOZA^{****}, L. VILLAIN^{**}

* ANACAFE, Guatemala. ** CIRAD/PROMECAFE.

*** PROCAFE, El Salvador. **** CATIE, Costa Rica.

1 - INTRODUCCION

Los nemátodos son reconocidos actualmente como uno de los principales problemas parasitarios del cafeto en Centroamérica, su presencia en el cultivo fue señalada en la región desde 1935 (Alvarado, Bulow), sin embargo es hasta los últimos años que se ha aceptado la importancia de las pérdidas que ellos provocan.

Aún cuando no se tenga información precisa sobre su impacto económico, las pérdidas pueden estimarse en un rango de 15 a 25 % de la producción. Dentro de los países más afectados están Guatemala, El Salvador, Nicaragua y México. En Costa Rica las áreas con daños serios están más o menos delimitadas. En Honduras se reportan algunas fincas con nemátodos sin considerarse que esto sea preocupante al momento. En República Dominicana se reporta la presencia de nemátodos en varias zonas con potencial de daño, el caso de Jamaica no es bien conocido.

Los géneros de nemátodos predominantes en la región son Meloidogyne spp. y Pratylenchus spp. Los Meloidogyne son representados por varias especies que muestran niveles de agresividad variables entre ellas. En Guatemala, El Salvador y México predominan especies particularmente "agresivas" sobre el cafeto, mientras que en Costa Rica estaría más difundida Meloidogyne exigua que parece ser menos agresiva en campo.

El tratamiento químico ha sido el método privilegiado para el control de los nemátodos, sin embargo este sistema empieza a cuestionarse por diversas razones : - su costo elevado, - eficacia puntual y rápida metabolización que permite en el corto plazo una recolonización del suelo por los nemátodos, - aplicación relativamente peligrosa y, - riesgo de residuos en el grano.

La resistencia genética se presenta como una de las alternativas más eficaces y económicas para el control de los nemátodos. En este sentido, la selección de Robustas para porta-injertos se plantea como la principal línea de trabajo. Este artículo describe las diferentes etapas de investigación que permitieron el desarrollo de una nueva variedad porta-injertos.

2 - DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA

Trabajos realizados en Centroamérica hace más de treinta años dieron indicios sobre la tolerancia y/o resistencia del café "Robusta" (C. canephora) a los nemátodos. Esto propició en Guatemala el desarrollo del injerto hipocotiledonar denominado método "Reyna", técnica realizada en escala comercial y que ha demostrado en términos prácticos una buena respuesta. El nemátodo más extendido en ese país es Pratylenchus, al respecto diversas observaciones de campo e investigaciones (Anzueto, 1993 ; Villain et. al., 1994) indican que los "Robustas" presentan generalmente un buen nivel de tolerancia a este nemátodo, lo que explicaría en parte los resultados obtenidos a pesar que se han utilizado Robustas sin selección.

En el caso de Pratylenchus y Robusta estaríamos frente a un mecanismo de tolerancia que describe los daños provocados a la planta, en términos de reducción del crecimiento vegetativo o de su rendimiento. Con una infestación de nemátodos baja o media un genotipo tolerante podría expresar la totalidad de su rendimiento, o una mínima reducción del mismo (Cook & Evans, 1987). En la expresión de tolerancia además del vigor genético, propio de algunas especies o cultivares, intervienen otros factores como edad y estado fisiológico de la planta, cantidad de nemátodos, patogenicidad de la población. En vivero la presencia de Pratylenchus en niveles altos anularía la tolerancia de las plantas jóvenes injertadas.

Las investigaciones del Brasil con Robusta y M. incognita mostraron una respuesta variable -con altos porcentajes de plantas susceptibles- en la mayor parte de descendencias estudiadas. En los primeros trabajos de PROMECAFE (Costa Rica) se observó que casi todas las descendencias de Robusta eran resistentes a poblaciones locales de Meloidogyne spp. (Morera, 1986; Avendaño, 1987; Calderón, 1989). Cook y Evans (1987) definen el concepto de resistencia como la habilidad del huésped para impedir el desarrollo y reproducción del nemátodo. Un genotipo resistente no permite ninguna, o solamente una mínima reproducción del nemátodo, y uno susceptible, una alta reproducción del mismo, esta sería la situación de las variedades comerciales de C. arabica y de los Robustas susceptibles.

En C. canephora como en la mayoría de especies del género Coffea las plantas son alógamas estrictas, siendo indispensable la presencia del polen de otras plantas para que se realice la fecundación. Una de las consecuencias de la polinización cruzada es la alta variabilidad genética que puede ser observada a través de características fenotípicas como : - tamaño y forma de las hojas, - tamaño de las semillas, - arquitectura de la copa, - otras. Esta diversidad también podría observarse en la respuesta variable de los genotipos (sin selección) frente a diversos parásitos, como el caso reportado en Brasil con M. incognita.

3 - TRABAJOS REALIZADOS

Diferentes investigaciones se desarrollaron en el CATIE de 1985 a 1990. Estos trabajos se realizaron bajo la responsabilidad de PROMECAFE (MSc N. Morera) y del CATIE (Dr. N. Marbán-Mendoza), los mismos consistieron en pruebas de resistencia, aislamiento de poblaciones y determinación taxonómica, por morfometría, de las especies encontradas. Con los resultados de Anzueto (1993) en el CIRAD, Francia, se planteó formalmente la posibilidad de seleccionar un material más adaptado a la región Centroamericana. A partir de 1993 un esfuerzo regional de los países, integrando el apoyo financiero de la Unión Europea y técnico del CIRAD, permite el desarrollo de un proyecto de investigación que considera los siguientes aspectos : - pruebas de resistencia, - creación de materiales híbridos, y - caracterización de las especies de nemátodos incorporando nuevos métodos.

4 - RESULTADOS

La evaluación de varias familias de Robusta con la población Meloidogyne sp. de Guatemala dió una respuesta similar a la observada en Brasil, o sea, altos porcentajes de plantas susceptibles en la mayoría de las descendencias de polinización libre evaluadas (Anzueto, 1993). Dentro de este grupo de materiales se identificaron como promisorios los genotipos de Robusta T 3751 (1-2) y T 3561 (2-1). Sus descendencias mostraron altos porcentajes de plantas resistentes.

La evaluación de un plan de cruzamientos de Robustas frente a una población de Meloidogyne arenaria de El Salvador, señaló a los genotipos T3751 (1-2) y T3561 (2-1) como los padres destacados. La mejor combinación se obtuvo del cruzamiento entre ellos, presentando en su descendencia híbrida un porcentaje de plantas resistentes cercano al 80% (Bertrand, 1992 ; Peña, 1994).

En presencia Meloidogynes "agresivos", que es el caso de Guatemala y El Salvador, la utilización de una variedad porta-injertos resistente sería la vía obligada para su control, varias experiencias de campo evidencian poca eficiencia de los productos nematicidas con este tipo de nemátodos. En esta primera variedad porta-injertos obtenida del cruzamiento de T 3751(1-2) por T 3561 (2-1) se esperaría tener aproximadamente 80% de plantas resistentes a nivel de campo en estos dos países, y cerca del 100% de resistencia para los Meloidogynes de Costa Rica y Nicaragua.

Es importante señalar que en una mezcla de semillas de diferentes Robustas -no seleccionados-, se obtendría un máximo de 35% de plantas resistentes a Meloidogynes "agresivos", o sea que habría una ganancia de 45% por el trabajo de selección. En pruebas realizadas con Pratylenchus el genotipo T 3751(1-2), uno de los padres de la variedad, mostró igualmente un nivel de tolerancia sensiblemente superior a otras líneas de Robusta evaluadas (Anzueto, 1993).

La información obtenida en Costa Rica por Bertrand y Marbán-Mendoza (1995), y en Nicaragua por Rosales y Marbán-Mendoza (1995), reafirman y amplían estos resultados (ver cuadro 1).

Las expectativas son aún más interesantes con los resultados de García (1991), quién demostró que los Robustas presentan una alta tolerancia a las cochinillas de las raíces.

5 - LA VARIEDAD NEMAYA

La nueva variedad porta-injerto denominada "NEMAYA" (por acuerdo de los investigadores asociados), se origina del cruzamiento de dos árboles de la colección del CATIE, el T 3561 (2-1) y el T3751(1-2). La descendencia híbrida de este cruce es altamente resistente a M. arenaria de El Salvador, Meloidogyne sp. de Guatemala, M. exigua y M. arabicida de Costa Rica y M. incognita de Nicaragua.

Para la producción comercial de semilla híbrida debe procederse previamente a la multiplicación vegetativa de los dos árboles de Robusta. Esta etapa es indispensable por la condición de alogamia estricta del C. canephora ; con estos materiales se establecerán jardines biclonales (campos "semilleristas").

Los dos progenitores se multiplicarán por medio de embriogénesis somática in vitro en el CATIE (Dra. Dufour), y luego serán enviados a los países que continuarán con su desarrollo en vivero, concluida esta etapa se establecerán los campos "semilleristas" (aislados de otros Robustas para evitar contaminaciones con polen indeseable).

La semilla híbrida obtenida por polinización libre entre los dos clones resistentes, se pondrá a disposición de los productores nacionales para sus programas de injertación. El volumen de semilla a producir dependerá de las necesidades de cada país.

Cuadro 1

Respuesta de genotipos de "Robusta" frente a poblaciones de Meloidogyne de Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica.

(R = resistente, S = susceptible, -- = no evaluado)

NEMATODO	CODIGO DE ROBUSTAS EVALUADOS						
	3561	3751	3752	3753	3754	3755	3757
<u>M. EXIGUA</u> C.R. (Morera, Avendaño)	R	R	R	R	R	R	R
<u>M. ARABICIDA</u> C.R. (Calderón, Marban)	R	R	--	R	--	R	R
<u>M. INCOGNITA</u> NIC. (Rosales & Marban)	R	--	R	R	R	--	R
<u>MELOIDOGYNE</u> SP. GUA (Anzuetto)	R	R	S	S	S	S	S
<u>M. ARENARIA</u> E.S. (Peña)	R	R	S	S	--	S	S

C.R. = Costa Rica; NIC. = Nicaragua; GUA = Guatemala;
E.S. = El Salvador.

6 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALVARADO, J.A. 1935. Tratado de Caficultura Práctica. Tipografía Nacional Guatemala, 364-369.
- ANZUETO, F. 1993. Etude de la Resistance du Cafeier (Coffea spp.) a Meloidogyne spp. y Pratylenchus sp. Thèse Docteur ENSAR, Ecole National Supérieure Agronomique de Rennes, France. 123p.
- AVENDAÑO, L. 1987. Evaluación de la resistencia de cinco clones de Coffea Canephora CV. Robusta, al ataque de dos poblaciones de Meloidogyne exigua (Goeldi, 1887). Tesis ingeniero agrónomo, Escuela de Ciencias Agrárias, Heredia, Costa Rica. 61 p.
- BERTRAND, B. 1992. IRCC/PROMECAFE.
- BERTRAND, B. 1995. Exploration de la base génétique du CATIE pour la résistance aux nématodes d'Amérique Centrale. In : Evaluation et Sélection de Germoplasme de caféier pour la Resistance aux Principaux Nématodes en Amérique Centrale, deuxième rapport technique. CIRAD/CATIE/PROMECAFE. 63 p.
- BULOW, V. T. 1935. Nota preliminar sobre la infestación por nemátodos de las raíces del cafeto y de las Ingas empleadas como sombra. Instituto de Defensa del Café de Costa Rica. 3: 29-33.
- CALDERON, M. 1989. Reacción de diferentes genotipos de café a Meloidogyne arabicida (López y Salazar, 1989), gama de hospedantes y hongos fitopatógenos asociados. Tesis M.Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE-, Turrialba, Costa Rica, URC/CATIE. 62 p.
- COOK, R. & EVANS, K. 1987. Resistance and tolerance. In: Brown, R.H. & Kerry, B.R., Principles and practice of nematode control in crops. Acad. Press London : 179-231.
- GARCIA, A. 1991. Les pseudococcidae depredatrices des racines de caféier (Coffea arabica L.) au Guatemala cas particulier de Dysmicoccus cryptus (Hempel, 1918). Thèse doct. Univ. Paul Sabatier Toulouse III. 122 p.
- MARBAN-MENDOZA, N. 1995. Segundo informe Técnico Proyecto CII-CT92-90. In : Evaluation et Sélection de Germoplasme de caféier pour la Resistance aux Principaux Nématodes en Amérique Centrale, deuxième rapport technique. CIRAD/CATIE/PROMECAFE. 63 p.

- MORERA, N. 1986. Evaluación de la interacción entre genotipos de Meloidogyne exigua (Goeldi, 1887) y Coffea sp. Tesis M.Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 59 p.
- PENA, M.X. 1994. Evaluación fenotípica y genética para la resistencia al nemátodo Meloidogyne incognita en híbridos de Coffea canephora. Tesis M.Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE-, Turrialba, Costa Rica. 78p.
- REYNA, E.H. 1966. Un nuevo método de injertación en café. Boletín técnico n° 21. Dirección General de Investigación y Control Agropecuario, Ministerio de Agricultura, Guatemala. 21 p.
- VILLAIN, L.; LICARDIE, D.; TOLEDO, J.C. & MOLINA, A. 1994. Evaluación de tres nematocidas y la práctica del injerto hipocotiledonar en el control de Pratylenchus sp. In : Memoria del II Seminario Regional de nematología en el cultivo del café, Antigua Guatemala 29 nov.- 2 dic. 1993, IICA-PROMECAFE : 1-13.

**LA BIOTECNOLOGIA APLICADA
EN LA PRODUCCION DE PLANTAS DE CAFE
A GRAN ESCALA**

DR. ALFREDO ZAMARRIPA COLMENERO

INIFAP - MEXICO

**CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL DEL PACIFICO SUR
CAMPO EXPERIMENTAL ROSARIO IZAPA
FEBRERO DE 1996**

INTRODUCCION

La cafeticultura constituye una actividad de enorme importancia socioeconómica en México. Durante los últimos 11 ciclos el café ha sido el principal producto de exportación del sector agropecuario. De la actividad cafetalera dependen alrededor de 3 millones de personas.

El bajo precio en el mercado internacional en los pasados años, provocó la desatención de los cafetales y en algunos casos el abandono, afectando de manera significativa el rendimiento, ya que se limitaron las labores de cultivo así como el combate de plagas y enfermedades. Con el cambio favorable en los precios del café, se inició un proceso de recuperación de las actividades cafetaleras entre las cuales se observa principalmente la renovación de cafetales con planta mejorada.

Sin embargo actualmente en México, no se cuenta con la cantidad necesaria de semilla o de planta de calidad para renovar los cafetales viejos e improductivos o atacados por enfermedades como la roya anaranjada. Esto obedece a diversos factores que limitan la difusión y adopción de la tecnología generada, principalmente en cultivos perennes como el cafeto. Entre otros:

- La poca disponibilidad de plantas al final del proceso de mejoramiento de variedades.
- El largo tiempo para la multiplicación de nuevas variedades, disponibles para el productor (el cafeto produce al tercer año).
- La baja tasa de multiplicación de los métodos tradicionales.

El INIFAP propone, como alternativa para solventar este problema y acelerar la difusión de variedades mejoradas, la aplicación de la biotecnología, particularmente el método de embriogénesis somática en medio líquido basado en el empleo de suspensiones celulares y la producción de embriones en biorreactor. Este método *in vitro* presenta un gran potencial para la propagación masiva de plantas de café con un costo de producción más bajo comparado con otros métodos *in vitro* y con el método tradicional.

DEFINICION

La embriogénesis somática en medio líquido es un método de cultivo *in vitro* que consiste en cultivar fragmentos de tejido somático (hojas) en un medio nutritivo artificial aséptico, para obtener embriones que se desarrollarán en plántulas.

Se basa en una propiedad genética del mundo vegetal:

La totipotencia: Cada planta contiene la información genética necesaria para formar un nuevo individuo genéticamente idéntico a la planta madre.

FASE I: SELECCION DE LA VARIEDAD A PROPAGAR

El genotipo a propagar puede ser un híbrido F1, un clon o una variedad. La técnica permite fijar las características genéticas del material seleccionado. Las plantas obtenidas por embriogénesis somática en medio líquido serán idénticas a la planta madre. La producción masiva de cafetos se realiza a partir de tejido somático (hojas). El proceso puede iniciarse en cualquier época del año.

FASE II: PREPARACION DEL MATERIAL VEGETATIVO

El material proveniente del campo, se desinfecta con hipoclorito de calcio y se lava con agua destilada y esterilizada, bajo condiciones de completa asepsia. La hoja se corta en fragmentos de aproximadamente 1 cm² y se siembra en un medio de cultivo semisólido apropiado para la inducción de callos embriogénicos.

FASE III: CALLOGENESIS

A partir de la sexta semana de cultivo en un medio con reguladores de crecimiento y bajo condiciones de temperatura y luminosidad controlada, se observa el crecimiento de un callo alrededor del fragmento de hoja. A la octava semana, el callo se recolecta y se transfiere a otro medio de cultivo líquido a fin de establecer una suspensión formada por agregados celulares con capacidad embriogénica.

FASE IV: ESTABLECIMIENTO DE UNA SUSPENSION CELULAR

La formación de una suspensión celular con capacidad de producir embriones somáticos, necesita de un período de 6 a 8 meses de cultivo. La suspensión se mantiene en agitación constante, con subcultivos cada tres semanas, lo que permite un aumento de la masa celular. Con un gramo de callo se obtienen 4 gramos en 3 semanas. La suspensión celular, fase original de la técnica, es la base o materia prima de la producción masiva de plantas.

FASE V: PRODUCCION MASIVA DE EMBRIONES SOMATICOS EN BIORREACTOR

Con el callo proveniente de la suspensión celular, se inocula el biorreactor. Este presenta las ventajas de controlar factores como el porcentaje de oxígeno, la temperatura, la agitación, etc. Un gramo de callo inoculado, en un litro de medio de cultivo, produce 400,000 embriones somáticos en 5 semanas. Un biorreactor con capacidad de 3 litros de medio produce 1,200,000 embriones.

En esta fase, la capacidad de producción está en función de la capacidad de los biorreactores y no se encuentra limitada por la materia prima. Para la producción de 30 millones de plantas se requieren de aproximadamente 75 gramos de callo.

FASE VI: DESARROLLO DE EMBRIONES SOMATICOS EN PLANTULAS

Los embriones somáticos de 5 semanas de edad obtenidos en el biorreactor, se siembran en un medio de desarrollo. A partir de la cuarta semana de cultivo los embriones comienzan a germinar. La raíz se detecta; a la quinta semana comienza a notarse el primer par de hojas verdaderas. A 12 semanas de cultivo, las plántulas están constituidas por 3 o 4 pares de hojas. En este estado se encuentran aptas para su traslado al invernadero. El porcentaje de prendimiento en esta fase es superior al 60 por ciento.

Para su buen desarrollo, las plántulas se colocan en salas de cultivo con temperatura y luminosidad controladas.

FASE VII. ACLIMATACION DE PLANTULAS

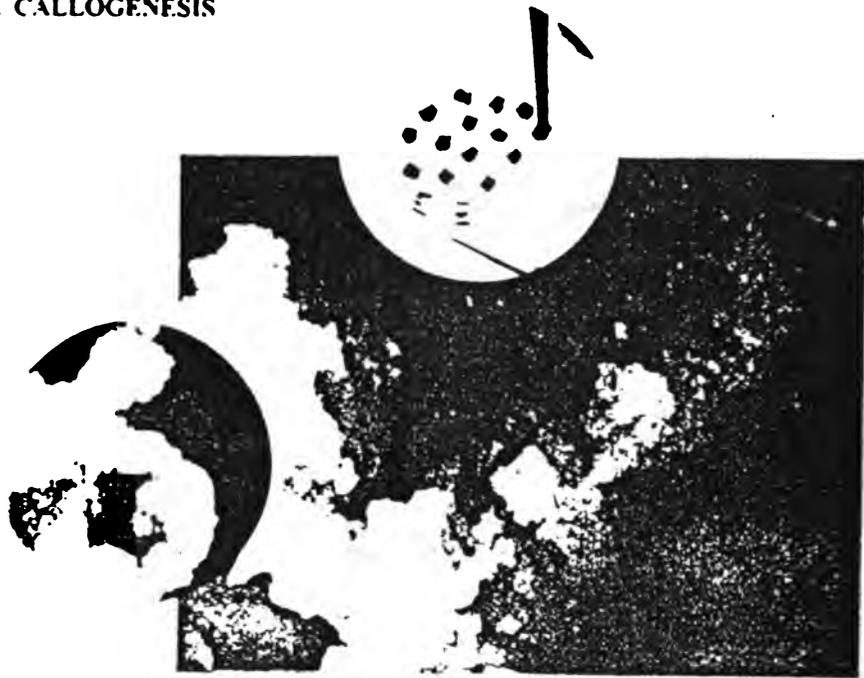
Las plantulas son trasladadas al invernadero para su aclimatación a las condiciones *ex vitro*. En un mes, se obtiene mas del 90 por ciento de enraizamiento. Después de este período las plantas estan en condiciones de ser trasladadas al vivero para su desarrollo. En un vivero de café se requiere de 8 a 10 meses para que la planta alcance el estado vegetativo óptimo (dos pares de cruces o ramas plagiotrópicas) para su establecimiento en campo.

ORIGINALIDAD Y VENTAJAS DEL METODO

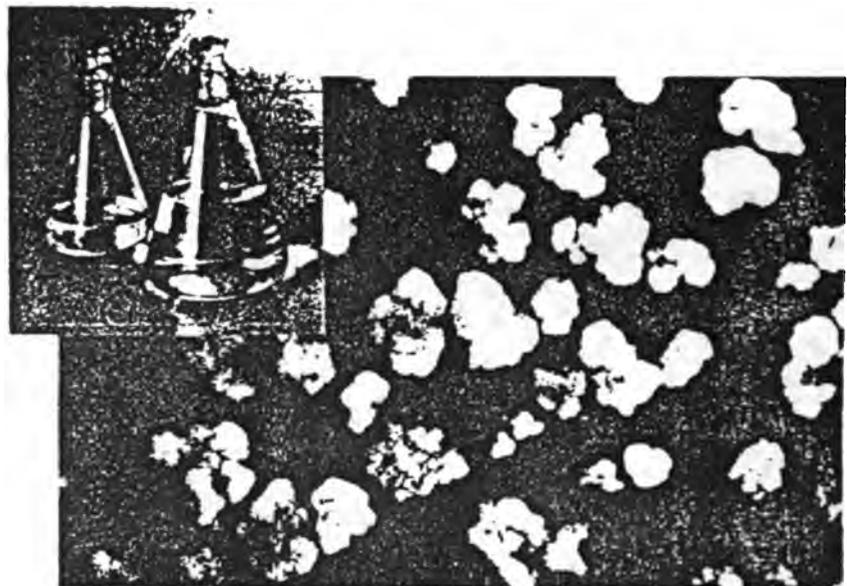
1. Empleo de suspensiones celulares embiogénicas durante el proceso de producción masiva.
2. Implementación del uso de biorreactores en la producción de embriones somáticos.
3. La producción de embriones somáticos de café, es la máxima alcanzada a nivel mundial.
4. Representa para el caso del cafeto, el primer método *in vitro* factible de aplicarse en la producción a gran escala.

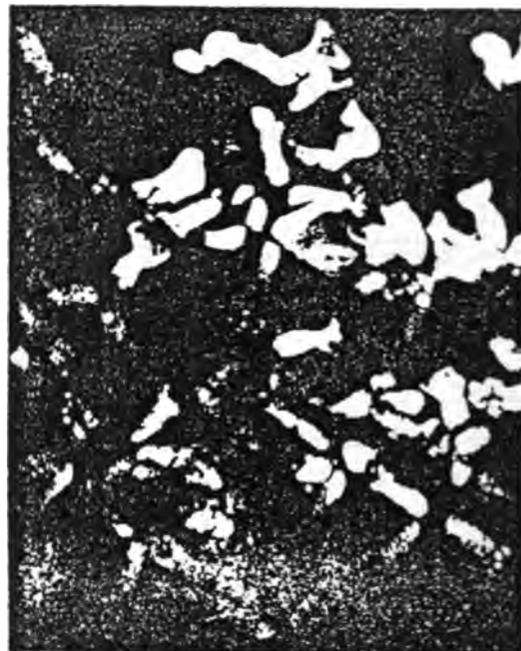
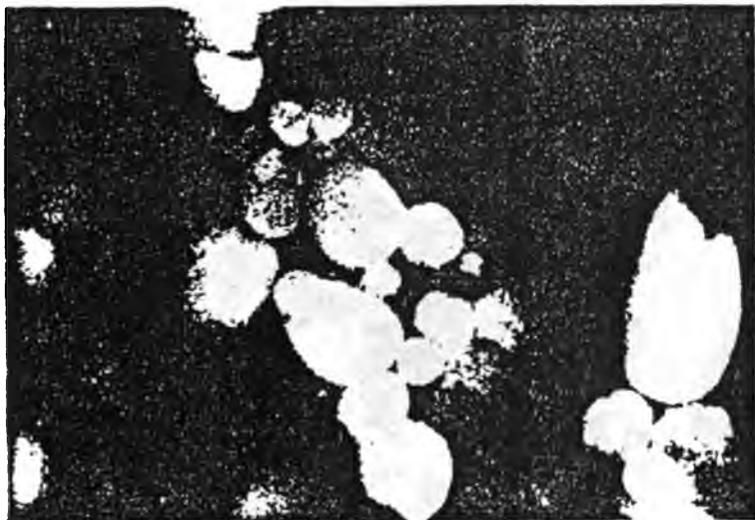
Entre las ventajas de este método aplicado a la producción de plantas están la reducción del tiempo de obtención del material a multiplicar y el aumento del coeficiente de multiplicación, lo que permite acelerar la difusión de variedades.

FASE III . CALLOGENESIS



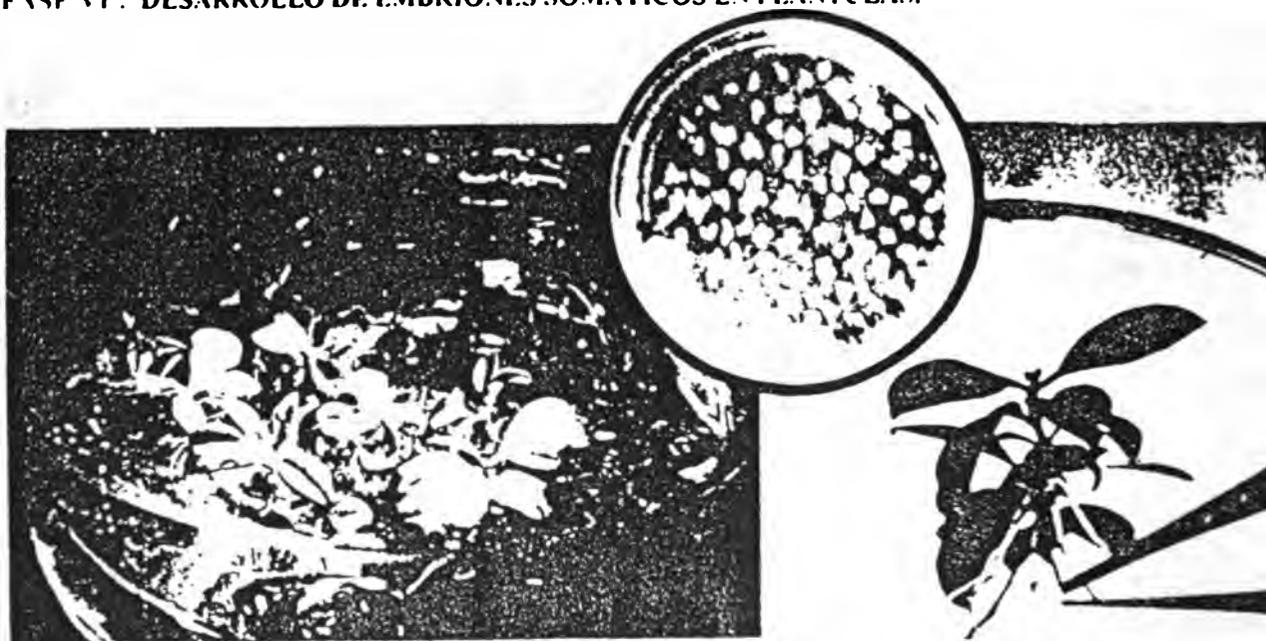
FASE IV . ESTABLECIMIENTO DE UNA SUSPENSION CELULAR





ASPECTO MORFOLOGICO DE LOS EMBRIONES SOMATICOS DE CAFE EN DIFERENTES FASES DE DESARROLLO.

FASE VI. DESARROLLO DE EMBRIONES SOMATICOS EN PLANTULAS.



3. BENEFICIADO HUMEDO DEL CAFE

**FUNDACIÓN SALVADOREÑA PARA INVESTIGACIONES DEL
CAFÉ
PROCAFÉ**

**GERENCIA DE GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA
COORDINACIÓN GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA**

Programa de Mejoramiento Genético y Calidad

**EFFECTO COAGULANTE DEL HIDRÓXIDO CÁLCICO EN AGUAS
RESIDUALES DEL CAFÉ**

A presentar en XVII Simposio sobre Caficultura Latinoamericana

Gerardo Lardé 1/

Santa Tecla,

Septiembre de 1995.

1/ Ingeniero Químico, Investigador en Desechos Industriales

EFFECTO COAGULANTE DEL HIDRÓXIDO CÁLCICO EN AGUAS RESIDUALES DEL CAFÉ

Gerardo Lardé 1/

RESUMEN

En el laboratorio se investigó la coagulación de las aguas residuales del café con hidróxido cálcico de grado reactivo. Para agua proveniente del lavado de los granos fermentados con contenido de sólidos totales (ST) de 18.5 kg/m³, la dosis óptima de coagulante (coagulante: agua residual) fue 6 kg/m³; para agua de lavado menos concentrada (7.1 kg ST/m³), 4 kg/m³; y para agua recirculada del despulpado (38.7 kg ST/m³) sólo se obtuvo sedimentación hasta una dosis de 8 kg/m³. Los valores del pH resultante con estas dosis fueron, respectivamente, 10.7, 11.1 y 11.5, todos en el rango de alta alcalización. El color cambió de tonos pardos oscuros a netamente amarillos lo que puede usarse para un control visual de la dosificación. Con el agua del lavado más diluida se estimó que la demanda bioquímica de oxígeno se redujo en 39.7% con la dosis óptima. Se confirmó la lenta sedimentación natural en las aguas residuales del café.

INTRODUCCIÓN

La producción de grano de café de alta calidad requiere utilizar agua en dos etapas importantes del proceso: 1) para transportar los frutos maduros hacia los despulpadores y 2) para lavar los granos fermentados. Las aguas residuales resultantes son ricas en materia orgánica suspendida y soluble (cuadro 1) lo que las hace potencialmente muy contaminantes.

En los beneficios de café de El Salvador es frecuente que se agreguen compuestos cálcicos a las aguas residuales, ya sea para favorecer la sedimentación de las partículas en suspensión o para controlar el mal olor en las lagunas de retención. Si es para el primer propósito, una operación eficiente (en sentido técnico y económico) requiere añadir

1/ Ingeniero Químico, Investigador en Desechos Industriales.

el compuesto en las dosis adecuadas determinadas experimentalmente, pero en la práctica se ejerce poco control del proceso.

En un beneficio de café con baja tecnología, se construyó un tanque rectangular vertical simple con flujo por gravedad, en el que se promueve la sedimentación mediante la coagulación con cal hidratada y en el que se separan simultáneamente parte de los sólidos por flotación; el volumen de lodos es similar al de los sólidos sobrenadantes. En una planta de tratamiento más sofisticada compuesta por un desarenador y dos tanques sedimentadores verticales cilíndricos en serie, se utilizan como coagulantes el sulfato ferroso clorado en el primero y cal como solución saturada en el segundo (17); como resultado, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se reduce de 20 a 5 kg/m³ (10). También se han logrado buenos resultados con el uso combinado de cal y sulfato de aluminio (11).

El tratamiento de las aguas residuales con cal reduce la turbiedad y origina lodos calizos que pueden usarse como abono orgánico (16) aunque las aguas se vuelven muy alcalinas ya que se reportan valores de pH entre 9 y 11 (1, 11,16).

La investigación aquí descrita se realizó a fin de obtener un mejor conocimiento del efecto coagulante del hidróxido cálcico en las aguas residuales del café. Se llevó a cabo en el Laboratorio de Servicios Analíticos de PROCAFÉ en enero de 1995.

MÉTODOS

Se realizaron varias pruebas tanto con agua del despulpado como con agua del lavado (cuadro 2).

Como coagulante se utilizó hidróxido cálcico de grado reactivo (96% puro como mínimo) en dosis que variaron de 0 a 8 kg/m³ (coagulante: agua residual). El coagulante se aplicó en polvo a volúmenes de un litro de agua residual en condiciones similares a las utilizadas

por Leentvar *et al* (9) (cuadro 3). Después de concluida la floculación, se trasvasó el agua residual a sedimentómetros de dos litros, (altura, 19 cm; diámetro interno, 12.8 cm) en los que se midió el nivel de la interfase sobrenadante/sólidos sedimentados por dos horas en general, después de las cuales se tomaron muestras del sobrenadante para análisis.

Cuadro 1. Características de las aguas residuales del café importantes para la sedimentación química

Tipo agua residual	Beneficio	Punto de muestreo u origen	Sólidos disueltos (kg/m ³)	Sólidos suspendidos (kg/m ³)
Agua de despulpado	Ateos	Descarga en pila de café uva	8.0	1.9
Agua de despulpado recirculada	San Antonio	Tanque de agua miel	15.9	3.4
Agua de lavado	Ateos	tubo de descarga	3.3	3.4
Agua de lavado	Ateos	Pila de fermentación	3.6	3.6
Agua de lavado	San Antonio	Canal de salida	1.2	1.7
Agua de lavado	San Antonio	Punto de salida	2.7	5.5

Fuente: Dirección General de Salud. Archivos.

Cuadro 2. Características de las aguas residuales del café utilizadas en las pruebas de coagulación con hidróxido cálcico. PROCAFE, 1995.

Descripción	Experimento I	Experimento II	Experimento III
Tipo de agua	Despulpado	Lavado	Lavado 1/
Procedencia	Beneficio 2 de Marzo	Beneficio Belén	Beneficio Belén
Sólidos totales (kg/m ³)	38.7	18.5	7.1
Sólidos volátiles (kg/m ³)	32.1	15.3	6.3
Demanda bioquímica de oxígeno (kg/m ³) 2/	32.1	15.3	6.1
pH	4.7	4.1	4.7
Color Munsell		"olive brown" (2.5Y 4/4)	"olive brown" (2.5Y 4/4)

1/ Agua de lavado diluida con agua desmineralizada en la proporción 1:1 volumen/volumen

2/ DBO = 1.0007 x sólidos volátiles

Cuadro 3. Condiciones de las pruebas de sedimentación por coagulación de aguas residuales del café con hidróxido cálcico.

Etapa	Velocidad de agitación (1/s)	Duración (minutos)
Mezclado rápido	10.8	3
Floculación	0.8	30

Los sólidos totales y los sólidos volátiles se determinaron con los métodos estándar (5), la DBO mediante una regresión estadística, el pH potenciométricamente, y el color mediante tablas Munsell para suelos (12) las cuales resultaron apropiadas para las aguas residuales del café.

RESULTADOS

Experimento I. Hubo escasa sedimentación en el rango de dosis (0-4 kg/m³) considerado inicialmente (cuadro 4). Se observó la formación de espuma que disminuyó al aumentar la dosis (cuadro 5). El pH alcanzó valores alcalinos ya con una dosis de 4 kg/m³ (cuadro 6).

Experimento II. La sedimentación fue mejor que en la prueba anterior (cuadro 7) lo que permitió determinar las características del sobrenadante (cuadro 8).

Experimento III. Los cuadros 9 y 10 resumen los resultados obtenidos.

DISCUSIÓN

Para coagular los sólidos suspendidos, se necesitó una dosis mayor con el agua de despulpado que con el agua del lavado. En principio a este efecto contribuye tanto la composición de los dos tipos de agua residual (cuadro 1) como la naturaleza de los sólidos suspendidos. Con relación al primer factor, por ejemplo, un agua de lavado con baja concentración de sólidos (menor que 14 kg ST/m³) tendrá, en general, un nivel de sólidos suspendidos menor que un agua recirculada del despulpado, por lo que es razonable esperar que se necesiten dosis menores de coagulante. En lo concerniente al segundo factor, aunque se conoce poco sobre el tipo de materia que está suspendida en los dos tipos de agua residual, debe tratarse de coloides liofílicos característicos de las proteínas, almidones y mucílagos (13) como lo discuten Carbonell y Vilanova (3); por otra parte, los sólidos suspendidos presentes en el agua del lavado son menos complejos que los existentes en el agua del despulpado ya que provienen de la hidrólisis del mucílago.

Con el agua de lavado, la sedimentación mejoró al aumentar la cantidad añadida de coagulante hasta una dosis de 6 kg/m^3 (cuadros 7, 8, 9, 10), lo que sugiere que arriba de esta dosis hay más coagulante que el justo necesario para contrarrestar la carga eléctrica de las partículas suspendidas (lo que facilita la sedimentación) y, por tanto, el efecto floculante se debilita (7,15). La dosis óptima debe situarse en 6 kg/m^3 para el agua de lavado más concentrada y en 4 kg/m^3 para el agua de lavado diluida ya que, por encima de estos valores la reducción en los sólidos totales y sólidos volátiles no ocurrió o no fue significativa (cuadros 8, 10); para el agua del despulpado la dosis óptima será obviamente mayor que 8 kg/m^3 . Las dosis óptimas concuerdan con lo esperado de que a mayor contenido de sólidos se necesitará utilizar más coagulante.

Los valores de pH que corresponden a las dosis óptimas (cuadros 6, 8, 10) colocan al proceso estudiado en el rango de alta alcalización (14) y concuerdan con los reportados por otros autores (1, 11,16).

El color cambió de tonalidades pardas a otras predominantemente amarillas al agregar el hidróxido cálcico (cuadros 8,10). Este fenómeno tiene aplicación práctica puesto que el color es una característica que podría utilizarse como criterio para el control de la dosificación en unidades de tratamiento.

El hidróxido cálcico redujo la formación de espuma en el agua de despulpado ya en dosis bajas (cuadro 5); como la espuma contribuye al apareamiento de sólidos sobrenadantes en los que prolifera la mosca doméstica, por ejemplo, en lagunas de aguas residuales, los compuestos cálcicos como la cal viva y la cal apagada pueden emplearse para evitar estas situaciones. Los resultados son una base para mejorar el manejo de sistemas de retención de los desechos líquidos y justifican la vieja práctica de agregar cal a las aguas residuales del café retenidas. Con las aguas del lavado no se observaron fenómenos de espuma.

En cuanto a la disminución de la capacidad contaminante, sólo se obtuvieron datos en una prueba (cuadro 10). En este caso, la DBO se redujo en 39.7% con la dosis óptima. Se reportan reducciones hasta del 88.2% en la DBO con alimentación de cal sólida en una planta prototipo (4) y del 75% mediante coagulación con sulfato ferroso clorado seguida de otra con lechada de cal en tanques circulares verticales sucesivos (10). Con relación a la coagulación, es frecuente encontrar amplios rangos en las variables; por ejemplo, con desechos del procesamiento de vegetales se obtuvieron remociones de la DBO entre 35 y 70% con dosis de cal cercanas a 0.5 kg cal/kg DBO entrante (18). Hubo sedimentación natural en un caso (cuadro 9), lo que significó que la DBO disminuyera en 7.9% (cuadro 10); este valor concuerda con los hallados por Horton et al (6) quienes observaron una máxima reducción del 20% aunque en la mayoría de los casos o no hubo sedimentación natural o ésta no superó el 10% de disminución en la DBO.

En conjunto, las condiciones del sobrenadante son tales como para considerar la digestión anaeróbica como siguiente etapa en la depuración del agua residual (2). De esta manera, se podría resolver el problema de la excesiva alcalinidad del sobrenadante ya que en los sistemas anaeróbicos hay cierta capacidad autorreguladora del pH como se ha demostrado con las aguas residuales del café, tanto para bajos valores del pH de la carga (3.9-4.4) (19) como con altos (12-12.5) (8). Con los dos procesos combinados se podría reducir la DBO hasta 88% o quizás más si se logra aplicar el coagulante con mayor eficiencia. Para un sitio específico, una caracterización de los flujos de agua residuales es necesaria para poder utilizar los resultados obtenidos en el diseño de sistemas de tratamiento.

Cuadro 4. Sedimentación de sólidos de agua del despulpado mediante coagulación con hidróxido cálcico, prueba I. Nivel de la interfase en ml.

Tiempo (minutos)	Dosis de coagulante (kg/m ³)					
	0	1	2	3	4	8 ^{a/}
0	1000	1000	1000	1000	1000	1500
15	1000	1000	1000	1000	1000	1200
30	1000	1000	1000	1000	960	980
40	1000	1000	1000	1000	950	900
60	1000	1000	1000	1000	930	800
80	1000	1000	1000	1000	910	750
100			1000	1000	900	700
130						700

a/ Prueba adicional

Cuadro 5. Formación de espuma en agua de despulpado después de la adición de hidróxido cálcico de grado reactivo.

Dosis de coagulante (kg/m ³)	Volumen de espuma (ml)
0	240
1	120
2	burbujas superficiales
3	burbujas superficiales
4	ninguna burbuja

Cuadro 6. Variación de pH del agua de despulpado al agregar hidróxido cálcico de grado reactivo.

Dosis de coagulante (kg/m³)	pH
0	4.2
1	4.7
2	5.5
3	6.5
4	7.8
5	8.2
6	9.8
7	11.2
8	11.5

Cuadro 7. Sedimentación de sólidos de agua del lavado mediante coagulación con hidróxido cálcico, Prueba II. Nivel de la interfase en ml.

Tiempo (minutos)	Dosis				
	0	2	4	6	8
0	2000	2000	2000	2000	2000
20	2000	nd	nd	1790	1820
40	2000	1950	1700	1600	1670
60	2000	1900	1590	1500	1550
80	2000	1820	1490	nd	nd
100	2000	nd	nd	1380	1440
120	2000	1740	1420	1360	1410
140	2000	1700	1400	1340	1380
160	2000	1650	1370	1330	1370

nd: no hay datos

Cuadro 8. Características del sobrenadante de agua de lavado tratada con hidróxido cálcico de grado reactivo; prueba II.

Dosis de coagulante	Sólidos totales (kg/m ³)	pH	Color Munsell
2	18.6	6.6	"light olive brown" (2.5 Y 5/6)
4	17.0	10.9	"yellow" (5Y 7/8)
6	13.8	10.7	"yellow" (5Y 7/8)
8	14.0	12.3	"yellow" (5Y 7/8)

Cuadro 9. Sedimentación de sólidos de agua diluida del lavado mediante coagulación con hidróxido cálcico, Prueba III. Nivel de la interfase en ml.

Tiempo (minutos)	Dosis de coagulante (kg/m ³)				
	0	2	4	6	8
0	2000	2000	2000	2000	2000
10	1960	1940	1680	1550	1740
20	1950	1860	1450	1300	1530
30	1930	1770	1330	1180	1400
40	1890	1710	1240	1110	1320
50	1850	1620	1180	1060	1260
60	1800	1550	1140	1040	1220
70	1770	1490	1120	1010	1200
80	1730	1440	1100	1000	1170
90	1700	1400	1080	990	1160

Cuadro 10. Características del sobrenadante de agua diluida del lavado tratado con hidróxido cálcico de grado reactivo, prueba III.

Dosis de coagulante (kg/m ³)	Sólidos totales (kg/m ³)	Sólidos volátiles (kg/m ³)	Demanda bioquímica de oxígeno (kg/m ³)	pH	Color Munsell
0	6.7	5.8	5.8	4.1	"pale olive" (5Y 6/4)
2	6.5	4.6	4.6	10.4	"olive yellow" (2.5Y 6/8)
4	6.3	3.8	3.8	11.1	"yellow" (5Y 7/8)
6	6.1	3.6	3.6	11.3	"yellow" (5Y 7/8)
8	7.6	5.0	5.0	12.0	"yellow" (5Y 7/8)

1/ DBO = 1.0007 x sólidos volátiles.

RECONOCIMIENTOS

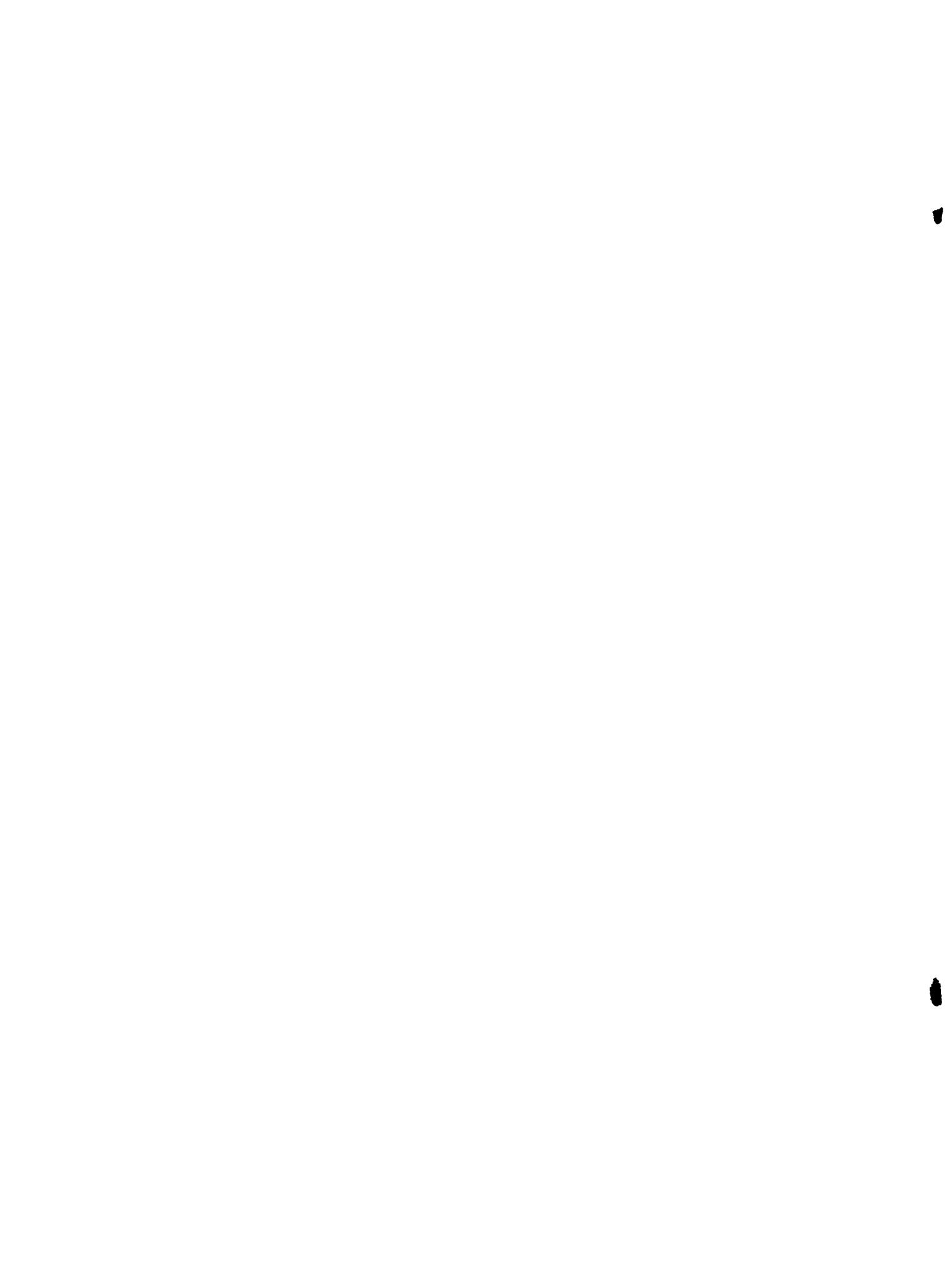
El Ing. Jeremías Cabrera, Gerente Administrativo de la Sociedad Cooperativa de Caficultores de Comasagua de R.L. y los señores Salvador Recinos, Administrador del Beneficio Belén y Renato Romero, Encargado de Catación en el mismo beneficio facilitaron la adquisición de las muestras de agua residual utilizadas en este estudio. El Ing. Germán Cortés Andrino, ex-miembro del personal de la anterior División de Saneamiento Ambiental de la Dirección General de Salud del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social proporcionó los datos que aparecen en el cuadro 1.

REFERENCIAS

1. AREVALO MARTÍNEZ, M.F.; SALAZAR LANDAVERDE, J.R.; RAMÍREZ ROMERO, J. DE JESÚS. 1984. Optimización del consumo de agua en el beneficiado del café como alternativa para disminuir la contaminación por aguas residuales. Tesis Ing. Quím. San Salvador, Universidad de El Salvador. p 52-54.
2. BELLO-MENDOZA, R.; CASTILLO-RIVERA, M.F. 1994. Anaerobic digestion of waste water from coffee processing plants; a review of the process implementation at an industrial level Biogas Forum (Alemania) no. 58: 4-11.
3. CARBONELL, R.J.; VILANOVA M., T. 1952. Beneficiado rápido y eficiente del café mediante el uso de soda cáustica. El Café de El Salvador (Salv.) 22(248-249); 492-496.
4. FERNÁNDEZ URPI, M. 1977. Evaluación de los sistemas para tratar las aguas residuales del beneficiado de café. San José, C.R., Oficina del Café. 24 p.
5. HACH WATER analysis handbook. 1992. 2ed. Loveland, Colo., Hach Company p. 604,611.
6. HORTON, R.K.; PACHECO, M.; SANTANA, M.F. 1946. Estudio sobre el tratamiento de los desechos de los beneficios de café. El Café de El Salvador (Salv.) 16(187) : 971-988.
7. KEMMER, F.N.; McCALLION, J. 1982. Manual del agua; su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Trad. por. M.E.Espinoza Rubio y F.M.Medina Nicolau. México D.F., McGraw-Hill. p. 8-3.

8. LARDÉ, G. 1990. Digestión anaerobia de aguas residuales del café en una columna empacada con anillos de bambú. In Simposio de Caficultura Latinoamericana (11°, 1988, San Salvador, Salv.). [Ponencias]. Guatemala. Gua., IICA/PROMECAFE., p.213-230.
9. LEENTVAR, J.; YWEMA, T.S.J.; BOERSMA, R.E. 1979. Optimization of coagulant dose in coagulation-flocculation of sewage. Water Research (G.B.) 13(3) : 229-236.
10. MADON, G.; OBANDO, S. ¿1994? Beneficio integral de café San Antonio; un pionero en el beneficio limpio. San José, C.R.; PEICCE. s.p.
11. MORALES OLGUÍN, J.J. 1990. Tratamiento de aguas residuales, reutilización y prensado de pulpa en el beneficio de café. In Seminario Internacional sobre Biotecnología en la Agroindustria Cafetalera (1., 1989, Xalapa, Mex.). [Trabajos presentados]. Compilado por S. Roussos, R. Licono Franco, M. Gutiérrez Rojas, México D.F., Méx., Instituto Mexicano del Café/Universidad Autónoma Metropolitana/ORSTOM: p. 77-93.
12. MUNSELL SOIL color charts. 1992. Newburgh, N.Y., Macbeth. s.p.
13. NEMEROW, N.L. 1977. Aguas residuales industriales; teorías, aplicaciones y tratamiento. Trad. por G. Martínez de Bascarán. Madrid, H. Blume. p. 112.
14. POLLUTION CONTROL technology for industrial wastewater. 1981. Ed. por D.J. Renzo. Park Ridge, N.J., Noyes Data Corporation. p. 120.
15. POWELL, S.T. 1988. Manual de aguas para usos industriales. Versión española de S. Ayanegui J. México D.F., Ciencia y Técnica. v.1, p. 41.

16. RODRÍGUEZ Z., A. 1990. El ICAFE busca soluciones a las aguas residuales del beneficiado. *Noticiero del café (C.R.)* 5 (59) : 1-4.
17. TIRABOSCHI, L. 1992. El agua en el beneficiado de café. *ABECAFE (Salv)* . Oct.-Nov.-Dic. 1992: 15-17, 19-21.
18. WEBSTER: R.A. 1953. Vegetable processing wastes, pilot plant studies. *Sewage and Industrial Wastes (EE.UU)* 25 (12) : 1432.
Citado por : Eckenfelder Junior, W. 1966. *Industrial water pollution control*. New York, McGraw-Hill. p. 98.
19. ZULUAGA V., J.; COOKMAN, G.P.; WHEATLEY, A.D. 1990. An upflow anaerobic filter system for the biodigestion of washing waters from coffee processing. *Biogas Forum (Alemania)* no. 42 : 12-15.



**XVII SIMPOSIO DE CAFICULTURA LATINOAMERICANA
MEMORIA, VOL. 1**

Serie de ponencias, resultados y recomendaciones de eventos técnicos.

**A1/HN-96-001
ISSN-0253-4746
Tegucigalpa, Honduras
Septiembre, 1996**

Las ideas y planteamientos de las conferencias y artículos técnicos presentados en esta Memoria, son propios de los autores y no necesariamente representan el criterio del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. Todos los documentos contenidos son fotocopias, con el estilo y formato original de los autores o expositores. Pueden ser reproducidos o citados dando el crédito correspondiente a sus autores y al PROMECAFE.

Edgar Lionel Ibarra, Editor PROMECAFE/IICA, Tiraje inicial 75 ejemplares.

FECHA DE DEVOLUCION

26 AGO. 2002

IICA
PRRET-A1/HN-96-01 - v.1

Autor

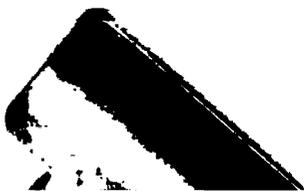
Título XVII Simposio de Caficultura
Latinoamericana

Fecha
Devolución

Nombre del solicitante

26 AGO. 2002

J. Gatica





**INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
AGENCIA DE COOPERACION TECNICA EN GUATEMALA**

1a. Avenida 8-00, Zona 9 - Teléfonos: (502) 3610915, 3610925 PROMECAFÉ (502) 3347602, Telefax: 3347603
Telenet: iicagt - Guatemala, Guatemala.