

Boletín



BOLETÍN 90
Abril-Junio
2001



RESPONSABLES

Guillermo Canet Brenes

Secretario Ejecutivo PROMECAFE

E. L. Ibarra
Editor Técnico

CONTENIDO

- MINI EDITORIAL
- PROMECAFE EN MARCHA
- PANORAMA INTERNACIONAL
- PONENCIAS
- RESUMENES

COLABORADORES

- Reinhold G. Muschler. Proyecto CATIE/GTZ. Turrialba. Costa Rica
- Ronald Jiménez Ch. Escuela de Ingeniería Agrícola. Universidad de Costa Rica.
- Charles Staver. Proyecto MIP-CATIE/NORAD. Nicaragua

El Boletín PROMECAFE se distribuye gratuitamente.

Los interesados pueden dirigirse a:

IICA/PROMECAFE
Apdo. Postal # 1815
Guatemala, Guatemala
Fax: (502): 334-7603

Tegucigalpa, Honduras
Apdo. Postal # 1410
Fax: (504): 239-8095

E-Mail: promecafe@iica.org.gt

<http://www.iica.org.gt/promecafe>



PROMECAFE

MINI EDITORIAL

La Crisis de la Caficultura y Nuestra Modesta Contribución Tecnológica

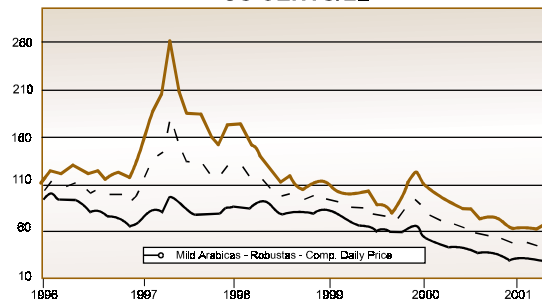
Desde el año pasado se viene produciendo la peor crisis en la caficultura mundial en los últimos cien años. Los precios se han derrumbado por debajo de los costos de producción y ello ha ocasionado una terrible pérdida que afecta mayormente a los productores de café, no solamente en los ingresos sino también se manifiesta en la falta de empleo en las zonas cafeteras. Ello impacta negativamente, con mas dureza, en los países con una alta dependencia del café en sus economías, como es el caso de los países centroamericanos. El panorama es desolador para la cosecha 2001-2002 que se avecina porque persiste la sobre oferta de café en el mercado, se especula sobre una alta producción en Brasil y se vislumbra el ingreso de nuevos participantes al escenario mundial de países productores.

Por su parte el consumo mundial tiene una tendencia casi estática, con un leve crecimiento. Aun así el negocio de la industria y comercio del grano sigue sin percibir mucho los efectos de precios deprimidos del café verde, el precio de la taza de café al consumidor final sigue sin alteraciones significativas y ello implica que la captura del productor primario en los beneficios de este negocio se ha ido encogiendo. En efecto, de un 33% hace pocos años hasta un 15% en la actualidad, como lo indica una nota del panorama internacional que presentamos en este boletín.

Ya se han decidido algunas respuestas de los países productores, como la restricción de las exportaciones (retención), ajuste de la producción al ritmo de la demanda, promoción del consumo y la destrucción de un 5% de los cafés de baja calidad, que se acordara recientemente, además de la exposición del problema en la Cumbre de las Américas. Pero la situación sigue amenazante y creemos en PROMECAFE que surgirán, como resultado de la crisis, cambios en la estructura de los países productores, en cada uno de los cuales habrá salida de muchos caficultores del negocio del café, con efectos en reducción de la oferta.

Alentamos la estrategia que ya se vislumbra en los países de PROMECAFE, además de las resoluciones ya citadas, de orientar la competitividad cafetera de la región por la vía de producción de cafés arábigos de alta calidad. Nuestra contribución, en lo que compete a PROMECAFE, se perfila por el lado tecnológico, para lo cual se han iniciado acciones entre las que destaca la creación de la Red de Catadores de PROMECAFE, México y Perú, cuyo propósito apunta a fortalecer las capacidades técnicas y operativas para la revelación de nuestros mejores recursos para producción de cafés finos y otros tipos con ventajas en el mercado; y para mantener información y control de calidad sostenida de los mismos. Así también en la preparación de recomendaciones tecnológicas para mantenimiento de plantaciones en tiempos de crisis, formación de capacidades técnicas para la producción de café orgánico; café amigable con el entorno ambiental y para un procesamiento y manejo de cosechas de café en general, que sea propicio a la conservación de la calidad física e inherente de los cafés arábigos suaves de la región.

**Precios Indicativos Mensuales de OIC.
US CENTS/LB**



PROMECAFE en marcha

PROYECTO MIB-CFC-OIC-IIBC-IICA/PROMECAFE RESUMEN EJECUTIVO *

Cuatro

países: Guatemala, México, Honduras y Jamaica participan desde 1998, en el proyecto "Manejo Integrado de la Broca con énfasis en control biológico y la participación de los productores. Aspecto importante es que los resultados y avances sean trasladado a los demás países integrantes de PROMECAFE. El proyecto es financiado por el Fondo Común de los Productos Básicos a través del CABI-Bioscience del Reino Unido, bajo la coordinación de la Organización Internacional del Café-OIC.

Las actividades realizadas en la región, al año 2000, se resumen así:

- El diagnóstico realizado entre los productores, al inicio del proyecto (1998), proporcionó la información para hacer un análisis de necesidades técnicas, así como de las prácticas utilizadas por ellos en el control de la broca. Esta información y los logros en MIB, resultado de proyectos anteriores, fue utilizada como punto de partida para la implementación de las parcelas y los programas participativos en el manejo cultural de la plaga.
- Se dieron pasos importantes en la capacitación de personal técnico del proyecto, en desarrollo e investigación participativa; así también en cría de *Phymastichus coffea*, dieta artificial y producción masiva de insectos, en Nicaragua, Colombia, Guatemala y Honduras, culminando con una capacitación de tres técnicos en los Estados Unidos de América.
- La introducción y cría de *Phymastichus coffea* a la región (Guatemala, Honduras y México) fue exitosa. Estudios de biología, adaptabilidad, parasitismo y dispersión en campo de este nuevo parasitoide, están en marcha, con resultados interesantes, que lo colocan como un buen parasitoide de broca.

La tecnología de producción en laboratorio está disponible, y la introducción de *Phymastichus* a los países de PROMECAFE, interesados en este nuevo parasitoide, es uno de los objetivos del proyecto, estando preparados para iniciarla cuando ello se requiera (El Salvador y Jamaica, son los primeros ejemplos de esta difusión).

- Se avanzó también en la conducción de 17 parcelas de investigación participativa, las cuales reflejan beneficio en el manejo del cultivo, de la plaga y de sus recursos.

Se trabaja con pequeños y medianos productores, donde el proceso participativo en la ejecución de las actividades de MIB y las actividades de capacitación en grupo, son parte importante.

Los resultados son interesantes. A los investigadores, el proceso les ha permitido la discusión de doble vía para el diseño de programas de trabajo de acuerdo a necesidades del productor. Entre los productores, esta experiencia ha despertado interés de participación para resolver sus problemas; se refleja en la realización de actividades del cultivo, que anteriormente les eran desconocidas.

- Las experiencias participativas han resultado positivas, se considera entonces necesario incorporar otros elementos que permitan extender la experiencia sin perder su objetivo. Para ello, se ha iniciado el análisis de las Escuelas de Campo para Agricultores (ECA) y de los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL), como modelo para dar continuidad al trabajo participativo con productores.
- En el desarrollo de la cooperación técnica horizontal con Jamaica, el control biológico de broca y el manejo integrado, son ahora una realidad institucional: Se introdujeron los parasitoides *Cephalonomia*

* Preparado para Reunión del Consejo Directivo de PROMECAFE por Armando García (ANACAFE) Francisco Barrera (ECOSUR), Raúl Muñoz (IHCAFE) y Guillermo Canet Brenes (PROMECAFE), Kingston Junio 2001.



stephanoderis y *Prorops nasuta*, se estableció el laboratorio de multiplicación, adiestrando en el proceso a personal del CIB y CARDI. Fueron realizados dos seminarios nacionales sobre Manejo Integrado de Broca, dirigido a caficultores y técnicos de varios organismos.

La producción de *C. Stephanoderis* en laboratorio marcha con éxito, y se ha iniciado el establecimiento de otras unidades de producción. Los estudios correspondientes en el campo, han aportado interesantes resultados, *P. Coffea*, fue también introducido en abril del 2001 habiendo avanzado satisfactoriamente en la producción en laboratorio. Definir las estrategias de aplicación en finca de esta tecnología, es parte de las proyecciones.

- Cumpliendo con uno de los objetivos del proyecto, de transferir los logros a los países del área que no participan directamente, se realizó en Guatemala, la I Reunión de Broca, con participación de 16 expertos en Broca de los países de PROMECAFE. Una segunda reunión será realizada en el tercer trimestre de este año.
- Las actividades de coordinación y seguimiento del proyecto por parte del organismo donante (FCPB) y el organismo técnico ejecutor (CABI) se han realizado oportunamente; en este sentido, se han efectuado visitas de sus representantes a la región, manifestando su complacencia por los logros del proyecto.

LOWELL G. BROWN ELECTO PRESIDENTE DEL CONSEJO DIRECTIVO DE PROMECAFE. Reunión en Kingston, Jamaica

En la reunión ordinaria del Consejo Directivo de PROMECAFE, que tuvo lugar en Kingston, Jamaica, el 3 de junio del corriente año, fue electo como Presidente de dicho consejo, el Señor Lowell G. Brown quien es actualmente Deputy Director General, de la Regulatory División del Coffee Industry Board. Contando con el beneplácito, por sus altos méritos y servicios, de todos los directores ejecutivos de los organismos cafeteros de Centroamérica y República Dominicana, así como representantes del IICA, CATIE y CIRAD-Francia, que asistieron a la reunión. El Señor L.G. Brown asumió la Presidencia del Consejo Directivo para el período 2001-2002.

En dicho evento también se conocieron los informes del Secretario Ejecutivo de PROMECAFE, Ingeniero Guillermo Canet Brenes, de los proyectos regionales de mejoramiento genético que fueron presentados por los doctores Francisco Anzuetto (ANACAFE) y Benoit Bertrand (CIRAD/PROMECAFE) y sobre manejo integrado de broca a cargo del Doctor Armando García (ANACAFE). Así también se discutieron iniciativas de nuevos proyectos en la región y una propuesta de acciones estratégicas de carácter tecnológico ante la crisis de la caficultura motivada por la caída histórica de los precios del grano en el mercado internacional.





III CUMBRE DE PRESIDENTES DE LAS AMERICAS

En la III

Cumbre de las Américas, en Quebec, Canadá, los países productores de café del hemisferio, emitieron la siguiente declaración; suscrita por los Presidentes de Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay y República Dominicana.

“TERCERA CUMBRE DE PRESIDENTES DE LAS AMERICAS: UN COMPROMISO CON EL CAFÉ”

1. Nosotros, los jefes de Estado de los países cafeteros de la región, en representación de nuestros pueblos, cumpliremos con el propósito de crear conciencia sobre la crisis cafetera mundial y de proponer e impulsar soluciones para superarla, que contribuyan con el desarrollo de nuestras naciones.
2. Estamos viviendo la peor crisis cafetera de los últimos cien años. Los precios externos expresados en términos de dólares constantes son los más bajos que jamás se hayan registrado y la volatilidad de las cotizaciones ha aumentado en forma sustancial. El aumento en la producción y el lento crecimiento del consumo, han llevado a un desequilibrio estructural entre la oferta y la demanda.
3. Las consecuencias económicas y sociales de este proceso son muy preocupantes y en algunas naciones puede afectar la estabilidad política. En el caso de los países de América Latina y el Caribe, el sector cafetero continúa siendo vital en términos de crecimiento económico, generación de empleo, balanza de pagos, distribución del ingreso y desarrollo regional, como lo confirman varios estudios elaborados por el Banco Mundial y otras entidades.
4. En los años ochentas, cuando operaba el Acuerdo Internacional del Café, los consumidores finales gastaban una cifra cercana a los 30 billones de dólares por año en adquirir el producto. De esa suma los países productores recibían alrededor de 9-10 billones por año (30-33%). De acuerdo a estimativos de la Organización Internacional del Café, el gasto de los consumidores en la actualidad asciende a una cifra cercana a los 55 billones de dólares y los países exportadores están recibiendo menos de 7 billones (15%).
5. Queremos hacer un llamado a las 65 naciones que se reunirán en Londres con motivo de la Conferencia Cafetera Mundial entre el 17 y 19 de mayo próximo, para que estudien fórmulas que permitan solucionar la crisis. Daremos instrucciones precisas a nuestros Ministros de Hacienda, Comercio Exterior y Agricultura para que, en coordinación con las respectivas Cancillerías y autoridades cafeteras nacionales, y de manera congruente con nuestros compromisos internacionales, desarrollen las siguientes acciones, cuyos resultados serán evaluados en una reunión de seguimiento a realizarse en el mes de septiembre próximo.
 - a) Fortalecer los mecanismos de cooperación y consulta entre países productores, que permitan aplicar fórmulas concretas de solución
 - b) Invitar a los Estados Unidos y a Canadá para que se reintegren como países miembros de la Organización Internacional del Café, con el propósito de que al interior de ese Foro y en diálogo con los países productores, se analicen las posibles soluciones a la crisis cafetera.
 - c) Instruir a los ministros para que exploren fórmulas de consenso encaminadas a abordar el problema, incluyendo el ordenamiento de la oferta y la demanda o medidas tales como el establecimiento de estándares de café para exportación.



- d) Obtener de los organismos multilaterales, mundiales y regionales de crédito, el acuerdo para no otorgar préstamos y donaciones encaminados a ampliar la producción de café en el mundo.
- e) Promover la creación de instrumentos financieros idóneos en la banca multilateral regional que posibiliten el manejo ordenado de la oferta mundial de café mediante, entre otros, instrumentos de cobertura de precios y de financiación de inventarios y países productores.
- f) La puesta en marcha de las iniciativas y políticas arriba señaladas permitiría a los países productores

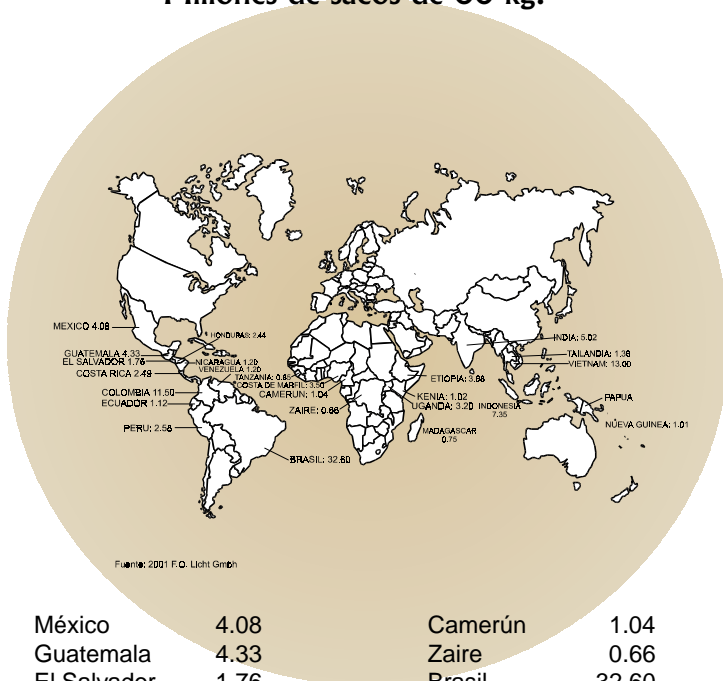
res promover la realización de un Acuerdo Internacional de Café de Segunda Generación

- 6. Este texto será enviado a los Jefes de Estado de los países del G7, al Presidente de la Comisión Europea, al Secretario General de las Naciones Unidas, a los Presidentes del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional y a los Presidentes del Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Africano de Desarrollo y Banco Asiático de Desarrollo.

Quebec, Abril 21 del 2001

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CAFÉ 2000-2001

Millones de sacos de 60 kg.

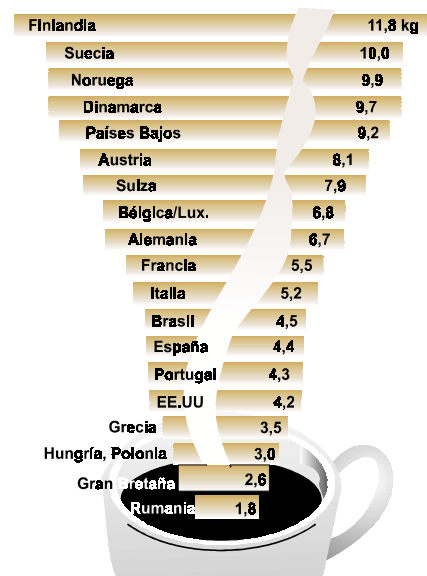


México	4.08	Camerún	1.04
Guatemala	4.33	Zaire	0.66
El Salvador	1.76	Brasil	32.60
Costa Rica	2.49	Etiopía	3.68
Colombia	11.50	Kenia	1.02
Ecuador	1.12	Uganda	3.20
Perú	2.58	Madagascar	0.75
Honduras	2.44	Indonesia	7.35
Nicaragua	1.20	India	5.02
Venezuela	1.20	Tailandia	1.38
Tanzania	0.85	Vietnam	13.00
Costa de Marfil	3.50	Papua	1.01
		Nueva Guinea	1.01

Fuente: Datos de F.O. Licht's Coffee Report 7/2001.

LOS PRINCIPALES BEBEDORES DE CAFÉ, EN EL MUNDO

Consumo per cápita de café en grano 1999 en kg (en parte estimado)



El café, con un consumo anual per cápita de 162 litros - y no la cerveza - es la bebida preferida en Alemania. De cerveza beben los alemanes sólo 128 litros por año y de agua mineral, 104. En términos de café en grano, el consumo alcanza a casi 7 kg por habitante. Sin embargo, internacionalmente, los alemanes no son los que más café beben. Mucho más acentuada es la predilección por el café en los países nórdicos. En Finlandia, el consumo de café per cápita llega a casi 12 kg; en Suecia, 10 kg. También noruegos y daneses alcanzan casi la marca de 10 kg. Buenas noticias para los exportadores de café.

Fuente: Revista D+C 2/20012.



LA TAJADA DEL LEON EN EL NEGOCIO MUNDIAL DEL CAFÉ

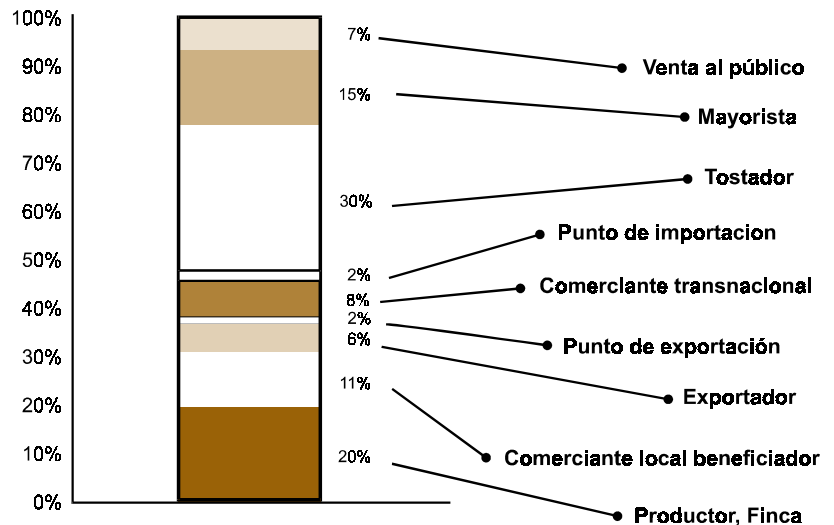
Menos del 30% de los 43 mil millones de dólares generados por la producción, comercio e industria del café en el mundo, queda en los países productores. El 70% restante es capturado y compartido, principalmente, por las compañías transnacionales que controlan casi la totalidad de la cadena comercial del café, es decir que son los comerciantes internacionales y tostadores quienes ponen las reglas del juego, nunca los pequeños productores de café, según lo indica un estudio reciente de OXFAM-GB*.

Dicho estudio presenta el gráfico 1 de valores indicativos en la captura en los eslabones de la cadena del café, desde la finca del productor hasta el estante de supermercado, representando este último el porcentaje del precio al mayorista de café, listo para el consumo, a nivel global, en base a datos de The Economist Intelligence Unit. Los valores pueden variar de país a país, lo cual es un hecho en la región de PROMECAFE, donde hay casos en que el productor recibe mucho menos del 20% (13% según CIRAD) y el exportador local más del 6% indicados en el gráfico, posiblemente un 9.-10%.

Según el mismo estudio, hay países en desarrollo, como Uganda y Etiopía, cuyo comercio exterior se basa casi en un 100%, en materias primas, entre las cuales el café tiene una participación muy alta. Le siguen en esta característica El Salvador, Honduras y Guatemala, países de PROMECAFE cuyas exportaciones totales están constituidas por 34%, 52% y 44% de materias primas respectivamente. Si se toma en cuenta únicamente el café, esta participación es de 25% para El Salvador y Honduras y de 20% para Guatemala, del valor total de las exportaciones, como se exhibe en la figura 2 de la misma fuente.

Gráfico 1

Valores indicativos en la Cadena total del café, de la puerta de la finca hasta el supermercado

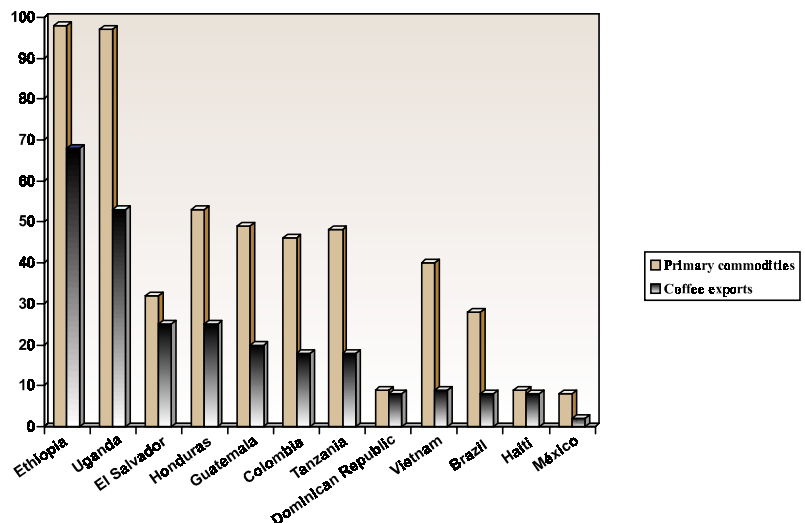


Source: Adapted from the Economist Intelligence Unit. Coffe to 2000

* The Coffee Market-A background Study. London UK, 2001

Gráfico 2

Dependencia de materias primas y del café





Las ideas expuestas en ésta sección son responsabilidad de los autores y no necesariamente representan el criterio de IICA y PROMECAFE.

SHADE IMPROVES COFFEE QUALITY IN A SUB-OPTIMAL ZONE OF COSTA RICA¹

Reinhold G. Muschler²

INTRODUCTION

The discussion of the sun-shade issue for coffee (*Coffea arabica* L., Rubiaceae) has been going on for more than a century (Lock, 1888; Guiscafre-Arrillaga, 1957; Leon and Fournier, 1962; Muschler, 1997; Beer et al., 1998). In the Atlantic zone of Costa Rica, most coffee plantations include the leguminous tree species *Erythrina poeppigiana* (Walp.) Cook (Papilionoideae) to provide mulch and shade. Typically, these trees are pruned or pollarded two to three times per year in order to, according to the farmers, stimulate flowering and ripening of the fruit. Depending on the pruning intensity, the shade pattern can vary widely from light and dispersed shade to heavy and homogeneous (Beer et al., 1998). Despite the many discussions on the best levels of shade (e.g., Fournier, Muschler, 1997; Beer et al., 1998 and Fernandez & Muschler 1999) there is relatively little information on the effects of quantified shade in different environments. In particular, there is sparse information on coffee quality as a function of shade (Aldazábal and Alarcón, 1994; Guyot et al., 1996) although the effects of environmental factors on the development of coffee berries have been discussed by various authors (Wormer, 1964; Cannell, 1974). This article summarizes the effects of different shade regimes provided by *E. Poeppigiana* on the quality of *C. arabica* vars. Caturra and Catimor 5175. The quality assessments were based on size and deformations of the fruits/beans as well as on a blind tasting experiment. Details on the environmental

modifications due to the trees and on shade effects on production (only slightly reduced with intermediate shade in these conditions) are discussed elsewhere (Muschler and Nair, 2000; Muschler, 2000 and 1997).

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out in a commercial coffee plantation of "Cafetalera Lindo S.A." in Turrialba, Costa Rica at 9°55'N, 83°41'W and 700 m above sea level. The average yearly temperature was 21°C and the annual rainfall 2600 mm, without a marked dry season. Since this temperature and rainfall pattern is above the optimum for arabica coffee (Wrigley 1988), the climatic conditions at the experimental site were suboptimal for coffee. The slope of the plots was classified as Typic hapludand with a pH in the topsoil of 5.0 to 5.5 and medium levels of nutrients except for low levels of P and K.

The plants of *C. arabica* vars. Caturra and Catimor 5175 (5000 plants ha) were between six and ten years old. The regularly spaced shade trees (about 160 trees/ha) were 15 to 20 years old. Coffee management was intensive with two fertilizations per year of 300 kg/ha each of "complete" fertilizer (18-5-15-6-2; N-PO-K-Mg-B) and 250 kg/ha of ammonium nitrate (33%N). Weeds and diseases were controlled with a minimum of herbicides and fungicides. All plots were managed identically except for not applying herbicides in those plots where shade suppressed weed growth.

Treatments and experimental design

In October 1993, five shade treatments were imposed on an area that was homogeneous in terms of soil attributes and expositions, as well as in population, distribution and physiognomy of coffee plants and trees. The treatments "unshaded", "pollarded", "open shade" and "dense shade" were repeated in four blocks, two of which

1. Presentado en XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura. ICAFE-PROMECAFE

San José, Costa Rica 2000, In Memoria, L. Zamora y J.H. Echeverri (Editores) p109-123

2. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Apdo. 126. 7170 CATIE, Turrialba, Costa Rica Fax.(506) 556-1533 e-mail: muschler@catie.ac.cr



were planted with Caturra and two with Catimor. The shadecloth treatment was included as one satellite plot in the area planted with Caturra (unreplicated), and hence the total number of plots was 17. Since the treatments were imposed on an existing coffee plantation, the levels of the factor "variety" (i.e., Caturra or Catimor 5175) could not be randomly assigned to plots. However, the high homogeneity of attributes among the 17 plots permitted to assume that the potential confounding of factors "site" and "variety" would be negligible. The sides of each plot measured between 30 and 40m, net plots consisted of 25 plants each.

The treatments covered a range of shading from 0 to more than 80% in "dense shade"- the shadecloth projected a homogeneous shade in space and time of 55 to 60%. "pollarded shade" and, to a lesser extent, "open shade" exposed the coffee plants to microclimatic changes at the times of pruning or pollarding. The shading was measured once per month as Photosynthetically Active Radiation (PAR) interception relative to the unshaded plots, using a Sunfleck Ceptometer along transects through the plots. For details on shading and microclimatic patterns refer to Muschler and Nair (2000).

Sampling and sample processing

Coffee fruit weight (g) of 100 randomly selected ripe fruits (W100) from each plot taken from the recollection baskets on 10 sampling dates (roughly at two-week intervals, spanning the whole harvest period) for the harvest 94/95, and on three sampling dates in 95/96. The data for bean size distribution (all treatments; four samples per treatment for both varieties; harvest 95/96) and the organoleptic studies (unshaded and dense shade treatments; three/one samples per treatment for Catimor/Caturra; harvest 97/98) were based on composite samples of two kg fresh weight. Each composite sample consisted of five subsamples per plot taken randomly from different batches of coffee, harvested in each plot at the time of the harvest peak. This made it necessary to take the samples from the shaded plots between three to four weeks after the samples from the unshaded plots. Only fully ripe fruits were included in the samples.

The beans were processed in the experimental "beneficio" of CATIE following the standard "wet process" (Wrigley, 1988) of depulping the coffee within 24 hours of harvest followed by soaking and fermenting the samples for 24 to 36 hours and a final washing to remove the mucilage from

the beans. Then, the samples were oven-dried at 40 to 50°C until reaching 10-12% humidity. After hand-removal of the parchment (endocarp) to avoid breakage, the beans were passed through a series of sieves with round perforations of 17, 16 and 15 sixtyforths of an inch in diameter. The weight fractions retained on each sieve were recorded and converted to weight percentages of the total sample.

Visual appearance and organoleptic attributes were evaluated by the professional coffee taster Gerardo Astua at the tasting laboratory of CICAPE. First, the parchment-free green beans samples were visually classified in five quality categories, from 1st-grade export quality to 5th – grade coffee for local consumption. These classes were subsequently transformed to correspond to a scale of (Worst) to (best). Low-grade coffee is characterized by heterogeneity of size, symmetry and color of the beans, curved or irregular center cuts, and a high occurrence of deformations, such as pea beans or triangular beans (Menchú, 1966; Wormer and Njuguna, 1966; Wrigley, 1988). The tasting protocol followed the standard CICAPE procedures. For each sample, 200 g of green coffee were roasted to a uniform light brown color, the standard procedure for detecting off-flavors and defects (G. Astua, pers. Comm., 1997). In order to classify the visual appearance of the roasted beans, homogeneity of roasting, physical shape and defects were valued on a scale of 0 to a maximum of 10 for well-formed beans of homogeneous size and color free of physical deformations or discoloration. For classifying the cup attributes of each sample, two subsamples (11 g each) were ground and used to brew two cups of coffee. The coffee brew quality was, then, assessed using aroma, body (syn. With mouth feel or viscosity sensu Clifford (1985)), acidity and cleanness of the coffee in the mouth. Under cleanness of taste, off-flavors were described. Aroma, body and acidity were given values on a scale of 0(worst) to 10 (best quality).

For the statistical analysis, means were compared with standard procedures of ANOVA and t-test. Multiple mean comparisons followed Duncan's Multiple Range Test and orthogonal contrasts for group comparisons. The unreplicated shadecloth treatment was excluded from statistical analysis. Bean size distributions were compared with contingency tables based on Chi-square tests. Differences were declared significant for a 0.05 probability level.



Results

Fruit Weight

The evaluation of fresh fruit weights (W_{100}) separated the treatments into two groups: the two treatments with tall homogeneous shade of *W. poeppigiana*, “open shade” and “dense shade”, yielded significantly heavier fruits (by 11 to 14% relative to unshaded) than the treatments “unshaded” and “pollarded” (Figure 1). This difference was consistent for all harvest events. As expected, homogeneous intermediate shade, provided by shadecloth for Caturra, yielded and intermediate W_{100} demonstrating the effect of shade per se, i.e. without being confounded with other effects of the trees (e.g., organic matter/nutrient cycling). The increase in W_{100} under open and dense shade was similar for both coffee varieties. The values for Catimor were consistently higher by 17% compared to Caturra when averaged across all treatments.

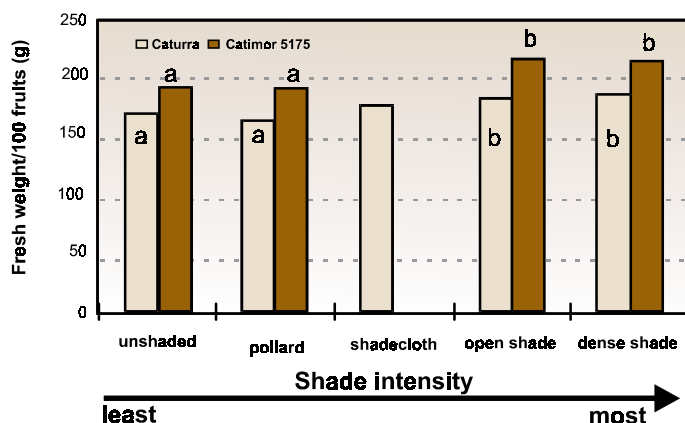


Figure 1. Fresh weight of 100 ripe fruits of two coffee varieties grown under increasing shade levels (el Cañal, Turrialba, Costa Rica; 1994/95/96; 700 masl, 2600 mm). Within varieties, means with the same letter do not differ significantly ($n=26$, $p=0.05$).

Fruit to bean conversion factors

The ratios between fruit fresh-weight (Fw_{fruit}) and the corresponding dryweight of parchment coffee (Dw_{parch}) and dry-weight of green coffee (Dw_{green}) did not reveal any significant differences between varieties (data not shown) or treatments (Table 2), although there seems to

be a slight tendency towards lower conversion rates for the unshaded treatment. The ranges of the individual plot data were 15-19% for DW_{parch}/FW_{fruit} , 12-16% for Dw_{green}/Dw_{parch} *

Bean Size

The size distribution of green beans (“café oro”) showed, for both coffee varieties, a significant and consistent increase in bean size with increasing shade levels under *E. poeppigiana* (Figura 2) (significant at $\alpha=0.1$ and $\alpha=0.1$ for X²-test for Caturra and Catimor, respectively). The proportions of large beans (>17/64) in the open and dense shade treatments were significantly higher than in the unshaded treatment. This was unexpected since shading was more intense under the shadecloth than in the pollarded plots. Although the described patterns held for both varieties (Figure 2), the relatively larger increases of bean sizes due to shading for Catimor compared to Caturra suggested a bigger benefit of shading for Catimor. While the increase in the percentage of large beans from “unshaded” to “dense shade” amounted to 20% (from 49 to 69%) for Caturra, it was 29% (from 43 to 72%) for Catimor. Similarly, the reduction of small beans was larger for Catimor (14%; from 18 to 4%) than for Caturra (9%; from 14 to 5%).

Discussion

Fruit weight

The larger and heavier fruits with increasing shade coincide with results from other authors who documented a beneficial effect of shading, primarily through temperature reduction and an extension of the ripening period (Cannell, 1974; Aldazábal and Alarcón, 1994 and 1994; Guyot et al., 1996; Salazar, 1999). Although the shadecloth treatment was not replicated and, therefore, not included in the statistical analysis, it is interesting to note that its intermediate shading produced berries weights intermediate between the unshaded and pollarded plots on the one hand, and the open and dense shade plots on the other. Since the shadecloth treatment excluded other potentially secondary effects of trees, e.g. via nutrient cycling or root interactions/turnover, it appears that the observed differences in W_{100} were predominantly due to the differences in shading and not to other factors. This was indeed likely since both abundant nutrient and water supply in the experiment may have limited the importance of tree-coffee competition for these resources.



Fruit to bean conversion factors

The absence of significant differences in conversion ratios between the two varieties and among treatments suggests that fresh fruit weights can be used to compare different shade appears to be a promising and simple indicator of bean weight. Relative constancy of conversion ratios also would permit the easy calculation of dry weight green bean equivalents which are more tedious to measure on a routine basis. However, given that in the shade compared to unshaded treatments (Table 2), conversion factors of fruit to parchment and to green coffee were more than 1% higher (although statistically not significant), the independence of conversion factors from shade levels needs further scrutiny before adopting the procedure. Higher fruit to green coffee conversion factors in shade (17.3%) relative to unshaded (16.7%) were also reported by Hernández (1995). If confirmed, such differences would present an additional benefit of shade and would have to be considered for interpreting the fruit weight as an indicator of bean weight.

Bean size

The increase of bean sizes with shading confirms studies from other coffee areas (Abruña et al., 1966; Aldazábal and Alarcón, 1994; Guyot et al., 1996; Salazar, 1999). However, the higher proportion of large beans in the pollarded treatment compared to the shade cloth was surprising since the average level of shading in the pollarded treatment was lower than that of the shade cloth. If bean size increased steadily with shade, the opposite would be expected. One factor to explain this result may be the patchiness of shading in the pollarded treatment, which contrasts strongly with homogeneous

shading, both in time and space, under the shade cloth. The patchy shading in the pollarded treatment exposed the coffee bushes closest to Erythrina trees plants could have contributed to the higher proportion of small berries relative to the “unshaded” treatment (Figure 2) but was possibly not intense enough to have significantly improved the conditions for the development of large berries.

The relatively larger shade benefits for the bean size of Catimor vs. Caturra could indicate a higher adaptation of Catimor to shade. This would concur with the slightly smaller yield reduction of 12% under dense shade vs. no shade for Catimor compared to Caturra where dense shade reduced production by 37% (Muschler, 2000 and 1997). However, the validity of this interpretation needs to be verified for different environments in the future.

Visual appearance and organoleptic attributes

With the exception of aroma, both varieties benefited consistently from shade (Figure 3). For Catimor, shade improved the appearance of green ($a=0.01$) and roasted ($=0.1$) beans. Shade also improved both taste parameters (body was significantly lower for shaded Catimor). For Caturra, a similar pattern was found for all parameters, except for aroma and acidity, with the differences between treatments being slightly smaller. Again, the observation of larger differences for Catimor than for Caturra may indicate the higher shade requirements or tolerance of Catimor. Among the other parameters described, two of the three unshaded samples of Catimor had an undesirable medicinal off-flavor which was not detected in any other sample. Unshaded samples also had more deformed beans such as pea berries. This information, however, was not quantified since it was reflected already in the index of green bean appearance.

Table 2.

Conversion factors for fresh weight to dry weights, of fruit, parchment and green coffee beans

Treatment [@]	DW parch/FWfruit	DWgreen/FWfruit	DWgreen/DWparch
Unshaded	16.9	13.7	81.4
Pollarded	18.0	14.7	81.8
Open shade	18.2	15.0	82.7
Dense shade	17.8	14.7	82.4
Shade cloth	18.1	15.1	83.4

[@] n=4 except for “shade cloth” (only with Caturra) where n=1



Since taste and visual appearance of coffee, parameters that were improved by shade, are more important for the overall judgement of coffee quality than aroma (smell) of the brew (G. Astua, pers. Comm. 1997), it was concluded that organoleptic coffee quality was greatly improved by shade. The improvements were greater for Catimor than for Caturra, mainly due to the lower classification of the unshaded Catimor compared to Caturra (Figure 3). Relatively low quality ratings of unshaded Catimor 5175, compared to other varieties, were previously reported by Astúa and Aguilar (1997). However, it is interesting that the organoleptic quality of shaded Catimor was almost the same as that of shaded Caturra (Figure 3) since this might indicate an important avenue for improving the often deficient quality of certain lines of Catimor which currently receive much attention due to their resistance to coffee leaf rust (*Hemileia Vastatrix*).

Improved organoleptic properties from shading were also reported by Guyot et al. (1996), for *Coffea arabica* var. Catuai from high-elevation zones in Guatemala. In that study, shading also increased the acidity and the sucrose content of Catuai, both important ingredients of organoleptic evaluations. The primary reason reported was delayed ripening due to the shade and its microclimatic effects. It is likely that the same factors were responsible for the higher quality of shaded coffee also, in the present study. At this low-elevation coffee site with high temperatures, the reduction of temperature extremes through shading (Barradas and Fanjul, 1986; Jaramillo-Robledo and Gómez-Gómez, 1989; Muschler and Nair, 2000) may have played the dominant role for the uniform growth and ripening of berries. This might be the main reason for improved coffee quality under environmental conditions outside of the optimum biophysical range for coffee.

In contrast to Guyot et al. (1996), Barboza (1991) found only inconsistent differences in coffee quality between unshaded and shaded plots. However, this lack of response was probably due to the low levels of shading studied which were similar to the pollard treatment of the present study. As shown also in this study (Figures 1 and 2), the patchy shade pattern of the pollarded treatment was not sufficient to significantly and consistently improve coffee quality over that from the unshaded plots. This finding was also corroborated by Salazar (199) who

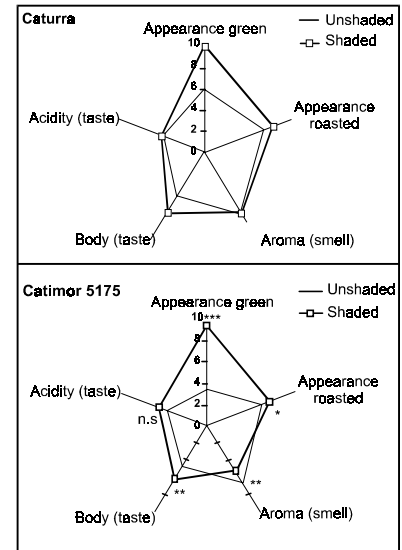
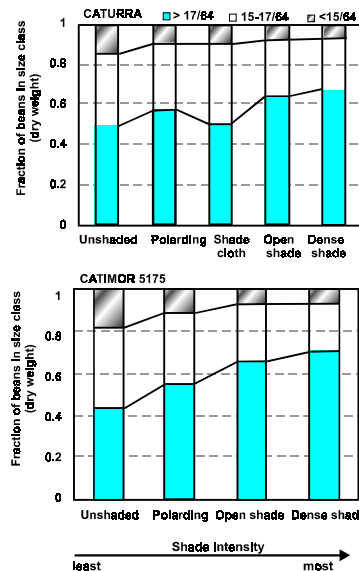


Figure 3. Quality attributes of green and roasted beans of two varieties of *Coffea arabica*

found that the quality attributes of the unshaded and pollarded plots were very similar and markedly inferior to the coffee from open and dense shade plots.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The study suggest a substantial improvement of coffee quality through shading in a suboptimal and high-temperature environment where coffee plants are stressed. The main benefits from shading were (1) higher weights of fresh fruits, (2) larger beans, (3) higher ratings for visual appearance of green and roasted beans, (4) higher ratings for acidity (Catimor only) and body, and (5) absence of off-flavors. The only parameter which was decreased for one of the two coffee varieties under shade was aroma. However, coffee tasters consider this parameter as less crucial than the others. Future economic analyses of different coffee management options should take these differences into account. The comparison between varieties suggest that Catimor 5175 has a higher shade adaptation/requirement than Caturra. However, such varietal differences in shade adaptation, and hence potential "agroforestry compatibility", will have to be substantiated by further studies specifically designed for this purpose.

The suboptimal environmental conditions of this study are typical of many low-elevation coffee areas and the stress to which unshaded coffee plants are exposed can be expected

to be further aggravated by fertility and moisture limitations. Under such conditions, it is possible that the shade benefits shown in this study might be even greater. The obligate use of shade in the dry coffee zones on the Pacific side of Central America (e.g., Guanacaste in Costa Rica, Managua, San Salvador), despite possible competition for water, lends credence to this conjecture. On the other hand, in more benevolent coffee zones with only slight or no edaphic or climatic limitations, these differences might disappear or even be reverse if shading or other tree effects of shading on coffee quality deserve more emphasis. The observation that intermediate shade ("open shade") produced larger beans of better organoleptic attributes (Figures 1 and 2 and Salazar 1999) while sustaining harvest levels of quality fruits at similar levels as an unshaded plots (Muschler 2000) suggests that intermediate shade may allow the farmer to get the "best of both worlds", at least in environments similar to the one studied. However, future research on the interactive between shade effects and site suitability for coffee will have to validate this hypothesis for the ecologically diverse coffee regions of Central America.

LITERATURA CITADA

- Aldazábal M and Alarcón O (1994) Fisiología del cafeto en condiciones de montaña centro Agrícola (Cuba) 21(3): 5-9; 47-53
- Astúa G and Aguilar G J (1997) Prueba comparativa de las cualidades organolepticas de bebida del Catimor T5175, Variedad Costa Rica 95, Caturra y Catuai, en ocho regiones cafetaleras de Costa Rica. In: Echeverri J and Zamora L (eds) Memorias del XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura, pp.263-267. IICA/PROMECAFE, San José, Costa Rica.
- Barboza GA (1991) Calidad de la bebida y beneficiado en función de la fertilización del Café (*Coffea arabica* L.) cultivado bajo sombra regulada y a plena exposición Solar. Tesis Lic. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 96 pp.
- Barradas VL and Fanjul L (1986) Microclimatic characterization of shaded and open-grown coffee. Plantations in Mexico. Agricultural and Forest Meteorology 38:101-112 (*Coffea arabica* L.)
- Beer JW, Muschler RG, Somarriba E, and Kass D (1998) Shade management in coffee and cacao plantations, a review. Agroforestry Systems 38:139-164
- Cannell MGR (1974) Factors affecting arabica coffee coffee bean size in Kenya, Journal Horticultural Science 49:65-76
- Clifford MN (1985) Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: Clifford MN and Willson KC (eds) Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage, pp.305-374. Croom Helm, London.
- Fernandez CE and Muschler (1999) Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de Cultivo de Café en América Central. IN: Bertrand B and Rapidel B (eds). \ Desafios de la caficultura en Centroamerica, pp.69-96. CIRAD/IICA/PROMECAFE, San José, Costa Rica.
- Fournier LA (1988) El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra: un Enfoque agronómico y ecofisiológico. Agronomía Costarricense 12:131-46
- Guiscafre-Arrillaga J (1957) Sombra o sol para el cafeto? El Café de El Salvador 308/309:320-364
- Guyot B, Gueule D, Manez JC, Perriot JJ, Girón J and Villain L (1996) Influence del Altitude et del'ombrage sur la qualité des cafés Arabica. Plantations, Recherche, Developpement 3(4): 272-280.
- Hernández OR (1995) Rendimiento y analisis financiero del sistema agroforestal café (*Coffea arabica* cv Caturra) con poró (*Erythrina poeppigiana*) bajo diferentes densidades de laurel (*Cordia alliodora*). M.Sc.thesis. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 pp.
- Jaramillo-Robledo A and Gómez-Gómez L (1989). Microclima en cafetales a libre Exposición solar y bajo sombrío. Cenicafé 40:65-79
- Menchú JF(1996) La Determinación de la Calidad del Café. Asociación Nacional del Café, Guatemala. 51 pp.
- Muschler RG and Nair PKR (2000) Modification fo growth environment for *Coffea Arabica* by different pruning regimes of *Erythrina poeppigiana* in Costa Rica. Agroforestry systems (submitted)
- Muschler RG (1997a y b) Efectos de sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea Arabica* vars. Caturra y Catimor. Sombra o sol para un cafetal sostenible?: un Enfoque de una vieja discusión. XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura ICAFE-PROMECAFE. San José, Costa Rica. Memoria (L. Zamora y JH Echeverri Eds.) P.57-162; 471-476.
- Salazar EI (1999) Calidad de *Coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a Diferentes elevaciones en Costa Rica. M.S. thesis. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Wormer TM (1964a). Normal and abnormal development of coffee berries. Kenya Coffee 29:91-106
- Wormer TM (1964b) The growth of the coffee berry. Annals of Botany 28:47-55



ALMACENAMIENTO, AIREACION Y SECAIREACION DE GRANOS¹

Ronald Jiménez Ch., Ing. Agri. M.Sc.²

ALMACENAMIENTO

1.1. Consideraciones generales

Es fundamental disponer de un lugar seguro para almacenar gran parte del grano que se produce y que no se utiliza inmediatamente, debido a que la producción de grano es estacional, mientras que el consumo es continuo. Existe diversidad de instalaciones para almacenamiento, abarcando desde pilas de grano completamente desprotegido, contenedores o huecos subterráneos, pilas de grano ensacado, hasta silos para almacenamiento de muchas formas, tamaños y tipos de construcción. Los principales métodos de almacenamiento en las zonas productoras de café son el almacenamiento en la finca y el almacenamiento en plantas procesadoras.

Además de almacenamiento, las plantas procesadoras disponen de instalaciones para limpieza, clasificación y secamiento del grano. También sirven al sistema de mercadeo de granos, equilibrando la oferta con la demanda, así como transfiriendo grano de un medio de transporte a otro.

Un almacenamiento seguro involucra mantener la calidad y la cantidad del grano. Esto significa protegerlo de los rigores del clima, de los hongos y otros microorganismos, de la humedad, de las temperaturas altas y destructivas, de los insectos, de los malos olores, de la contaminación y de la distribución no autorizada.

1.2 Mediciones de calidad

Las mediciones de calidad son necesarias en el mercadeo de granos de tal manera que el comprador y el vendedor puedan estar de acuerdo en el precio sin necesidad de tener muestras en mano de cada lote de grano. También son necesarias para determinar las posibles pérdidas de calidad que se puedan producir durante el almacenamiento.

1. *Parte de la presentación del autor en Seminario taller sobre Secado del Café y su influencia sobre la calidad. IHCAFE-PROMECAFE-EAP/Zamorano. San Pedro Sula, Honduras. Dic. 2000*

2. *Profesor Asociado y Consultor del Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS) de la Escuela de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Costa Rica.*

Las mediciones de calidad pueden ser rápidas y simples, a causa de los grandes volúmenes de granos manejados en las plantas procesadoras y al gran número de unidades probadas.

1.3 Clases de instalaciones para almacenamiento

En el Suelo

Después del beneficiado, el grano puede apilarse en el suelo, sin protección, únicamente mientras se consigue un medio de transporte con el cual pueda trasladarse a un lugar más seguro. Las pérdidas son pequeñas si el grano permanece en estas condiciones un período de tiempo corto. Con el tiempo, sin embargo y si el grano está expuesto a la lluvia, aumenta la posibilidad de que ocurran daños. La columna de grano absorbe humedad tanto a través de su superficie expuesta como de la superficie en contacto con el suelo. Además, el grano está expuesto al ataque de roedores, pájaros, insectos y a las condiciones del clima, de tal manera que en unas pocas semanas, las pérdidas serán realmente grandes.

Subterráneo

El almacenamiento subterráneo fue probablemente el principal método de almacenamiento usado por las sociedades primitivas para guardar el grano que no consumían inmediatamente. Entre sus ventajas se pueden señalar la protección del grano de las variaciones diarias y estacionales de temperatura, la inhibición de insectos y moho a causa del bajo contenido de oxígeno y la alta temperatura, la concentración de dióxido de carbono en el aire intergranular, y los métodos simples de construcción. Su principal desventaja es el alto costo de manejo del grano. Casi no se utiliza en la actualidad.

En Sacos

Es un método de almacenamiento muy utilizado para café en pergamino y principalmente en oro. Los sacos de grano pueden apilarse en cualquier lugar que se encuentre suficientemente protegido de las inclemencias del tiempo y de los depredadores. El grano ensacado puede transportarse y manejarse sin necesidad de equipo especial. El almacenamiento en sacos puede llegar a ser costoso, especialmente si el valor de la mano de obra es elevado.



Almacenamiento en planta

Las plantas procesadoras reciben el grano directamente de los productores o de intermediarios. Su principal función es acopiar grano procedente de las zonas productoras cercanas, acondicionarlo y enviarlo al mercado. Además de lo anterior, las plantas ofrecen espacio para almacenamiento y otros servicios. Los requerimientos estructurales de los silos para almacenamiento son:

1.31 Estructuras verticales tipo silo

Las principales estructuras verticales utilizadas para almacenamiento de grano fueron de madera, la cual abundaba y era relativamente barata. Los silos de madera para trigo y maíz se construían colocando tablas en forma plana, una encima de la otras, de tal manera que las paredes eran de madera sólida de 20 cm (8 pulgadas) de espesor en la parte inferior de silo y de 10 cm (4 pulgadas) en la parte superior, puesto que este tipo de silo constituía un serio peligro de incendio, pronto se empezaron a utilizar otros materiales de construcción. Primero se probó una cubierta de metal sobre las paredes de madera, posteriormente aparecieron los silos construidos totalmente de acero. La construcción de silos de concreto se inició alrededor del año 1900 y es de uso general en la actualidad en los países con gran producción de granos.

No existe una fórmula para determinar la altura óptima de un tanque de almacenamiento. Se han construido tanques desde 24 a 43 m (80-140 pies) de altura. Los factores que afectan la altura incluyen el área disponible, el volumen de almacenamiento deseado, el peso que la tierra pueda soportar (resistencia mecánica del suelo), el costo de elevar el grano comparado con el costo de transportarlo, y el tipo de planta que se va a construir. Los silos de metal siempre son cilíndricos. Aunque se han intentado construir silos de concreto con otras formas, tales como la base ovalada o la hexagonal; la sección redonda es la que da la mayor resistencia con la menor cantidad de material.

El ingeniero a cargo del diseño puede escoger entre silos de fondo plano o cónico. Los silos cónicos con fondo en pendiente son muy convenientes, puesto que todo el grano fluye por gravedad, además son autolimpiables y no requieren de trabajo con palas. Los silos de fondo plano son más baratos de construir y dan ligeramente más espacio, pero causan más demoras a la hora de descargarlos, puesto que se requiere realizar las lentas operaciones de paleo. En

general, los fondos cónicos son mejores si los silos se van a vaciar completamente al menos tres veces al año.

El tamaño del silo afecta el manejo y la economía del sistema. Puesto que el costo por tonelada métrica del espacio de almacenamiento aumenta considerablemente conforme el silo es más pequeño, la tendencia es a construir silos grandes. Sin embargo, los silos pequeños tienen sus ventajas; en ellos los granos de diferentes calidades pueden separarse mejor. Si los silos grandes no se pueden mantener relativamente llenos, gran parte del espacio de almacenamiento se desperdicia. Es usual, por lo tanto, construir silos en tamaños escalables, tales como en proporciones de 5-10-20-50. Usando uno o más silos, se pueden hacer lotes de grano de casi cualquier tamaño, de tal manera que se ajusten a la capacidad del silo sin desperdiciar espacio. Similarmente, si se descarga parcialmente un silo grande, se dispondrá de un silo pequeño al cual se pueda transferir el grano restante, pudiéndose aprovechar de nuevo toda la capacidad del silo más grande.

1.32 Silos planos

La presión de las sobreproducciones de grano ha conducido a la construcción de silos auxiliares de mucha capacidad en conexión con plantas procesadoras o terminales portuarias en países de gran producción de granos como Estados Unidos, Canadá y Argentina. Estos silos suministran gran capacidad al menor costo posible. Para conseguir este objetivo, los silos se construyen más anchos y más bajos que los silos para almacenamiento convencional, para reducir los costos y las presiones laterales en las paredes. Los pisos se montan directamente en el suelo, el equipo para manejo se mantiene en mínimo, y el techo tiende a seguir la pendiente de la pila de grano. Algunas veces, el almacenamiento plano consiste únicamente de un techo con pendiente apenas suficiente para cubrir una pila de grano cerca de la planta de proceso. Los silos grandes pueden estar conectados directamente a la planta o pueden construirse solamente adyacentes a ella. En la actualidad, los silos planos con capacidades de 10 000 a 21 000 toneladas se están haciendo de uso muy popular. La mayoría de almacenamiento planos están equipados para ser llenados por gravedad o algunas veces con la ayuda de palas mecánicas. Estas palas se requieren para mover la mayor parte del grano a los equipos de manejo, los cuales lo transfieren a otros silos de almacenamiento o a las zonas de despacho.



1.33 Cambios de temperatura y humedad y sus efectos en granos almacenados

La migración de humedad en granos almacenados se debe principalmente a cambios de temperatura. La cantidad de humedad presente en el grano es uno de los factores más importantes que influyen en su capacidad de almacenamiento. Un grano a alto contenido de humedad y a relativamente alta temperatura promueve el crecimiento de insectos y hongos e incrementa la velocidad de respiración del producto. Estos factores tienden a reducir la cantidad del grano ya sea a través del daño directo en el producto o por una disminución en la viabilidad de la semilla.

La migración de humedad puede ocurrir en un silo aún en el caso en que el grano este a un nivel de humedad considerado adecuado para el almacenamiento. Generalmente el café en pergamino se almacena en un silo a un contenido de humedad de 11,0 a 11,5%. Este nivel es lo suficientemente bajo como para ser considerado seguro para la mayoría de las regiones. Sin embargo, por efecto de corrientes de convección de aire, en la capa superior del grano, puede darse una acumulación de humedad hasta un 30%. La acumulación de humedad se nota en silos de más de 70,5 m³ de capacidad. Se han producido grandes pérdidas en grano almacenado como consecuencia de alguna (o varias) de las siguientes situaciones:

- El producto tiene alto contenido de humedad al inicio del almacenamiento
- Se utiliza una estructura alta
- Existe una gran diferencia entre la temperatura ambiental y la temperatura del grano
- El producto fue almacenado bajo condiciones ambiente calurosas (en contraposición con el almacenamiento en tiempo frío).
- No se aplica aireación al grano o se aplica con desconocimiento tecnológico

Movimiento de aire por convección

El movimiento de humedad en granos almacenados se debe fundamentalmente al movimiento del aire por convección natural,

que se produce cuando no se aplica aireación controlada en el lote de grano. Algunas veces el grano se almacena relativamente caliente (30-40 °C), especialmente después del secamiento sin aireación posterior. Si la temperatura del ambiente al cual está expuesto el grano almacenado es baja (15-20°C) en comparación a la temperatura del grano, se producen corrientes de convección en el silo (Figura 1).

En esta condición, el aire intergranular cerca de las paredes del silo se enfría, moviéndose hacia abajo a lo largo de las paredes, luego a través del grano en el fondo del silo, llegando al centro donde el aire y el grano están calientes. Debido a estas condiciones el aire empieza a subir en esta zona, recogiendo humedad a su paso a través de la masa de grano. Puesto que la superficie del grano en la parte superior está fría, el agua se condensa sobre el grano, lo que eleva su contenido de humedad en esta área. La zona sujeta a deterioro alcanza una profundidad de 30 a 60 cm y se extiende radialmente hasta aproximadamente un metro (1 m) de la pared del silo.

Para el grano que se ha almacenado frío en ambientes cálidos o que recibe directamente los rayos del sol en las paredes del silo, ocurre un proceso inverso en ausencia de aireación controlada (Figura 2). El aire intergranular de la periferia sube al contacto con las paredes relativamente calientes del silo y luego baja por el centro de la masa de grano hasta el fondo, donde la humedad se condensa, debido a que el grano tiene en esta zona una temperatura más baja (punto de rocío o inferior). El movimiento del aire continúa hacia las paredes del silo y luego a mayor temperatura. Bajo estas condiciones el deterioro del grano ocurre en el fondo del silo. En café, por ejemplo, debido a la distribución no uniforme de la humedad los granos

Figura 1



Figura 2



Migración de humedad en granos almacenados cuando las temperaturas exteriores son diferentes que las del grano.

empiezan a blanquearse, defecto que se produce también en la situación anterior.

2. Aireación

2.1 Introducción

Un grano que se debe almacenar en grandes cantidades y por períodos relativamente prolongados necesariamente requiere de aireación. La aireación involucra el movimiento de volúmenes de aire pequeños a través de la masa de grano con el propósito de mantener la calidad del producto, controlando la temperatura del grano y reduciendo el riesgo de daño o deterioro como consecuencia de la actividad de hongos o insectos. La aireación se práctica para:

1. Prevenir la migración de humedad manteniendo una temperatura uniforme a través de la masa del grano
2. Enfriar el grano para reducir el crecimiento de moho y la actividad de los insectos
3. Remover aquellos olores del almacenamiento que no son persistentes
4. Distribuir fumigantes en la masa de grano
5. Mantener grano húmedo
6. Remover el calor generado por el proceso de secamiento

La prevención de la migración de humedad y el enfriamiento del grano son los principales propósitos de la aireación. Olores tales como los producidos por grano fermentado no pueden eliminarse enteramente con aireación. Además, el flujo de aire no es lineal en la mayoría de los sistemas de aireación por lo que los fumigantes no se distribuyen uniformemente a través del silo.

2.2 Flujo volumétrico de aire

Los volúmenes de aire utilizados en la aireación son variables y usualmente pequeños. Para climas templados, los cuales oscilan entre 0,05 a 0,33 volúmenes de aire por minuto por unidad de volumen de grano ($1/20$ a $1/3 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^3$ de grano) o sea, solo un 5 a 10% del caudal de aire utilizado para secamiento de granos. En situaciones donde el equipo opera con control automático, se pueden utilizar flujos volumétricos de aire más pequeños.

Dirección del flujo de aire

El ventilador de aireación y el sistema de ductos se instala convenientemente en el fondo de la estructura de almacena-

miento. El flujo de aire es usualmente hacia abajo en los sistemas de succión y hacia arriba en los sistemas de aireación a presión. Ambos sistemas de aireación, dirección de flujo hacia arriba y dirección de flujo hacia abajo, tienen sus ventajas y desventajas. En algunas situaciones, un sistema trabaja mejor que el otro. Pero para efectos de cálculo del caudal de aire y tamaño del ventilador de aireación, la dirección del flujo de aire prácticamente no representa ninguna diferencia.

El movimiento del aire hacia abajo, reversa el movimiento convectivo del aire en el centro más caliente de la masa de grano. El aire que ha sido calentado al pasar a través del grano sale atravesando el grano caliente del fondo del silo.

Un movimiento hacia arriba del aire puede resultar en condensación de humedad en la superficie del grano, la cual puede estar más fría que el aire que sale de la masa de grano. También, con movimiento de aire hacia arriba, se puede esperar condensación en el metal "frío" del techo del silo. Con movimiento de aire hacia abajo, no se agrega calor al aire de enfriamiento por medio del abanico o motor.

Cuando se enfría el grano seco en un silo equipado para secamiento, el abanico entrega grandes cantidades de aire, enfriándose el grano en unas pocas horas. Usualmente no se experimenta ninguna dificultad con el flujo de aire hacia arriba con este tipo de equipo.

2.2 Operación del Sistema

La aireación debe iniciarse tan pronto como sea posible una vez que el grano ha sido colocado en el almacenamiento. Es deseable la operación del equipo por unos días después de que el grano ha sido colocado en el silo, con el objeto de ayudar a equilibrar cualquier variación de humedad o temperatura en la masa del grano.

Se debe iniciar con el enfriamiento del grano tan pronto como la temperatura del aire ambiente sea de 10 a 15°F ($5,6$ a $8,3^\circ\text{C}$) menor que la temperatura del grano. Durante los meses secos los abanicos de aireación deben funcionar continuamente a menos que la humedad relativa suba y se mantenga alta por un largo período. En los meses lluviosos o húmedos, el operador debería seleccionar los períodos para la operación de los abanicos en los que la humedad relativa ambiente no sea mayor de 70%.

También se puede utilizar un control de humidistato para operar el abanico automáticamente durante condiciones ambiente favorables. Es altamente recomendable inspeccionar el silo de grano periódicamente para detectar el posible



desarrollo de “puntos calientes” causados por ataques de insectos o la presencia de moho.

3. Secaireación

3.1 Introducción

El método de secaireación de granos fue desarrollado en los Estados Unidos en la década del 60. se le denominó en inglés “Dryeration” como una combinación de las palabras “dry” (secar) y “aeration” (aireación). Su creador fue George Foster, profesor del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Purdue, en Lafayette, Indiana.

Las investigaciones que llevaron al desarrollo de este método, nacieron de la necesidad de reducir el deterioro que sufría el grano de maíz en Estados Unidos, debido a que se había difundido el uso de cosechadoras automotrices que permitían la recolección del grano con elevados contenidos de humedad, procedimiento que hacía necesario el empleo del secado artificial. El daño que experimentaba el grano ocasionaba quejas por parte de los industriales y exportadores, que manifestaban su preocupación por la gran fragilidad del grano y su mediocre calidad para las industrias del almidón, alimentos para humanos y otros usos.

Al poner a punto el procedimiento, Foster, junto a otros investigadores como B.A. Mckenzie y R.A. Thompson, comprobaron que permitía un aumento importante de la capacidad de los equipos de secado y reducía los gastos de energía. Todos esos factores han contribuido a la difusión que ha alcanzado este método de secado. La difusión en el país de origen ha sido amplia y ha tenido aceptación particularmente entre muchos productores, que han adoptado algunas variantes, como el llamado secado combinado.

Francia es otro país en donde ha alcanzado gran divulgación, debido a que el maíz es cosechado con altos porcentajes de humedad (35 a 40%), lo que ocasiona grandes costos para su secado con el método clásico o convencional, pudiéndose deteriorar seriamente la calidad del producto. Suscitó mucho interés a partir del año 1973, cuando apareció la crisis del petróleo. Según Lasseran (1997) en Francia, entre el 20 y 25% de la cosecha de maíz se seca en este procedimiento, al cual lo llaman “refroidissement lent différé” (enfriamiento lento diferido).

La secaireación es un proceso que involucra tanto el secamiento como la aireación del grano. En este proceso el grano se remueve de la secadora sin haber sido enfriado, y a un contenido de humedad alrededor de 2% mayor que el

valor deseado. El grano caliente es colocado en un silo en donde permanece en reposo luego durante varias horas, experimentando un proceso conocido como atemperado, luego del cual el grano es enfriado lentamente, produciéndose cierto secamiento durante esta última etapa.

3.2 Secamiento de alta temperatura

La parte de secamiento del ciclo de secaireación se lleva a cabo usualmente utilizando temperaturas del aire más altas de lo normal. Por esto, la mayoría de las secadoras tienen que ser convertidas agregando una unidad extra de calor en la sección de enfriamiento o aumentando la capacidad del calentador existente. De cualquier manera, estas modificaciones deberían ser hechas por el fabricante para asegurarse que el equipo operará apropiadamente.

3.3 Atemperado

La temperatura del grano transferido al silo de atemperado oscila entre 50 y 60 °C. Dentro de cada semilla existe un gradiente de humedad, teniendo el centro el contenido de humedad más alto. El propósito del proceso de atemperado es permitir que la humedad dentro de cada grano se redistribuya, eliminando el gradiente de humedad mencionado. El proceso de atemperado también alivia algunos de los esfuerzos producidos por el rápido secamiento en las capas exteriores de los granos. La redistribución de humedad tarda entre 4 y 10 horas.

3.4 Secaireación en café

La secaireación aplicada al café es un método de secado que consiste en detener el proceso en la secadora cuando el grano ha alcanzado una humedad promedio entre 13 y 14%. Desde aquí se pasa caliente a silos especiales donde se le deja reposar por varias horas (entre 4 y 24 horas). Luego de este proceso de atemperado y en estos mismos silos se concluye el secado y enfriamiento simultáneo con aire ambiente utilizando equipos de aireación debidamente diseñados.

Proceso y equipo

El proceso de secaireación y el equipo utilizado se muestran en la Figura 3. El proceso se lleva a cabo en tres etapas:

1. Secamiento de alta temperatura
2. Atemperado
3. Enfriamiento acompañado por un secamiento final

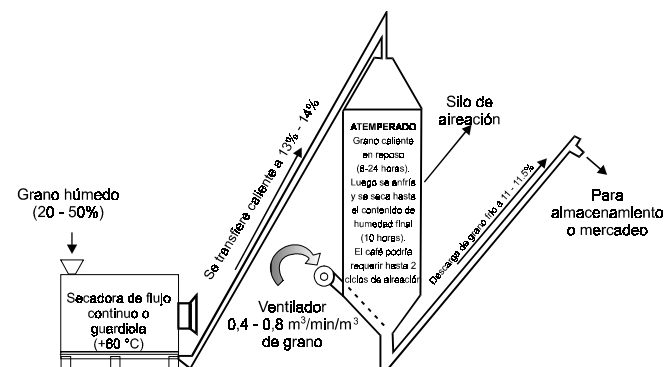


Cada etapa requiere de modificaciones de equipo y procedimientos que son únicos a la secaireación

La figura 3 proporciona un esquema del proceso y de los equipos involucrados, así como de las variables técnicas del sistema. Como se indica, el grano húmedo se recibe en la secadora y se procede al secamiento utilizando las condiciones de operación normales, hasta obtener el porcentaje de humedad indicado (13-14%). El grano caliente es descargado de la secadora y sin enfriarlo, se transfiere a un silo de aireación. En este permanece el café en reposo por el período mencionado para realizar el atemperado; luego se pone en funcionamiento el proceso de aireación que puede tardar unas 10 horas y que remueve los restantes dos o tres puntos de humedad, al mismo tiempo que el café se enfría por efecto del aire ambiente que esta recibiendo. De aquí el grano es llevado, ya seco y frío, a los silos de almacenamiento definitivo. Inmediatamente después se vuelve a llenar el silo de secaireación con grano caliente.

El calor que acumula el grano en el silo de secaireación calienta el aire que ingresa, disminuyéndole su humedad relativa, con que adquiere una buena capacidad de secado. En esta forma el grano termina de reducir su humedad a 11-12%. Esta también es una de las razones por las cuales se aumenta el rendimiento del proceso, que puede llegar a ser en total, un 100% mayor que el del secado convencional.

Una descripción completa del proceso para maíz se encuentra en el trabajo preparado por McKenzie, Foster, Noyes y Thompson (s.f.), que se aconseja consultar. Si se quisiera profundizar sobre los aspectos teóricos y físico-matemáticos del tema, se recomienda el trabajo de Neves, Forter, Moreira y Pinheiro Filho (1983).



Avances y Planes del Programa de MIP y Agroforestería en Café de CATIE. 1999-2003 Financiado por NORAD¹

Charles Staver²

El programa regional para la implementación participativa con bases ecológicas de MIP y agroforestería en café en Nicaragua y Centroamérica inició actividades en septiembre de 1998, como continuación del proyecto CATIE/INTA-MIP. Las actividades de CATIE/INTA-MIP se concentraban principalmente en Nicaragua en el manejo de plagas de diversos cultivos incluyendo el café. Durante los años 95-97 este proyecto en coordinación con PROMECAFE y los institutos nacionales de café realizó talleres de capacitación en el manejo de plagas en café en Honduras, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y República Dominicana. Un total de 237 especialistas y extensionistas participaron en estos talleres. Además en Nicaragua el proyecto ofreció capacitación a más de 400 técnicos. El proyecto anterior y el nuevo Programa recibensu apoyo financiero de NORAD.

El nuevo programa MIP/AF que tendrá una duración de cinco años hasta 2003 cuenta con un equipo de profesionales de diversas disciplinas, incluyendo entomólogos, fitopatólogos, malezólogos, agroforestales, economistas, metodólogos y científicos sociales.

El programa tiene los siguientes objetivos:

1. Instituciones locales, nacionales y de la región centroamericana
Emplean su capacidad ampliada en MIP y agroforestería en café para desarrollar y organizar más y mejores programas con pequeñas y medianas familias rurales.
2. Decisores, especialistas, extensionistas y familias rurales comparten y amplían conocimientos en MIP y agroforestería en café con colegas y vecinos

Durante los últimos 8 años de trabajo el equipo del Programa en CATIE ha evolucionado un enfoque integrado para analizar el sistema café. Entendemos el café bajo sombra como una red alimenticia (Figura 1). En términos ecológicos, el sistema está basado en los autótrofos. Es decir, los productores primarios o

1. Presentado en representación del Programa MIP/AF en la reunión técnica de PROMECAFE en Turrialba, Costa Rica-12, 13 Agosto de 1999.
2. PH.D. Proyecto CATIE-INTA-MIP/NORAD. Managua, Nicaragua



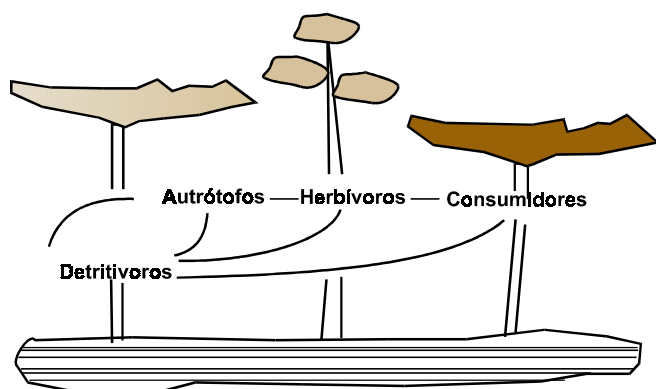
las plantas que captan rayos solares. En los cafetales encontramos cafetos, árboles de sombra (maderables, frutales, servicios) y diversas malezas. Los organismos que viven de nutrientes de los autótrofos son herbívoros, como, por ejemplo, la roya, cercospora, broca, nematodos. También hay organismos que viven de los herbívoros o plagas. Estos son *Beauveria*, *Cephalonomia*, *Verticilium*, otros parasitoides y organismos del suelo.

Para cerrar el ciclo los descomponedores se encargan de convertir la materia orgánica de los autótrofos, herbívoros y consumidores en nutrientes disponibles para las plantas. La figura 1 ilustra la red alimenticia del ecosistema cafetalero. Hemos estudiado mucho más las plagas del café y sus enemigos naturales, pero ellas forman solamente una parte de la red alimenticia que es el sistema cafetalero agroforestal.

Aunque el equipo del programa se concentra en las relaciones tróficas en el agroecosistema café, también tiene un punto de vista práctico. La red alimenticia en la Figura 1 la tenemos que diseñar y manejar para múltiples objetivos. Objetivos:

1. Café en términos de calidad y cantidad
2. La producción de productos de los árboles
3. Costos bajos y tecnologías prácticas
4. Sostenibilidad en términos del recurso suelo, conversión de cuencas, contaminación, organización social y rentabilidad

Figura 1: Dibujo conceptual de un cafetal como red alimenticia con cafetos, malezas y árboles, herbívoros, consumidores y descomponedores.



El trabajo de diseñar y manejar el sistema cafetalero agroforestal tiene dos dimensiones para el Programa MIP/AF CATIE-NORAD.

A mediano plazo, las familias productoras, los extensionistas y los especialistas de café tenemos que buscar

un re-diseño integrado en función de múltiples objetivos. Además de lograr la producción de café y productos de los árboles, el programa plantea que se puede lograr las condiciones ambientales bajo las cuales el complejo de plagas de café está en su mínima expresión y los mecanismos de control natural están en su máxima. Para esto, el manejo de la sombra es la vía principal. No podemos simplemente tratar de maximizar la producción del café como ingreso único, dejando control de plagas a los plaguicidas. Este rediseño integrado tenemos que hacer en función de las condiciones climáticas en cada región. Tenemos regiones cafetaleras con lluvias mensuales por encima de 100 mm durante todos los meses del año como Chinchiná, Colombia, y otros lugares con un verano sin lluvia durante 5-6 meses como el Pacífico de Nicaragua.

A corto plazo, cada región, cafetalera se caracteriza por variabilidad en las condiciones meteorológicas. El Cuadro 1 muestra las precipitaciones de una zona en Nicaragua. El promedio anual de la zona fue 1234 mm, pero varió de 682 a 1706 mm, una diferencia de casi tres veces. El mes de junio varió de 67 a 386 mm, una diferencia mayor a seis veces. En julio la diferencia fue de 15 veces y en octubre, 7 veces. Esta variabilidad afecta el vigor de crecimiento de los cafetos, la humedad del microambiente y la efectividad de las labores como la fertilización y la aplicación de los plaguicidas. También afecta la dinámica de plagas de un año a otro.

Cuadro 1 Lluvia anual y mensual en Serranía, Managua, Nicaragua

	anual	junio	agosto	octubre
1992	682	171	29	116
1993	1492	204	186	86
1994	926	79	87	146
1995	1706	185	474	311
1996	1453	187	178	490
1997	829	386	88	104
1998	1549	67	116	654

También la dinámica de las plagas varía en un solo momento de plantío a plantío. Los datos en el Cuadro 2 fueron tomados de seis plantíos colindantes en el mes de julio de 1997. Los niveles de roya, cercospora y broca varían 3-4 veces de plantío a plantío debido a diferen-

cias de suelo, orientación, edad y productividad del cafetal, estructura y manejo de sombra e otros factores de manejo. Igualmente para las malezas cada plantío tiene su propia poblaciones (Cuadro 3); estas requieren un plan propio de manejo y no la aplicación de recetas de uso amplio.

Cuadro 2: Plagas en 6 plantíos de café – July 1997 Santo Domingo, Rio Coco, Nicaragua

Campo	1	2	3	4	5	6
roya	9.6	11.5	3.2	4.8	11.1	7.4
Cercospora	4.5	9.2	6.0	3.2	2.1	6.7
broca	1.3	0.7	0.2	0.0	0.6	7.9

Cuadro 3: Malezas en café joven en Matagalpa, Nicaragua Junio 1995

campo	1	2	3	4
zacates	46	12	25	30
hoja ancha	17	29	14	26
bejucos	12	25	20	10

A la variabilidad en las condiciones meteorológicas y de los suelos y paisaje se pueden agregar las diferencias de finca a finca en términos de infraestructura, diversificación, otros ingresos, número y edad de los miembros de familia y experiencia y habilidad gerencial. El Cuadro 4 señala algunas diferencias entre familias con pequeñas fincas cafetaleras. Vemos que el área en café no varía tanto, pero el ingreso de la finca varía de \$426 a \$2304.

El rediseño integrado de los sistemas cafetaleros a mediano plazo y el manejo de la variabilidad a corto plazo puede lograrse con la apli-

cación de la toma de decisiones basada en la observación y muestreo sistemático de los cafetos, las plagas, el microclima y condiciones para el control natural de las plagas en conjunto con una mayor capacidad de razonamiento ecológico. Cada familia tiene que desarrollar su propia capacidad gerencial ecológica para poder llegar a tener cafetales supresivos para plagas y rendidoras en términos de café y productos arbóreos. En este sentido el Programa CATIE MIP/AF prioriza la capacidad de los recursos humanos en general en su plan de trabajo y especialmente la capacidad de las familias productoras y los técnicos de campo.

Cuadro 4: Familias cafetaleras en pequeñas fincas en Jonotega, Nicaragua 1997

	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6
área total	2.5 mz	5	16	3	4.75	1
área café	2.5 mz	2	3	1	.75	1
hombres	1	1	1	4	1	
mujeres	2	1	3	2	3	2
niños	0	6	2	1	1	1
años en finca	60	12	10	16	35	25
ingresos	\$1475	\$2304	\$426	\$725	\$446	\$703

En sus nueve años de trabajo en Nicaragua el CATIE ha desarrollado métodos de trabajo que tiene como objetivo fortalecer la capacidad de toma de decisiones de la gente en el sector café. En el nivel de campo, El Programa MIP/AF plantea que las familias productoras de café fortalecen su capacidad de observación y razonamiento ecológico, capacidad de toma de decisiones y habilidad de seleccionar, modificar y emplear opciones de trabajo de plagas y rediseño del sistema.

Para lograr el fortalecimiento de las familias rurales en el razonamiento ecológico y la toma de decisiones, los técnicos/extensionistas de café también tiene que fortalecer sus capacidades de observación y razonamiento ecológico, sus criterios sobre el uso de opciones de manejo y rediseño y habilidad práctica en el uso de herramientas participativas y su rutina de planificación, monitoreo y evaluación.

Los procesos de capacitación desarrollados por el CATIE para lograr estos objetivos siguen las etapas del cultivo y los momentos críticos en la toma de decisiones. Este proceso se denomina capacitación y experimentación por etapa del cultivo ilustrado en el Cuadro 5. En cada zona el café tiene su propia fenología que depende de la distribución de las lluvias y las temperaturas. Cada año en la vida productiva de un cafetal tiene etapas y decisiones durante el año. Los números en los círculos en Cuadro 5 representan los encuentros que realiza el técnico con su grupo de productores y productoras.



En cada encuentro los productores discuten lo que esta pasando en sus cafetales, como observan y cuantifican los niveles de plagas y como toman sus decisiones de manejo. También discuten las diferentes opciones o técnicas de manejo que han empleado o ensayado. Al final de cada encuentro los participantes se acuerdan de completar recuentos o prácticas de manejo en sus propias fincas para discutir en el siguiente encuentro. En el sexto encuentro los productores evalúan el trabajo del año. Cómo estuvo la plaga? Qué decisiones probamos? Cuánto gastamos y cuánto ganamos? Qué aprendimos? Cómo vamos a trabajar el próximo ciclo? Qué podemos experimentar?

El Cuadro 6 demuestra los resultados de capacitaciones por etapa del cultivo en una finca grande. Se logró reducir los costos de manejo de la broca, el uso de insecticidas altamente tóxicos y el daño de la broca. A la vez los rendimientos se incrementan debido a un mejor manejo en general de la finca, partiendo de la observación sistemática que se requiere para mejorar el manejo de las plagas.

Cuadro 5: Un proceso de capacitación en manejo integrado de plagas y agroforestería en café para el aprendizaje y experimentación por etapa del cultivo

vivero	Café joven			café en producción				
0	año 1	2	3	4	5	6	7	8
floración loca post-cosecha nuevas hojas	floración principal			llenado de granos crecimiento vegetativo			cosecha	
1	2	3	4	5	6			
• evaluación • nuevo plan • enfermedades	• plagas de verano • broca • sombra	• enfermedades • malezas • fertilidad	• enfermedades • broca • sombra	• malezas • enfermedades • fertilidad	• cosechas • broca • evaluación			

Cuadro 6: Daños por plaga, uso de plaguicidas, rendimientos y costos posterior a capacitaciones en MIP café en la finca La Fundadora

	1992-93	Actual
Número de plagueros	0	2
Muestreo/año	0	11
Aplicaciones de insecticida	1-2	0
Insecticidas tóxicos	1	0
Insecticidas menos tóxicos	0	0
Prácticas culturales cons eguimiento	Rutina floja	Rutina rigurosa
Funguicidas	2	2
Herbicidas	2	2 (selectiva)50
Rendimiento (qq/ha)	39	\$60/ha
Costo de manejo de broca	\$72/ha	
Costo de plaguicidas	\$19/ha	
Daño por broca a granos de exportación	7%	0.8%

Durante los próximos 2.3 años el Programa continuará trabajando en Nicaragua para ampliar y profundizar sus actividades. El programa también tiene planes para realizar actividades piloto en tres países cafetaleros para ampliar las experiencias y modelos desarrollados en Nicaragua. El Cuadro 7 ilustra como el Programa concentrará sus actividades en Nicaragua hasta el año 2001, a la vez que inicia actividades en otros países de manera escalonada. Además de trabajar en café, el Programa también tendrá zonas piloto en hortalizas y granos básicos, aunque en menor escala que en café.

El programa contempla seguir los siguientes pasos para iniciar su descentralización regional.

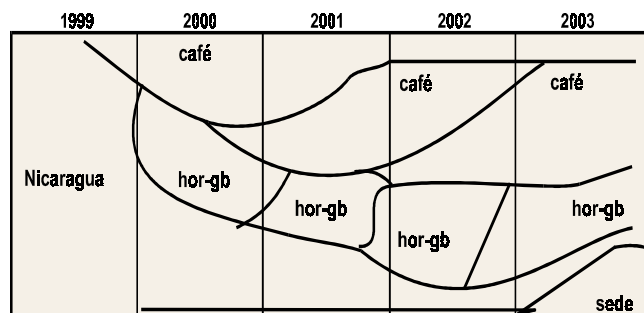
1. Planificación interna de CATIE en cuanto a los objetivos institucionales al organizar iniciativas en nuevos países o zonas.
2. Consulta con países en el contexto de las reuniones de PROMECAFE
3. Consulta y planificación con decisores de instituciones en la primera zona de trabajo para acordar estrategia de trabajo y formar comité asesor
4. Colaboración con especialistas en mejorar organización y contenido de capacitaciones con técnicos y grupos de familias.
5. realización de proceso de capacitación con 200 técnicos
6. trabajo en dos zonas piloto con 20 grupos de 300 familias cafetaleras.
7. Colaboración con instituciones para preparar proyectos multiplicadores y de investigación.

El trabajo en otras zonas o países seguirá los pasos 3 a 7. a nivel de PROMECAFE y en los países el



Programa realizará la planificación, monitoreo y planificación con el comité asesor y los líderes y decisores del sector cafetalero. También el programa colaborará en la elaboración de nuevos proyectos para continuar el trabajo iniciado en las zonas piloto, a la vez incorporando los aprendizajes de cada nueva zona.

Cuadro 7: distribución de esfuerzos entre Nicaragua, zonas piloto en café y zonas de trabajo en hortalizas/granos básicos



El programa con el apoyo de NORAD ampliará su trabajo en investigación y sistemas de conocimientos/decisiones en manejo de plagas y agroforestería en café. Las siguientes actividades están iniciadas o se planificarán con las contrapartes en diferentes países:

1. sistematización de tecnologías y criterios de decisión en marco de suelo-clima-café/árboles-red alimenticia.
2. ensayos a largo plazo (20 años) para evaluar interacciones sombra – variedad de café – sistemas MIP – suelo/clima a realizarse en Nicaragua, Costa Rica y un país adicional según suelo, altura, humedad e interés de los colaboradores.
3. biodiversidad de plagas principales y secundarias y sus enemigos naturales en café y sus árboles de sombra, actividades ya iniciada en Costa Rica, Nicaragua
4. estudios sobre manejo de piso, control biológico, métodos de recuerdo, marchitez lenta, principalmente en Nicaragua.
5. investigación participativa con grupos de familias cafetaleras en Nicaragua. El objetivo de esta investigación será desarrollar estrategias para convertir cafetales actuales caracterizados por poca producción y sombra irregular a cafetales productivos en términos no solamente de café, sino también de servicios ambientales y productos arbóreos.
6. red de parcelas de validación con árboles en cafetales en diversos países centroamericanos.

RESUMENES



Trabajos presentados en el XIX Simposio Latinoamericano de Caficultura ICAFE-PROMECAFE. Luis Zamora y J.H. Echeverri (Editores). San José, Costa Rica 2000.

Crecimiento y Asimilación del Carbono y Nitrógeno en Plantas Jóvenes de Coffea en Condiciones

El cafeto

es una planta de sombra pero en Brasil es cultivado a pleno sol, presentando alta capacidad de adaptación. En el presente trabajo han sido investigados el crecimiento y los procesos de asimilación de carbono y nitrógeno en tres cultivares de Coffea arabica (Catuaí Vermelho, Mundo Novo y Bourbon Vermelho) uno de C. Canephora (Apoatã) y en el híbrido entre esas dos especies (Icatu Amarillo), crecidos en condiciones de sombra y posteriormente transferidos para tres regímenes de irradiación: pleno sol, 50% y 30% de la luz solar. En todos los cultivares la fotosíntesis neta ha presentado valores semejantes en las plantas cultivadas a pleno sol y a 50% de la luz solar, que han sido

María Luiza c. Carelli* & Joel I. Fahl¹

obtenidos en las plantas cultivadas a 50%; y los menores a 30% de la luz solar. El efecto de los regímenes de irradiación sobre los contenidos de clorofilas a, b y total ha variado entre los cultivares. En el Apoatã y Catuaí han sido mayores a 50% de la luz solar y en el Mundo Novo, Bourbon e Icatu a 30% de la luz solar. La relación clorofila a/b no ha sido influenciada por los

¹ Centro de Ecofisiología y Biofísica-Instituto Agronómico de Campinas, Caja Postal 28, CEP 13001-970, Campinas, SP, Brasil. E-mail: carelli@barao.iac.br



regímenes de luz, manteniéndose alrededor de 1.0 para todos los cultivares. El contenido de nitrógeno total, por unidad del área foliar ha sido mayor a 50 y 100% de la luz solar, en relación a las condiciones de baja irradiación (30% de luz). La actividad de la enzima reductasa del nitrato ha disminuido con el aumento de los regímenes de luz. El crecimiento, evaluado por determinaciones de altura de la planta y del área foliar, no ha sido diferente entre las plantas crecidas a pleno sol y a 50% de la luz solar, pero ha sido significativamente reducido a 30% de la luz solar.

Consideraciones sobre los Aspectos Biológicos de la Avispa de Uganda, *Prorops nasuta* Waterston, 1923 (Hymenoptera: Bethyridae) En Brasil.

Vera Lúcia Rodrigues Machado Benassi¹

La broca del café, *Hypothenemus hampei* representa el más grande problema fitosanitario de los cultivos de café perteneciente a la especie *Coffea canephora*, variedad Canilón, en el estado de Espírito Santo, principal productor brasileño de la especie.

Debido a los elevados perjuicios ocasionados por la plaga, se hizo estudios con el objetivo de investigar la potencialidad del parasitoides *Prorops nasuta* en su control. Esta especie fue introducida en Brasil en el año de 1929, tornándose establecida en varias regiones del país. En laboratorio, se determino algunos aspectos biológicos de la avispa, criada en frutos brocados de *C. Canephora*, durante cinco generaciones. La *P. Nasuta* presento un promedio de 9,9; 7,1; 4,9; 5,2 y 5,9 descendientes por hembra, respectivamente en la primera, segunda, tercera, cuarta y quinta generación.

La relación sexual verificada fue de un macho para 5,2 hembras en la primera generación y de números más grandes para las demás, llegando a 28,5 hembras para cada macho en la quinta. La reproducción del tipo partenogénesis fue constatada entre algunas hembras originando solamente machos. El número de días para emergencia de los descendientes fue variable entre las generaciones, influenciada por la luminosidad.

1. EMCAPER-Empresa Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Estado de Espírito Santo, Brasil.

Efecto de 15 cepas de hongos Micorrizogenos (HMA) sobre la Producción de Posturas de Cafetos en tres Tipos de Suelos del Macizo Montañoso Guamuhaya.

Sánchez C¹

R. Rivera³

C. González¹

R. Cupull¹

C. Bustamantes²

Los experimentos se desarrollaron durante tres campañas (1994-97), en el vivero de la Estación de investigaciones de café, Jibacoa, Provincia de Villa Clara, con el objetivo de determinar el comportamiento de 15 cepas de micorrizas (HMA) sobre el desarrollo de las posturas de cafetos, en tres de los principales tipos de suelos dedicados a este cultivo en el macizo montañoso Guamuhaya: Ferralítico Rojo lixiviado, Fersialítico Rojo lixiviado y Pardo Gleyzoso. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 16 tratamientos y tres réplicas, evaluación a los índices; altura, diámetro del tallo, número de pares de hoja, área foliar, masa seca aérea, de la raíz y total, además se determinó el porcentaje de colonización micorrizica en las raíces. Los datos se procesaron mediante las técnicas de análisis multivariadas de componentes principales y cluster, expresando la primera la formación de un solo componente en cada caso que explicó en un 82.71, 88.00 y 87.52 (%) la variación original en los suelos Ferralíticos, Fersialíticos y pardos respectivamente, no siendo los años una causa de variación en el comportamiento general de las cepas; la segunda técnica multivariada agrupó a las cepas de acuerdo a su comportamiento en los dife-

¹ Investigadores auxiliares del departamento de nutrición y biofertilizantes de la Estación de Investigaciones de Café Jibacoa, Manicaragua Villa Clara

³ Investigador titular, subdirector Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, gaveta postal, San José de las Lajas, La Habana Cuba

⁴ Investigador titular del departamento de Ecología del Suelo, Instituto de Ecología y Sistemática (IES), Carretera de Varona Km 3 ½, Finca la Chata, Boyeros, Ciudad Habana, Cuba.

² Subdirector de la Estación Central de Café Tercer Frente Santiago Cuba



rentes suelos. Se encontró un comportamiento diferenciado de la inoculación con las cepas de HMA por tipo de suelo, incrementándose los índices de eficiencia sobre la base del área foliar, a medida que disminuyó el nivel de fertilidad de estos. Los mayores valores (72.20, 68.15, 67.15%) se alcanzaron con las cepas *Glomus manihotis*, *Glomus intraradices* y *Acaulospora scrobiculata* en el suelo Ferralítico lixiviado que fue el menos fértil de los estudia-

dos. Se encontraron altos y significativos coeficientes de determinación entre el porcentaje de colonización y el área foliar alcanzado por las posturas para cada tipo de suelo, aunque fueron mayores en la medida que en el suelo se encontró una mayor respuesta a la inoculación con HMA: Ferralítico Rojo lixiviado > Ferralítico Rojo lixiviado > Pardo Gleyzoso.

AVANCES SOBRE CONTROL BIOLÓGICO DE LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFÉ *Hypothenemus hampei* Fee. POR MEDIO DEL PARASITOIDE *Phymastichus coffea*

Angel Rafael Trejo¹

Hugo Paz²

Raúl Muñoz³

A través

del Proyecto Manejo Integrado de Broca (FCPB/OIC-PROMECAFE), herramienta más en el control biológico de broca, en mayo de 1999, se introdujo a Honduras el *Phymastichus coffea* originario de África. Hasta mayo del 2000 se han producido en el laboratorio 287,222 adultos, de los cuales se han liberado 183,825 (61.85%) en seis fincas de tres departamentos del país. Los muestreos realizados indican que se ha establecido en los cinco lugares en donde se ha verificado su establecimiento; por lo que se está reproduciendo en forma natural. Los cultivos en laboratorio se realizan sobre café pergamino húmedo al 45% de humedad, utilizando una relación mínima de 1:10:1 (semilla: broca: parasitoide). La sobrevivencia de los adultos desde el lugar de reproducción hasta las fincas en donde se han liberado ha sido de un 100% para los departamentos de Cortés y Santa Bárbara, debido a la cercanía al Laboratorio y que la liberación se realiza inmediatamente después de la recolección; en el caso del departamento de Francisco Morazán, la liberación se realizó en semilla y aún no se tiene reporte. El parasitismo proporcionado por *P. Coffea* en los lugares muestrados varía entre 5 a 25%. En investigaciones realizadas en laboratorio se determinó, que el mejor sustrato para la sobrevivencia de adultos fue la miel de abeja diluida en agua, con la que se tuvo una longevidad máxima de 5.1 días y en promedio de 3.9 días. El ciclo biológico de *P. Coffea*, es de 38

a 42 días, bajo condiciones de 23°C de temperatura y $66.3 \pm 7\%$ de HR. También se determinó que las hembras del parasitoide son capaces de reproducirse partenogenéticamente y ésta de tipo deuterotoqua o anfitoquia. La relación de sexos (hembra:macho) bajo condiciones de 22°C de temperatura y 71% de humedad relativa fue de 1:0.9 respectivamente. Al evaluar parasitismo utilizando mangas entomológicas con una relación de 8:1 (brocas adultas:hembras de *P. coffea*), se encontró un 51% en finca ubicada a 800 msnm, 40% a 650 msnm y 34% a 1000 msnm. En campo abierto se encontró parasitismo entre un 5 a 25%.

¹ Ing. Agrónomo, Asistente de Programa Entomología, Departamento Investigación, IHCAFE

² Ing. Agrónomo, Asistente Proyecto MIB-Honduras

³ Ing. Agrónomo, Coordinador Proyecto MIB-Honduras

