

ISBN 958-97441-4-1

Cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera

Hernando Duque O.

6M4Paa4Pac
D86
2. ed
Ej.2



Federación Nacional de
Cafeteros de Colombia

Cenicafé

Cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera

Segunda edición

Hernando Duque O.

Chinchiná, Caldas, Colombia
Octubre de 2004

6M 4Paa4Pac
D86

DUQUE O., H. Cómo reducir los costos de producción en la finca cafetera. 2da Ed. Chinchiná, CENICAFE, 2004. 99p.

Palabras clave:

1. Economía; 2. Producción;
3. Costos de producción; 4. Colombia.

ISBN 958-97441-4-1

UNA PUBLICACIÓN DE CENICAFÉ

Editor:

Héctor Fabio Ospina O.

Diseño y Diagramación:

Carmenza Bacca Ramírez

Fotografía:

Gonzalo Hoyos Salazar

Segunda edición:

Agosto de 2004

2.000 ejemplares

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

Contenido

5 Introducción

7 1. Conceptos básicos

- 1.1. Competitividad
- 1.2. Productividad
- 1.3. Producción sostenible de café
- 1.4. Cambio Técnico
- 1.5 Eficiencia de la producción

14 2. Metodología

- 2.1. Antecedentes
- 2.2. Métodos empleados en los análisis económicos
- 2.3. Supuestos básicos

17 3. Consideraciones económicas de las prácticas

- 3.1. Planear los ciclos de renovación de los cafetales
- 3.2. Sembrar variedad Colombia
- 3.3. Producir colinos de café en la finca

- 3.4. Utilizar pulpa de café en los almácigos
- 3.5. Sembrar un alto número de plantas por hectárea
- 3.6. Realizar el Manejo Integrado de Arvenses
- 3.7. Fertilizar los cafetales con base en el análisis de suelos
- 3.8. Aplicar los fertilizantes al voleo
- 3.9. Realizar el Manejo Integrado de la Broca
- 3.10. Renovar por zoca
- 3.11. Conservar la población inicial de árboles
- 3.12. Calibrar los Equipos de Aspersión
- 3.13. Cosechar sólo frutos maduros
- 3.14. Adoptar el Beneficio Ecológico
- 3.15. Calibrar los equipos de beneficio del café
- 3.16. Secar adecuadamente el café
- 3.17. Producir alimentos en los cafetales
- 3.18. Usar herramientas de registro y análisis de costos

| | |
|------------|-------------------------------|
| 92 | 4. Consideración final |
| 96 | 5. Literatura citada |
| 102 | 6. Agradecimientos |

Introducción

Durante más de 60 años, el Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, ha recibido el apoyo de los caficultores colombianos para llevar a cabo numerosos proyectos de investigación en diferentes áreas del conocimiento que van desde la obtención de nuevas variedades hasta los estudios relacionados con la industrialización del café.

Durante este tiempo, Cenicafé ha desarrollado prácticas de manejo de cafetales y tecnologías apropiadas con el propósito de que la caficultura colombiana sea más competitiva y más productiva, en un contexto de armonía con los recursos naturales empleados en la producción de café. Bajo esta óptica, dichos recursos deben emplearse con criterios de sostenibilidad en el largo plazo, pensando en las generaciones futuras.

Como resultado de las investigaciones y experimentos desarrollados, Cenicafé ha generado tecnologías o prácticas que permiten a los caficultores colombianos ser más competitivos agrónomicamente y económicamente, conservando al mismo tiempo la calidad del café colombiano. El presente documento analiza parte de esas prácticas por considerarlas clave en el papel que desempeñan, bien sea reduciendo los costos de producción, mejorando la productividad, aumentando los ingresos de las fincas cafeteras (Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1998), así como preservando la calidad del café.

Para facilitar la comprensión en relación con el papel desempeñado por cada práctica, este documento comienza definiendo algunos conceptos básicos tales como: Competitividad, Productividad y Soste-

nibilidad. En realidad, cada una de las prácticas o tecnologías puede estar relacionada con más de uno de estos conceptos.

La forma directa de acceder a las ventajas ofrecidas por estas tecnologías es a través de su adopción, lo cual implica beneficiarse de los aspectos positivos que ofrece el cambio técnico. En este trabajo, se muestran los resultados de los análisis económicos de cada práctica y se hace una consideración a manera de conclusión.

Con este documento, Cenicafé busca difundir las ventajas de las tecnologías mencionadas, presentando su viabilidad técnica y económica con el objetivo de mejorar el desempeño económico de las fincas cafeteras, elevar su competitividad y por tanto, contribuir al desarrollo rural de las regiones cafeteras colombianas.

En esta segunda edición se incluyen nuevas prácticas, se actualizan los análisis a pesos de 2004, se incluyen en algunos análisis los costos de los equipos y se adicionan también, en algunos casos, otros enfoques para comprender el impacto económico de algunas prácticas de manejo de cafetales.

1. Conceptos básicos

Las diferentes prácticas que mejoran el desempeño económico de las fincas cafeteras ofrecen ventajas desde, al menos, cuatros puntos de vista, porque:

- Elevan la competitividad
- Mejoran la productividad
- Contribuyen a conseguir una producción sostenible de café
- Conservan siempre la calidad del café colombiano (como una ventaja transversal al proceso de producción).

El Cambio Técnico es la vía para hacer uso o acceder a estas ventajas, reconociendo que ellas no operan en forma independiente sino que, por el contrario, interactúan permanentemente entre sí. De esta manera, algunas prácticas pueden mejorar la competitividad y la productividad simultáneamente y también aportar a la sostenibilidad de la producción cafetera, por supuesto, sin deteriorar la calidad. Debe esperarse que el efecto integrado de estas ventajas permita una producción de café con mayor eficiencia.



1.4 Competitividad

El concepto de competitividad puede definirse desde un punto de vista muy general como la capacidad para ingresar a un mercado y mantenerse en él (Copera, 1999). Aunque este concepto también se aplica para hacer referencia a la capacidad de los productores para generar en un contexto de competencia niveles altos de ingreso y empleo (Hertford et al., 1999).

La competitividad se sustenta en la capacidad que tiene un productor para diferenciarse de otros productores, regiones o países. Esta diferenciación en café puede deberse a varios factores como la calidad del producto, la cantidad del mismo, la oportunidad en la entrega, los períodos de producción o cosecha, la capacidad para producir café bajo ciertas condiciones especiales (café de origen, orgánicos, café amigables con la biodiversidad, etc.), la tasa de cambio vigente en el país, la infraestructura de vías y puertos, y otras más.

Adicionalmente, la competencia genera efectos en varios aspectos, siendo dos de ellos quizás los más relevantes: búsqueda de nuevas tecnologías y estímulo por la eficiencia (Casavant et al., 1984). En el primer caso se considera que la competencia estimula a los productores hacia una constante búsqueda por nuevas tecnologías u otros mejoramientos en el proceso de producción que incrementen la productividad o que reduzcan los costos de producción. En el segundo, la producción es considerada competitiva cuando dicha producción es eficiente; en este sentido, el uso de recursos en la producción se incrementará cuando se generen mayores ganancias y se reducirá cuando ellas

declinen. De esta manera, la eficiencia gobierna la operación de la producción competitiva.

En este sentido, un factor de diferenciación importante y que es determinante en la competitividad en agricultura es el precio de venta. Así, cuando algunos agricultores están en capacidad de vender su producto a un menor precio, comparados con otros, se debe normalmente a que presentan costos de producción inferiores. En este caso, menores costos pueden deberse primero a un menor costo de los factores de producción (mano de obra, insumos, capital, etc.); segundo, al uso de prácticas o tecnologías que conducen a reducir dichos costos y, finalmente, a una interacción de los dos anteriores. Debe mencionarse que cuando los productores compiten en precio en el mercado deben acceder a tecnologías que apunten a reducir los costos de producción. Así, es necesaria la investigación económica sobre las prácticas de producción que ayuden a los caficultores en la comprensión de la mejor manera de reducir los costos unitarios de la producción obtenida. Se deduce entonces que bajo cualquier escenario, la selección de tecnologías de producción de café es un factor determinante en la definición del costo de producción y por tanto, en la competitividad por precio de venta. La competitividad implica adaptarse a las características del mercado y simultáneamente al cambio técnico, mediante el mejoramiento de la productividad de los factores expuestos a la competencia.

1.2 Productividad

En relación con la productividad hay un acuerdo considerable acerca de la noción de que una estrategia efectiva de desa-

rrollo depende críticamente de la promoción de la productividad en el sector agrícola, particularmente entre los pequeños productores (Bravo-Ureta et al., 1997). Productividad se refiere a la relación existente entre una cantidad de producto producida (o una labor realizada) y los recursos empleados para alcanzar dicha producción o para llevar a cabo una labor específica (Sumanth, 1994). En café y otros cultivos la productividad puede medirse utilizando dos tipos de indicadores: indicadores parciales de productividad o indicadores de productividad total.

La productividad parcial se refiere a la razón entre la cantidad producida o labor realizada y un solo tipo de insumo o recurso empleado (Sumanth, 1994). Para el café pueden citarse como ejemplos de indicadores parciales de productividad: arrobas de café pergamino seco producidas por hectárea, número de árboles de café plateados por jornal, número de jornales utilizados por hectárea en una labor determinada, galones de ACPM empleados en el secado de una arroba de café, etc. Algunas prácticas de manejo de cafetales mejoran los indicadores de productividad parcial por efecto de las ventajas técnicas que ofrecen. Cuando existe claridad sobre cuál o cuáles son los recursos más escasos y se desea mejorar su productividad, los indicadores parciales son muy útiles para constatar esa mejora en productividad. Sin embargo, debe resaltarse que los indicadores parciales de productividad son importantes en la toma de decisiones en el corto y mediano plazo, pues al final, en el largo plazo, lo fundamental es el mejoramiento de la productividad total.

En este sentido, la productividad total hace referencia a la razón entre la producción total y la suma de todos los recursos o factores empleados en la obtención de dicha producción. De esta forma la medición de la productividad total refleja el impacto conjunto de todos los factores al producir un producto determinado. En café, el indicador de productividad total más confiable es el costo unitario de producción o el costo de producción por arroba de café pergamino seco. Los indicadores totales de productividad son útiles cuando es difícil identificar un solo recurso limitativo, y se considera que existe un conjunto de recursos escasos. Adicionalmente, el mejoramiento en los indicadores de productividad total (menor costo unitario de producción), debe ser el objetivo de largo plazo en la producción cafetera, pues de ello depende en gran medida ser competitivo en esta actividad. La disposición de los agricultores a adoptar nuevas técnicas de producción es, sin duda, un medio importante para mejorar la productividad (Doll et al., 1992). De esta manera, el acceder al cambio técnico debe traer implícita una reducción en el costo de producción a unos precios dados (Ellis, 1996).

1.3 Producción Sostenible de Café

Durante mucho tiempo han operado diferentes sistemas de producción de cultivos generando altos costos sociales y ambientales (Earles, 2002). Por ejemplo, pérdida de las capas superficiales de suelo, contaminación de fuentes de agua, pérdida de biodiversidad, mayor dependencia de recursos naturales no-renovables, incremento en los costos de producción y caída en los precios de los productos, y declinación

de las comunidades rurales, son resultados de sistemas de producción no sostenibles. Por estas razones el concepto de agricultura sostenible ha emergido como estrategia de producción de cultivos en la cual, el manejo de los recursos naturales constituye la base de la producción agrícola. Pero esta producción se desarrolla en un contexto social y económico por lo cual dicha producción no será sostenible hasta que los agricultores tengan productividades y acceso a mercados que permitan ganancias transparentes. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la sostenibilidad es un objetivo de largo plazo para la investigación y el desarrollo, para la planeación en la finca y para la sociedad en general.

En el caso del café este concepto está relacionado con la capacidad para diseñar y llevar a cabo la producción cafetera en el largo plazo. En este sentido, el concepto de sostenibilidad (Moscardi, 1992), toma en cuenta no sólo la productividad sino que considera los efectos directos e indirectos de la producción sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Este enfoque implica un uso racional de los recursos naturales dedicados a la producción de café en forma tal que su deterioro a través del tiempo sea mínimo, permitiendo a los caficultores del futuro continuar con la actividad cafetera, al asegurar que dichos recursos estén disponibles en las mejores condiciones. Debe tenerse en cuenta que las prácticas de manejo de cafetales propuestas por Cenicafé ofrecen ventajas no solamente desde el punto de vista de conservación de los recursos naturales hacia en futuro (equidad intergeneracional), sino también ventajas

económicas para los adoptantes actuales de **las prácticas (equidad intrageneracional)**. La sostenibilidad de los recursos naturales ha sido un compromiso fundamental para la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

1.4 Cambio Técnico

De acuerdo con Colman et al., (1989), la tecnología se define como el conjunto de métodos de producción que han sido o pueden ser desarrollados con base en el conocimiento científico existente. Un concepto asociado a tecnología es el denominado, "cambio técnico"², el cual se define como el mejoramiento en el estado del conocimiento de tal forma que se mejoran las posibilidades de producción. Este mejoramiento puede expresarse en beneficios directos derivados de tecnologías o prácticas que contribuyen a un incremento en productividad para consumo familiar, alimentos más nutritivos, mayores ingresos brutos provenientes de mayores volúmenes de ventas, menores costos de producción, menores riesgos en la producción, mejoramiento en el manejo de los recursos naturales, etc. (De Janvry et al., 2000).

Las tecnologías que mejoran el estado del conocimiento se generan a través de la investigación científica; en este sentido, existen dos formas básicas para acceder a las ventajas ofrecidas por el cambio técnico (Colman et al., 1989; Casavant et al., 1984). La primera, obteniendo una mayor cantidad de producto empleando la misma cantidad de insumos, mientras que la segunda se logra obteniendo la misma cantidad de producto, pero empleando menor cantidad de insumos. En

² Algunos autores (Weerahewa, 2004), plantean que cambio técnico es sinónimo de progreso

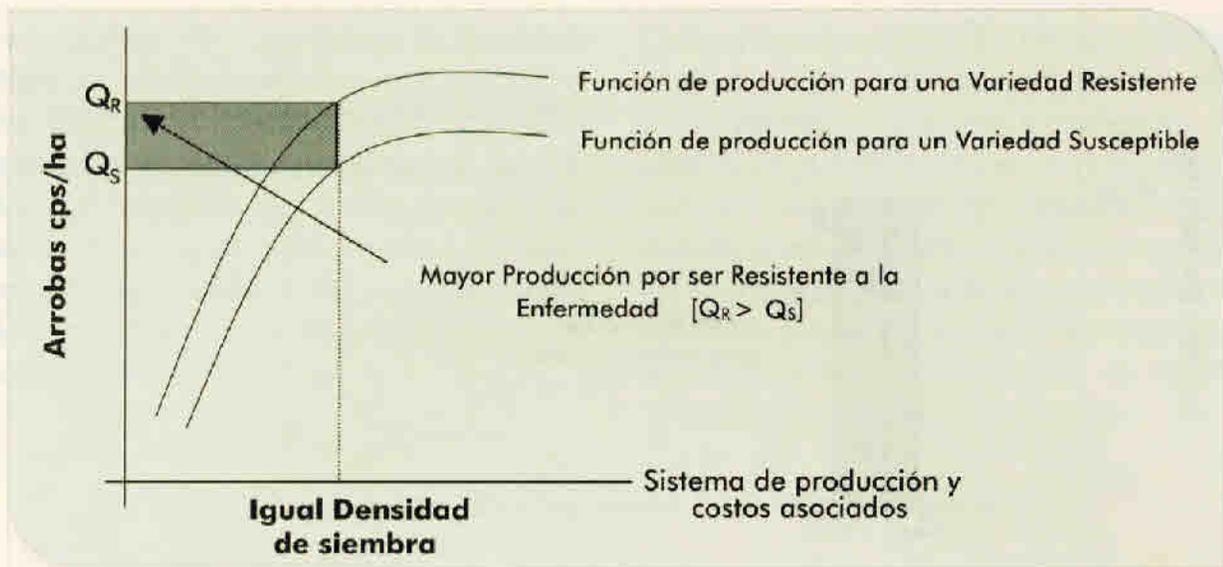


Figura 1. Obtención de mayor cantidad de producto empleando la misma cantidad de insumos.

ambos casos se derivan ventajas económicas para el adoptante de la tecnología. Un ejemplo clásico de la primera es el uso de variedades resistentes a enfermedades, como es el caso de la roya del café. En ese caso, los costos de producción son similares para variedades de porte bajo como las variedades Colombia y Caturra, es decir, las cantidades de mano de obra, fertilizante, densidad de siembra, otros insumos, etc., son similares para ambas variedades, el único factor que cambia es la variedad cultivada, pues una es resistente a la roya y la otra no. La Figura 1, ilustra este caso.

En la Figura 1, se observan dos funciones de producción, una para cada variedad. Para una densidad de siembra similar y unos costos de producción dados, la variedad susceptible a roya del café produce la cantidad Q_s de arrobas de café pergamino seco por hectárea, en ausencia de control de la enfermedad. Sin embargo, para la misma densidad de siembra y para costos de producción similares la variedad resistente produciría la cantidad

Q_R de arrobas de café por hectárea, por su carácter de resistencia a la enfermedad. Para este ejemplo, $Q_R > Q_s$, caso en el cual el cambio técnico ofrece una importante ventaja económica representada por el ingreso bruto el cual es generado por la diferencia entre la cantidad producida ($Q_R - Q_s$), multiplicada por el precio de venta de cada arroba de café.

Para ilustrar la segunda forma de aprovechar las ventajas del cambio técnico se muestra otro ejemplo típico como es el uso del análisis de suelos. A través de numerosos análisis de suelos y de validaciones en su uso, Cenicafé ha demostrado que pueden lograrse los mismos rendimientos en café por unidad de área empleando menor cantidad de fertilizante por hectárea y por año. La Figura 2, describe esta ventaja; allí se observan dos funciones de producción una superpuesta sobre la otra. La inferior es una función de producción en la cual el agricultor no haría uso del análisis de suelos para tomar decisiones en fertilización. En este caso, el agricultor aplicaría la cantidad de fertilizante Q_A y

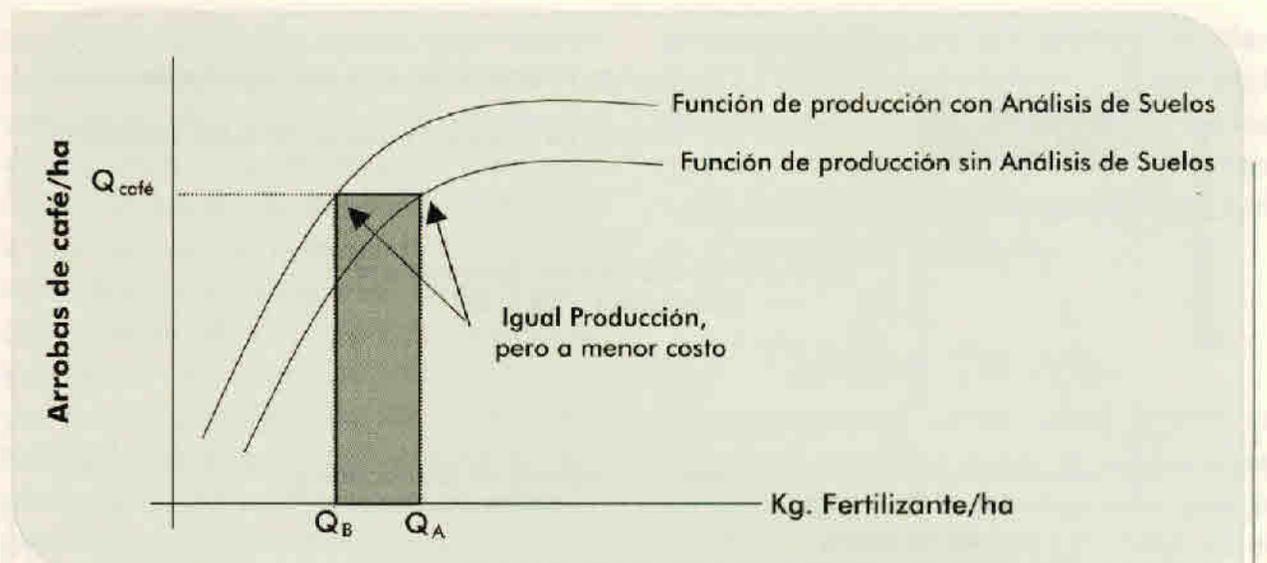


Figura 2. Obtención de una misma cantidad de producto empleando menor cantidad de insumos.

obtendría la cantidad de café $Q_{\text{café}}$ representada en el eje arrobas de café por hectárea.

La otra función de producción corresponde a aquella que se obtendría haciendo uso del análisis de suelos. Por observaciones anteriores, en Cenicafé se conoce que son frecuentes los casos en los cuales los caficultores aplican más fertilizante del requerido, por tanto, en esta función se aplicaría la cantidad de fertilizante Q_B , que es la recomendada por el análisis.

De esta forma, mediante el análisis de suelos se estructura una recomendación que involucra una menor cantidad de fertilizante ($Q_B < Q_A$), que resulta, por supuesto, una recomendación de menor costo (cantidad de fertilizante $Q_A \cdot Q_B$ multiplicada por su precio representa el ahorro en costos), que permite alcanzar la misma producción que aplicando la cantidad Q_A de fertilizante. En este caso, la ventaja del cambio técnico está representada por la disminución en los costos conservando la misma productividad del café.

De esta forma, al implementar sistemas de producción de café que combinen los conceptos de productividad y de cambio técnico, se eleva la capacidad de competencia de la finca, básicamente porque su eficiencia en la producción es mayor.

1.5 Eficiencia en la Producción

A pesar que frecuentemente los términos productividad y eficiencia se emplean con el mismo significado es claro que ellos tienen diferentes connotaciones. De acuerdo con el Comité de Eficiencia en la Producción Agrícola, (1975), eficiencia es la capacidad para generar resultados u obtener productos con el menor costo posible de tiempo, dinero, energía o materiales y es al mismo tiempo considerada como una medida del cambio de insumos en productos. Este concepto enfatiza que para ser eficiente se debe buscar una alta productividad combinada con los costos más bajos posible. De esta manera el productor eficiente mantendrá su producción

por hectárea tan alta como él pueda en relación con los costos en que se incurre. Así, cuando el caficultor adopta tecnologías que mejoran sus condiciones de producción haciendo uso de las ventajas del cambio técnico está enfocando sus esfuerzos hacia el alcance de mejores niveles de eficiencia y por tanto, a ser más competitivo.

Con estos conceptos de competitividad, productividad, sostenibilidad, cambio técnico y eficiencia, descritos y explicados, se analizarán a continuación un conjunto de prácticas de manejo de cafetales recordando, como se mencionó atrás, que estos conceptos interactúan entre sí y que por tanto, no deben verse ni analizarse en forma aislada sino en el contexto de los sistemas de producción de café.

2. Metodología

2.1 Antecedentes

En esta parte se presentan los análisis económicos de las prácticas más importantes para manejo de cafetales y la producción de café. Sin embargo, es importante hacer claridad en varios aspectos que ayudarán a mejorar la comprensión de dichos análisis. En primer lugar, los resultados que se muestran en productividad de café, cantidades de mano de obra, etc., han sido obtenidos en las Estaciones Experimentales de Cenicafé, fincas de agricultores en las que se han llevado a cabo experimentos y validaciones de tecnología, así como también fincas de caficultores que amablemente han facilitado información sobre el desempeño económico y costos de las labores de sus fincas.



En segundo lugar, los resultados que se analizan corresponden a promedios de valores promedio y, que debido a la necesidad de ser concretos en este documento, dichos resultados no se analizan desde la perspectiva de su variabilidad, como debería hacerse. Por esta razón, se resalta que trabajar con cifras absolutas (sin considerar su variabilidad) no es lo ideal, aunque para efectos de la comprensión de las ventajas o bondades de las prácticas puede ser suficiente. En tercer lugar, los costos de los factores de producción (mano de obra, insumos, etc.) corresponden a los de la zona central cafetera (pesos del año 2004), razón por la cual es natural esperar que ocurran variaciones para otras zonas del país. Debido a esta circunstancia, es importante aconsejar que al analizar los resultados de este documento NO se haga sobre la base de las cifras absolutas, sino desde el punto de vista de la filosofía en el ahorro de recursos o incremento en ingresos derivados de las prácticas analizadas.

Las cifras presentadas son fundamentalmente una guía para comprender los efectos económicos de cada práctica.

2.2 Métodos empleados en los análisis económicos

Para llevar a cabo los análisis, se emplearon procedimientos sencillos y conocidos. De un lado varias de las prácticas se analizan dentro del contexto de los presupuestos parciales. Esta técnica evalúa solamente un segmento del total de la finca; en este sentido, en los presupuestos parciales, insumos, productos y por tanto, costos e

ingresos, se relacionarán sólo con la parte del negocio que se está evaluando (Rae, 1977).

Este método es sugerido y utilizado para evaluar los efectos de un cambio propuesto en una práctica a nivel de finca (Flinn et al., 1991), resultando importante resaltar que los presupuestos parciales sólo son útiles cuando se analizan cambios pequeños, en nuestro caso, una práctica de manejo de cafetales.

Esta metodología se fundamenta en el análisis de los efectos positivos y negativos del cambio técnico propuesto. De otro lado, se utilizó la técnica del análisis marginal que se emplea para comparar el costo de un insumo con el valor de un producto a precios del mercado, con el fin de determinar el adecuado nivel de insumo a utilizar o punto óptimo (Becker et al., 1987).

El concepto de análisis marginal significa, de esta manera, pequeña adición; así, este enfoque considera pequeños cambios en una decisión para determinar si el cambio propuesto mejorará o no el objetivo de quien toma las decisiones. El punto óptimo es aquel a partir del cual todos los posibles cambios hacia el mejoramiento están exhaustos.

En algunos casos, cuando los análisis económicos incluyeron el factor tiempo se emplearon técnicas comúnmente utilizadas en la evaluación de proyectos, lo cual implicó la estimación de un flujo de fondos y la actualización del dinero en el tiempo, utilizando como tasa de descuento para la actualización del dinero en el tiempo la tasa real de interés. Igualmente, en otros casos se utilizó el análisis beneficio/costo

de la práctica o la tecnología, aplicando los criterios definidos para este tipo de evaluación (Mokate, 1994).

2.3 Supuestos básicos

Para llevar a cabo los análisis se asumieron unos supuestos básicos, los cuales se mantienen constantes a través de los análisis de las diferentes prácticas (Tabla 1).

Tabla 1. Principales supuestos básicos en los análisis económicos

| Variable | Unidad | Medida |
|------------------------------------|---|-----------|
| Precio Interno (21 Mayo/2004) | Arroba café pergamino seco | \$ 33.500 |
| Mano de Obra | Jornal | \$ 15.500 |
| Recolección Café, en cosecha | Kg café cereza | \$ 160 |
| Conversión Cereza a Pergamino Seco | Kg de café cereza por @ café pergamino seco | 62,5 kg. |
| Beneficio del Café | Costo por arroba cps beneficiada | \$1.800 |

Precio interno en Manizales, Diario La Patria [21-Mayo-2004].

Valor promedio del jornal, Municipio de Palestina, Mayo de 2004.

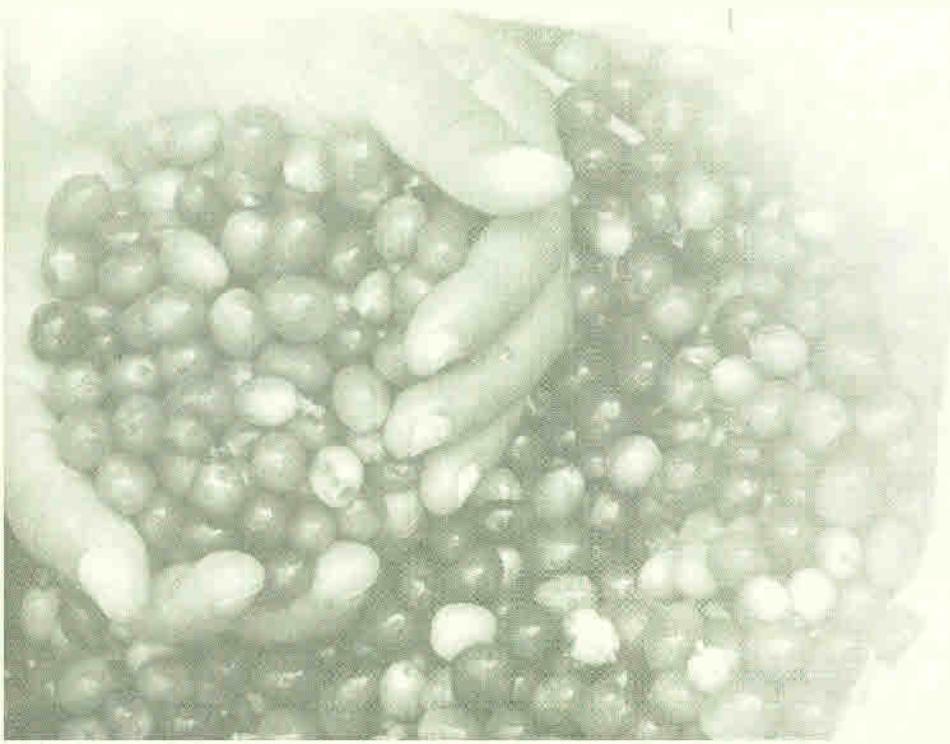
Valor esperado a pagar, en promedio en la cosecha principal de café, año 2004.

Conversión promedio estándar.

Costo promedio del beneficio por arroba de café de fincas de la región central de Caldas.

3. Consideraciones económicas de las prácticas

Las prácticas de manejo de cafetales que a continuación se analizan se presentan en el orden en el cual un caficultor tomaría las decisiones relacionadas con la producción del cafetal. En este sentido, se comienza con la definición de los ciclos de cultivo y se finaliza con el beneficio y secado del café.



3.1

Planear los Ciclos de Renovación de los Cafetales

Una de las decisiones más importantes en la producción de café está relacionada con los ciclos de renovación de las plantaciones de café. En este sentido Mestre et al., (1994), plantean que la renovación de cafetales conduce a la estabilización de la producción de las fincas a través de tiempo lo cual redundará en ventajas económicas y administrativas. La estabilización de la producción se logra conservando grupos de plantas de diferentes edades en la finca, buscando alcanzar el promedio máximo de producción anual fruto de la producción agre-

gada de los grupos de plantas definidos. Para estructurar grupos de plantas de diferentes edades deben intervenir los cafetales lo que da lugar a la existencia de diferentes tipos de renovación o podas.

En este sentido, el crecimiento de la planta de café presenta unas características fundamentales que inciden directamente en la producción. De acuerdo con estas características se plantean dos principios básicos (Mestre *et al.*, 1994). El primero consiste en que la planta de café produce una sola vez en un sitio de la rama (nudo), y

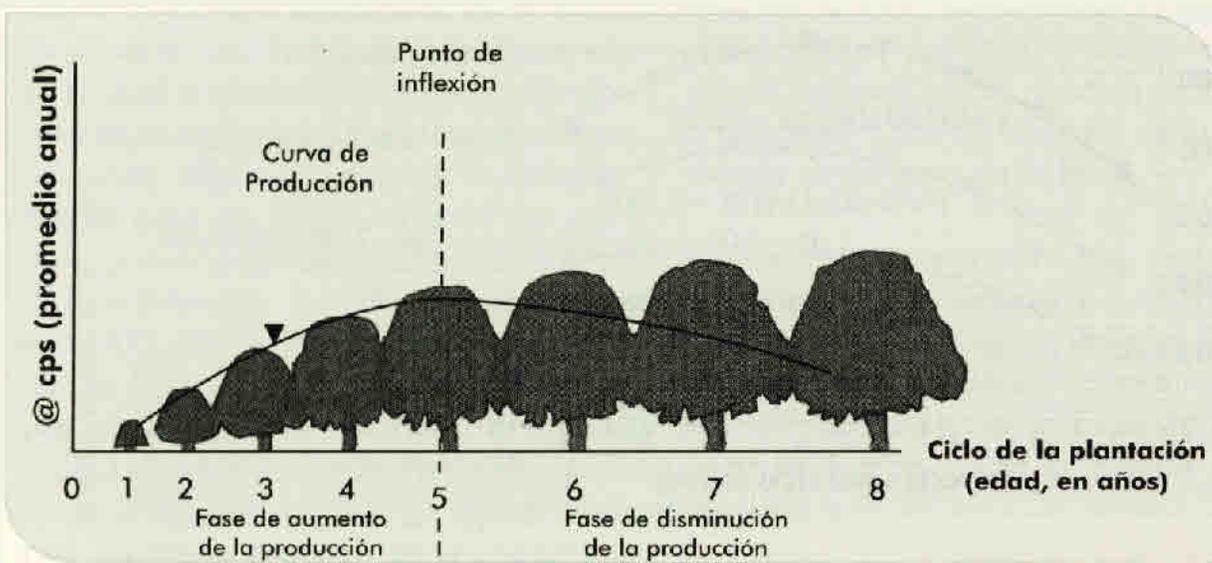


esto ocurre cuando este nudo ha alcanzado aproximadamente un año de edad. Según este principio, la producción a través del tiempo se mueve principalmente en dirección de los sectores de crecimiento vegetativo. Así, en un mismo año, en una rama puede encontrarse crecimiento vegetativo y reproductivo observándose este último en los puntos de crecimiento vegetativo del año anterior.

El segundo principio plantea que a través del tiempo, la tasa de crecimiento de la planta disminuye. Según Machado citado por Mestre et al. (1994), cada nuevo crecimiento de una rama primaria es inferior con relación al del año anterior, lo cual conduce a que estas ramas sean menos productivas; sin embargo, como la planta de café crece verticalmente, hay una compensación en la producción y por tanto, la cantidad de café total producido aumenta o se conserva. Pero en un momento determinado el crecimiento vertical también decrece y entonces la producción total por planta se reduce significativamente. De-

bido a este tipo de crecimiento es necesario llevar a cabo intervenciones en el crecimiento con el objetivo de mantener el máximo número de nudos productivos en la planta y de esta manera asegurar altas producciones.

La Figura 3, representa el crecimiento de las plantas y el comportamiento promedio de la producción a través de los ciclos de producción. Es evidente que en una época determinada del ciclo el promedio decae y es éste el momento en el cual se debe intervenir el crecimiento de la planta de café. Allí se observa cómo a partir de la siembra y debido al crecimiento del árbol de café, la producción se incrementa hasta los cinco años de edad de la plantación (en el caso de altas densidades de siembra), para luego alcanzar un punto a partir del cual la producción decae o disminuye a partir de esta edad, que es en realidad un punto de inflexión o de cambio de pendiente de la curva de producción.



Fuente: Mestre et al., 1994.

Figura 3. Representación, a través del tiempo, del crecimiento de las plantas de café y el comportamiento del promedio de la producción.

En este sentido, experimentalmente se ha comprobado el comportamiento de la producción a través del tiempo. Con información obtenida por Uribe (1965), en ocho cosechas y empleando tres distancias de siembra, se encontró que existía un punto específico para cada densidad en el cual el promedio de la producción era máximo. Por supuesto, este punto varió según la densidad de población, tal como se muestra en la Figura 4.

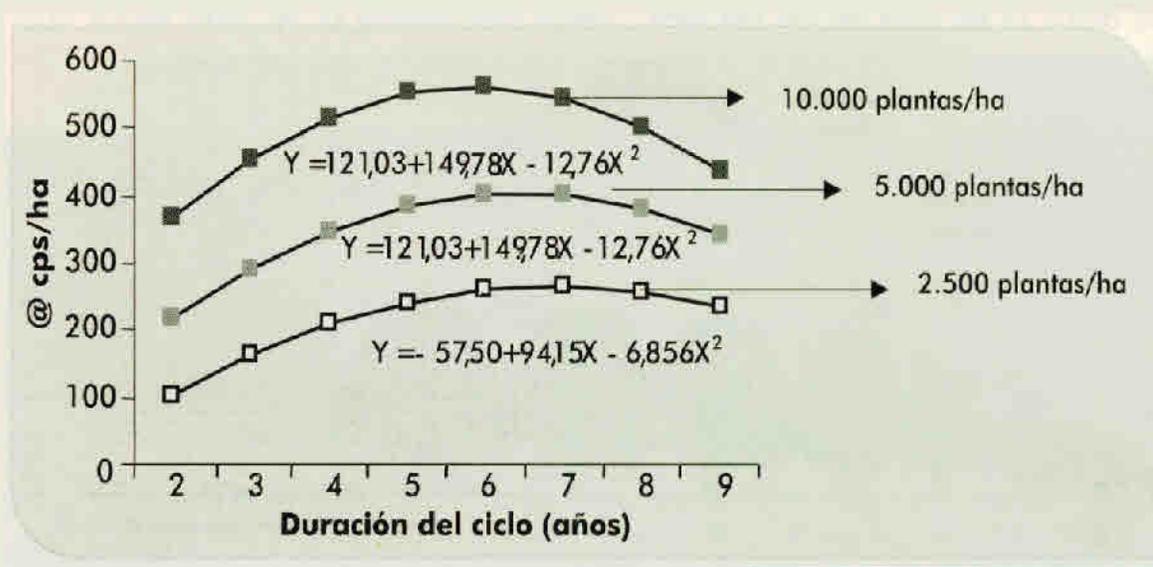
En los tres casos, la respuesta en productividad de acuerdo con la edad de la plantación se explica mediante funciones cuadráticas, que son además marginales decrecientes. Para estimar la extensión óptima del ciclo de acuerdo con la productividad, puede emplearse el concepto conocido como «elasticidad de la producción» (Doll *et al.*, 1992), la cual mide el grado de respuesta entre el insumo

(tiempo en este caso) y el producto (arrobas de café pergamino seco), conservando las demás variables de manejo del cafetal constantes (fertilización, limpiezas, etc.). Cuando dicha elasticidad es igual a cero, es evidente que a partir de ese momento adiciones en el insumo, que permiten extender el ciclo en este caso, no se reflejarán en aumentos en producción. La elasticidad de la producción puede estimarse de acuerdo con la siguiente expresión.

$$\varepsilon_p = \frac{\% \text{ cambio en producción}}{\% \text{ cambio en tiempo}} = \frac{PMg}{PMe}$$

Donde:

- e = Elasticidad de la producción
- PMg = Producto Marginal
- PMe = Producto Medio



Fuente: Mestre *et al.*, 1994.

Figura 4. Promedio de producciones según la duración del ciclo. Variedad Caturra al sol y a libre crecimiento, en tres densidades de siembra.

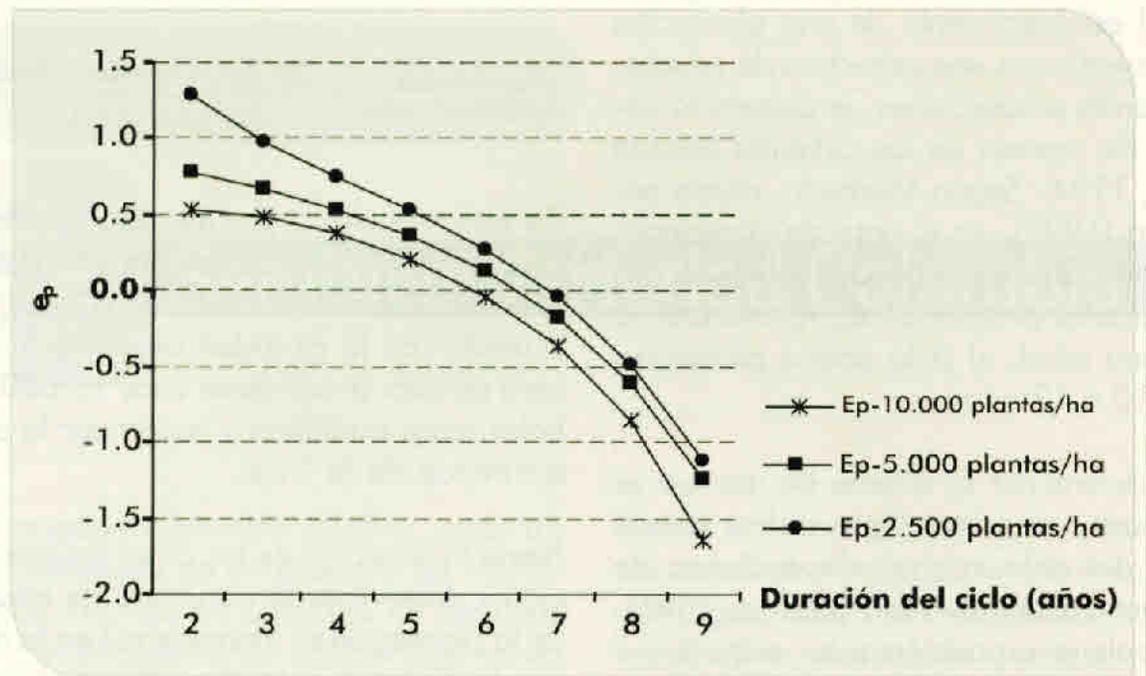


Figura 5. Elasticidad de la producción en tres densidades de siembra al sol, en función de la duración del ciclo de cultivo.

Cuando la elasticidad de la producción es negativa, implica que a medida que se prolongue el ciclo del cultivo (tiempo en este ejemplo), la producción declinará. Para el caso de las tres densidades de siembra analizadas se tiene en cuenta la elasticidad de la producción en función de la longitud del ciclo en años (Figura 5).

De acuerdo con la Figura 5, el momento en el cual la elasticidad de la producción es igual a cero para luego tornarse negativa, varía según la densidad de siembra. Para el caso de 10.000 plantas por hectárea ocurre luego de cinco años de edad de la plantación; cuando la densidad es de 5.000 plantas la elasticidad es igual a cero a los seis años de edad, mientras que para la menor densidad analizada (2.500 plantas/ha), este momento se alcanza a los siete años. Este análisis permite plantear que con el propósito de mantener altas productividades es necesario intervenir la plantación renovándola

en el momento oportuno. Prolongar el ciclo del cultivo, es decir, aumentar la edad de la plantación (envejecimiento), afectará negativamente en la producción aunque también tendrá dos efectos negativos, de un lado dificultará el manejo de la broca del café y de otro, el costo de la recolección será más alto. De esta manera, extender el ciclo de la plantación conducirá a producir café bajo circunstancias de menor competitividad, pues se reduce la productividad del cultivo y por tanto la eficiencia económica de la finca.

Es importante mencionar que una situación similar a la anterior ocurre en café bajo sombra, tanto en variedades de porte bajo a libre crecimiento como también en variedades de porte alto descepadas, como el Borbón, como se observa en la Figura 6.

De esta forma, cualquier tipo de intervención programada a los cafetales para bus-

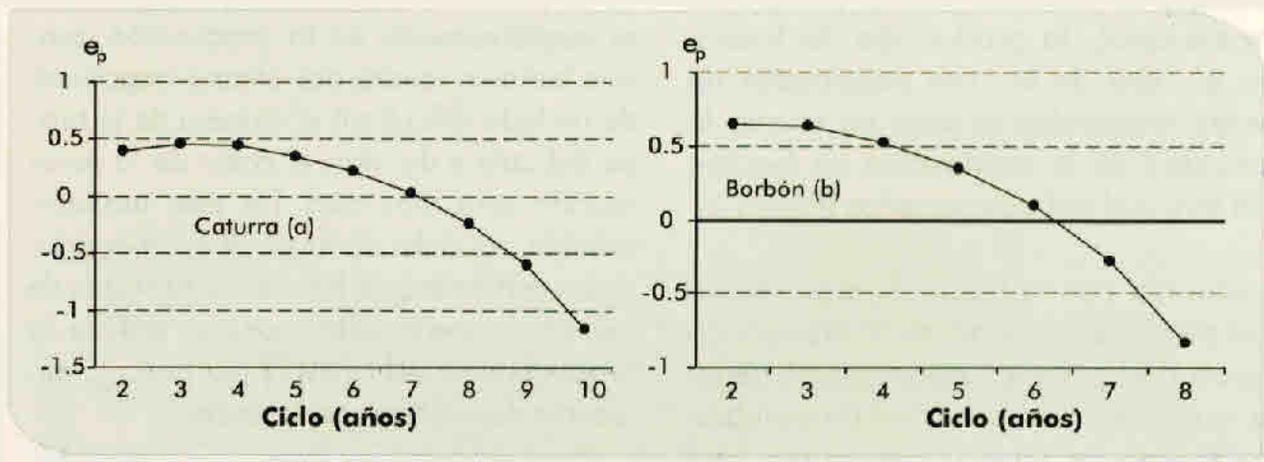
car el establecimiento de una plantación de acuerdo con una estructura de edades, en iguales proporciones, se denomina sistema de manejo de los cafetales (Mestre et al., 1994). Según Machado, citado por Mestre (1992), en el caso de variedades de porte alto descopadas, como no deben ocurrir problemas de recolección a ninguna edad, el ciclo podría prolongarse a 10 ó 12 años.

Para determinar el sistema de manejo es necesario, en primer lugar, definir la longitud del ciclo la cual, dependiendo de diferentes factores, varía para los cafetales a plena exposición solar entre 5 y 7 años. Una vez establecida la duración del ciclo se define el número de árboles de café a renovar o intervenir por año, para lo cual se puede emplear la siguiente expresión (Mestre et al., 1994).

$$\text{No. Árboles a intervenir/año} = \frac{\text{No. Total árboles / Finca}}{\text{No. años del ciclo}}$$

De esta manera, si por ejemplo una finca tiene 100.000 árboles de café y ha definido un ciclo de renovación de 6 años, de acuerdo con la densidad de siembra, deberá renovar anualmente unos 16.600 árboles, para estabilizar y maximizar la productividad de la finca.

Prever la duración de los ciclos de renovación y determinar la estructura de edades de la plantación es fundamental en la búsqueda de mejorar la competitividad de la caficultura, vía mejoramiento y estabilización de la productividad de la finca cafetera.



Fuente: (Mestre, 1992)

Figura 6. Elasticidad de la producción en var. Caturra a libre crecimiento (a) y var. Barbón descopada (b), en función del ciclo de la plantación. Ambas plantaciones bajo sombra,

3.2

Sembrar Variedad Colombia

La variedad Colombia (*Coffea arabica*), es el resultado de un proyecto de investigación iniciado en Cenicafé en los años 60, con el objetivo de obtener una variedad de café resistente a la roya, *Hemileia vastratix* Berk. y Br. (Castillo *et al.*, 1987). Desde su obtención, esta variedad se ha sembrado continuamente hasta abarcar en dos décadas una superficie aproximada a 234.000 hectáreas, área que equivale al 27% del total del área cafetera nacional (Federación Nacional de Cafeteros, 1997). Durante este tiempo la variedad Colombia ha sido cultivada en diferentes am-

bientes y microclimas de las distintas regiones cafeteras mostrando una amplia adaptación; igualmente, la investigación sobre esta variedad ha continuado desde el momento de su entrega a los caficultores, obteniéndose nuevos componentes que han mejorado las características iniciales y que al mismo tiempo han permitido actualizar la resistencia a la roya (Moreno *et al.*, 2000). En este sentido, al comparar los principales atributos de esta variedad entre 1980 y 2002, es evidente el mejoramiento en las características agronómicas (Alvarado, 2002) tal como se describe en la Tabla 2.

Igualmente, estudios desarrollados acerca de las características físicas y en taza de la variedad Colombia (Alvarado *et al.*, 2002),



muestran resultados que destacan la excelente granulometría actual de la variedad Colombia, que es superior a la variedad Típica considerada como una de las mejores del mundo. En cuanto a la calidad en taza, pruebas realizadas por paneles internacionales han demostrado que no existen diferencias entre la calidad en taza obtenida de la variedad Colombia y otras variedades de *Coffea arabica*, como Típica, Borbón y Caturra.

De otro lado, se conoce que la roya del café, enfermedad extendida por todo el país, puede causar en variedades susceptibles tales como Caturra, Borbón, Típica, etc., y en ausencia de medidas de control, disminuciones potenciadas de la productividad por hectárea. En experimentos llevados a cabo en Cenicafé, se encontraron reducciones hasta del 23% de la producción acumulada en un ciclo de cinco años (cuatro cosechas); también en otros estudios se hallaron relaciones de 5,8 en-

tre café cereza y pergamino seco afectándose negativamente la conversión (Rivillas et al., 1999). Con relación a este último caso, mientras que en condiciones normales se requieren 62,5 kilogramos de café cereza por arroba de café pergamino seco o menos, en ataques severos de roya podrían requerirse 72,5 lo cual significa una pérdida apreciable.

Las pérdidas potenciales derivadas de la roya (23% de la producción), pueden analizarse por ejemplo, asumiendo una finca de cinco hectáreas que se encuentra dividida en cinco lotes de diferentes edades. La Tabla 3, muestra las pérdidas económicas potenciales debidas a la reducción en producción de café en un ciclo de 5 años. En dicha Tabla se incluye la edad del lote expresada en meses, la productividad por hectárea de acuerdo con la edad del mismo⁸ para un promedio de producción de 130 @/ha/año/ciclo, que corresponde a una productividad ligera-

Tabla 2. Composición inicial y actual de la variedad Colombia. Algunos atributos

| Atributo | Inicial (1980) | Actual (2002) |
|----------------------------|----------------|---------------|
| Grano vano - % promedio | 4,4 | 4,0 |
| Grano caracol - % promedio | 11,2 | 7,0 |
| Café supremo - % promedio | 52,8 | 83,0 |

Tabla 3. Pérdidas económicas debidas a la reducción en producción por efecto de la roya

| Edad | Producción | Pérdidas | Valor Pérdidas |
|-------------------------|------------|----------|----------------|
| Lote | @/ha | @/ha | \$/ha |
| 0 - 12 meses | 0 | 0 | 0 |
| 12 - 24 meses | 68 | 15,64 | 523.940 |
| 24 - 36 meses | 200 | 46,00 | 1'541.000 |
| 36 - 48 meses | 225 | 51,75 | 1'733.625 |
| 48 - 60 meses | 160 | 36,80 | 1'232.800 |
| Total Finca (@ cps/año) | 653 | 150,19 | 5'031.365 |
| Promedio @/ha/año | 130 | 30,0 | 1'006.273 |

Asumiendo un ciclo de 5 años

mente superior al promedio nacional para café tecnificado al sol. Igualmente, se calculan las pérdidas potenciales debidas a la roya (23%), estimándose el número de arrobas que dejarían de producirse por efecto de la enfermedad por año del cultivo, en un escenario de no-control de la misma. Finalmente, se totalizan las pérdidas por hectárea/año estimando el precio del café⁹, como el vigente a la fecha de los análisis.

De acuerdo con los datos, las pérdidas oscilarían entre 15,6 arrobas en la primera cosecha (equivalentes a \$523.940), hasta 51,7 en la tercera cosecha (equivalentes a \$1'733.625). La finca en su conjunto podría estar expuesta a pérdidas potenciales alrededor de \$5'031.365, cifra que es equivalente al valor de 23% de la producción anual de la misma. Finalmente, la pérdida anual promedio por hectárea en café sería equivalente a \$1'006.273.

Debe también considerarse que si la productividad es mayor debido a cafetales de mayor tecnificación, las pérdidas potenciales serán también mayores (Tabla 4).

Así, si la productividad es mayor las pérdidas oscilarían entre 19,5 arrobas para la primera cosecha (equivalentes a \$654.925), hasta 80,5 en la tercera cosecha (con un valor equivalente a \$2'696.750). La finca en su conjunto podría alcanzar pérdidas potenciales alrededor de \$6'895.795, cifra que corresponde a una pérdida anual promedio por hectárea de \$1'379.195.

De esta manera, es claro que al sembrar variedad Colombia los caficultores estarían evitando pérdidas potenciales significativas sin necesidad de incurrir en costos adicionales, pues el manejo de la plantación en términos de cantidades de mano de obra, fertilizante, manejo de broca, limpias, etc., no difiere entre esta variedad y otras variedades de café susceptibles a la roya cultivadas en Colombia.

En este sentido deben analizarse las implicaciones de lo que está ocurriendo en algunas regiones cafeteras del país, al observar productores cafeteros que siembran variedades de café susceptibles a la roya (var. Caturra, por ejemplo). Si alguno de estos caficultores está ubicado en

Tabla 4. Pérdidas económicas debidas a la reducción en producción por efecto de la roya. Cafetal de mayor productividad

| Edad Lote | Producción @/ha | Pérdidas @/ha | Valor Pérdidas \$/ha |
|--------------------------------|-----------------|---------------|----------------------|
| 0 - 12 meses | 0,00 | 0,00 | 0 |
| 12 - 24 meses | 85,00 | 19,55 | 654,925 |
| 24 - 36 meses | 250,00 | 57,50 | 1'926,250 |
| 36 - 48 meses | 350,00 | 80,50 | 2'696,750 |
| 48 - 60 meses | 210,00 | 48,30 | 1'618,050 |
| Total Finca (@ cps/año) | 895,00 | 205,85 | 6'895,975 |
| Promedio @/ha/año | 179,00 | 41,17 | 1'379,195 |

⁹ Precio Interno: \$ 33.500/arroba de café pergamino seco — Mayo 21/2004

Tabla 5. Costos de control de la roya bajo diferentes escenarios.

| Escenario | Tamaño Finca | Sistema | Equipo Aspersión ¹⁰ | Tipo Fungicida | Costo/ha/año \$ |
|-----------|--------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------|
| 1 | Hasta 10 ha | Calendario | Presión Previa | Oxicloruro de Cobre | 519.565 |
| 2 | Mayor 10 ha | Calendario | Motorizado | Hexaconazol | 435.604 |
| 3 | Mayor 10 ha | Niveles Infección | Motorizado | Cyproclonazol | 276.358 |

Depreciados en línea recta de acuerdo con la vida útil del equipo y su valor de salvamento

una zona donde la enfermedad es un problema sanitario serio, deberá establecer una estrategia de control con el objetivo de evitar las pérdidas potenciales en producción mencionadas atrás.

El control químico de la roya puede llevarse a cabo mediante dos métodos: empleando el sistema de calendarios fijos o el de niveles de infección (Rivillas *et al.*, 1999). El primero se basa en la aspersión de fungicidas, sistémicos o protectores, de acuerdo con un calendario establecido que varía dependiendo de la distribución de la cosecha, mientras que el segundo utiliza el criterio de los niveles de infección encontrados en el lote afectado. Adicionalmente, existen en el mercado diferentes equipos para realizar las aspersiones tales como aspersoras de palanca, de presión previa retenida, motorizadas de espalda y semi-estacionarias. De esta forma el costo del control de la roya podrá tener variaciones dependiendo del sistema de control establecido, del tipo de fungicida seleccionado y del equipo de aspersión utilizado (Rivillas *et al.*, 1999). En la Tabla 5 se describen tres escenarios de costos de control de la roya, dependiendo del tamaño de la finca, del sistema de control, producto empleado y tipo de equipo.

Es importante aclarar que en el escenario 1, se considera una finca pequeña, don-

de hay disponibilidad de una aspersora de presión previa retenida y dónde se ejecutan 4 aplicaciones de oxicloruro de cobre por año y por hectárea con el sistema de manejo tipo calendario. En el segundo escenario se asume una finca mayor de 10 hectáreas, en la cual se emplean equipos motorizados de espalda, y donde bajo el sistema calendario se ejecutan 3 aplicaciones de fungicida sistémicos por hectárea/año. Mientras que en el tercero, también una finca mayor de 10 hectáreas y bajo el sistema de niveles de infección se asumen 3 aplicaciones anuales empleando también un fungicida sistémico; no obstante, el número de aplicaciones podría reducirse a dos según la dinámica de la enfermedad. De esta manera, en los tres escenarios, al establecer una estrategia de control de la enfermedad se evitarían las pérdidas potenciales derivadas de la presencia de la roya. Sin embargo, es fundamental considerar que al adoptar el programa de manejo de la enfermedad se incurre en costos de producción adicionales. En este sentido, y teniendo en cuenta que el margen de utilidad por arroba de café pergamino seco es bajo o inexistente (en ocasiones), un cambio hacia la siembra de variedades susceptibles podría afectar negativamente dicho margen.

De hecho, al incurrir en costos de producción adicionales el costo unitario de producción aumenta y el margen de utilidad

unitario tenderá a ser menor. La Figura 7, simula el incremento en el costo por arroba, de acuerdo con el sistema de control y la productividad del cafetal por hectárea.

Se deduce de la Figura 7 que al establecer un plan de manejo de la roya se origina un **aumento importante en los costos unitarios de producción**. Este incremento es variable dependiendo del plan de manejo adoptado, producto empleado y tipo de equipo de aspersión. Adicionalmente, dicho aumento está en función de la pro-

ductividad del factor tierra así: a mayores productividades por hectárea el incremento en el costo unitario será menor. Según la información consignada en la Figura 7, estos incrementos pueden oscilar entre unos \$5.196/@ cps para el mayor de los casos hasta \$1.455/@ cps en el menor, para las distintas productividades consideradas. Este incremento en el costo marginal de producción puede representar en muchos casos la pérdida de la posibilidad de obtener un margen de utilidad unitario, amenazándose seriamente la competitividad de la finca.

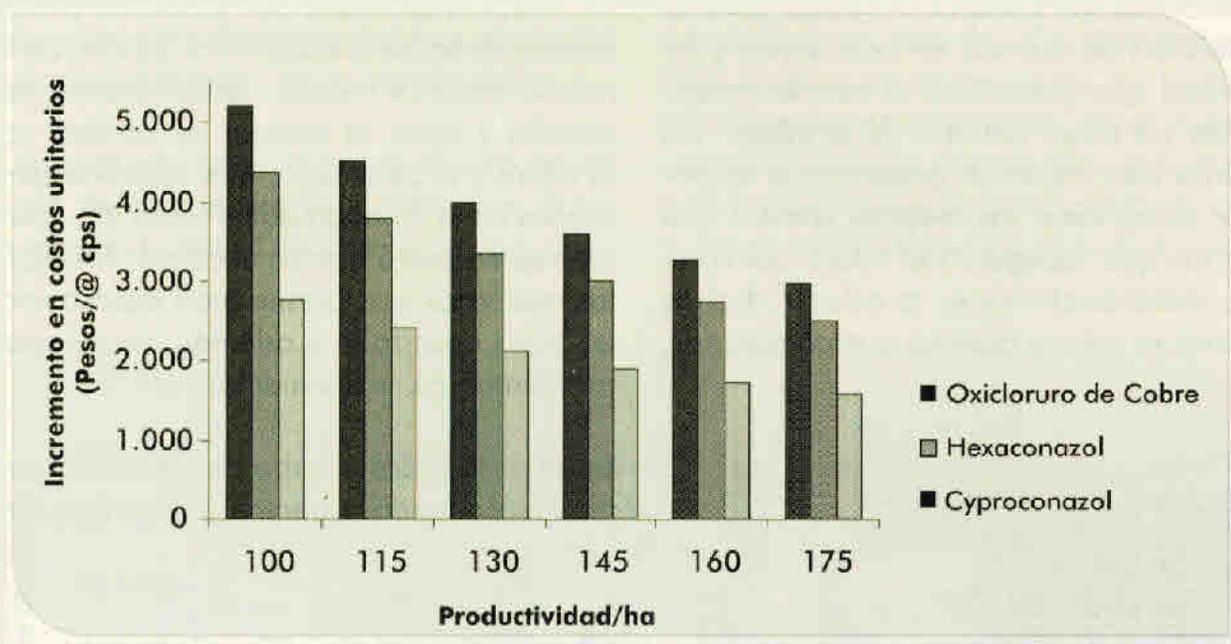


Figura 7. Incremento en el costo unitario, debido al manejo de la roya del cafeto, según diferentes productividades por hectárea.

3.3 Producir colinos de café en la finca

Construir el germinador en la finca con semilla certificada y de origen conocido, y producir los almácigos propios, permite seleccionar las mejores chapolas para la obtención de colinos de café sanos y vigorosos que garantizan el establecimiento de un buen cafetal. Al producir los colinos de café en la propia finca se podrán seleccionar las mejores plantas que son las que aseguran el futuro del cafetal. Adicionalmente, producir dichos colinos es menos costoso que comprarlos.

En un experimento efectuado en Cenicafé, Solazar (1991), encontró que plantas de café provenientes de bolsa pequeña (13 x 17 cm), comparadas con plántulas provenientes de bolsa grande (17 x 23 cm) de la misma edad (4 meses), tenían menor desarrollo y vigor, al evaluar su calidad por la altura y el peso seco, que aquellas sembradas en la llamada bolsa Cenicafé. También se encontró que en el campo las plantas más vigorosas presentaron buen anclaje, buen desarrollo y además, no tuvieron problemas de volcamiento.

Estudios llevados a cabo en Cenicafé, empleando materia orgánica (pulpa descom-



puesta) y bolsa de 17 x 23 cm, muestran que producir un colino de café en la finca (para un almácigo de 5.000 colinos), cuesta aproximadamente \$ 88, incluyendo la depreciación de materiales y equipos necesarios, hasta tenerlo listo para el trasplante en el lote.

Actualmente en la región central cafetera de Colombia un colino comercial de café tiene un valor alrededor de \$130 (algunas veces el precio ha ascendido a \$150 - \$180 por colino), de esta forma la diferencia entre producirlo y comprarlo es de \$ 42 lo cual implica una reducción del 33% en el costo de producción por colino. En la Figura 8, se indica el ahorro en pesos por hectárea al instalar cafetales de diferentes densidades de siembra, pero con colinos producidos en la propia finca.

Como puede observarse, el ahorro en el costo de los colinos es significativo. Para la menor densidad de siembra dicho aho-

rro representaría \$208.852 por hectárea hasta el momento de la instalación; mientras que para la mayor densidad equivaldría a \$41 7.704 por hectárea, lo cual es obviamente una ventaja económica de esta práctica.

Otro aspecto importante relacionado con la producción de colinos de café en la finca está asociado con el tamaño de la bolsa empleada. Es usual encontrar que para reducir costos y tiempo en el establecimiento de cafetales algunos caficultores optan por comprar los colinos de café (Salazar, 1991). Aunque no en todos los casos, es común observar que los llamados colinos "comerciales" se desarrollan en bolsas de menor diámetro y longitud que la recomendada por Cenicafé. Por esta razón se llevó a cabo un experimento en la Estación Experimental Naranjal, en el cual se comparó el efecto del tamaño de la bolsa del almácigo sobre la producción de café (Solazar, 1996). Debe mencionarse que en

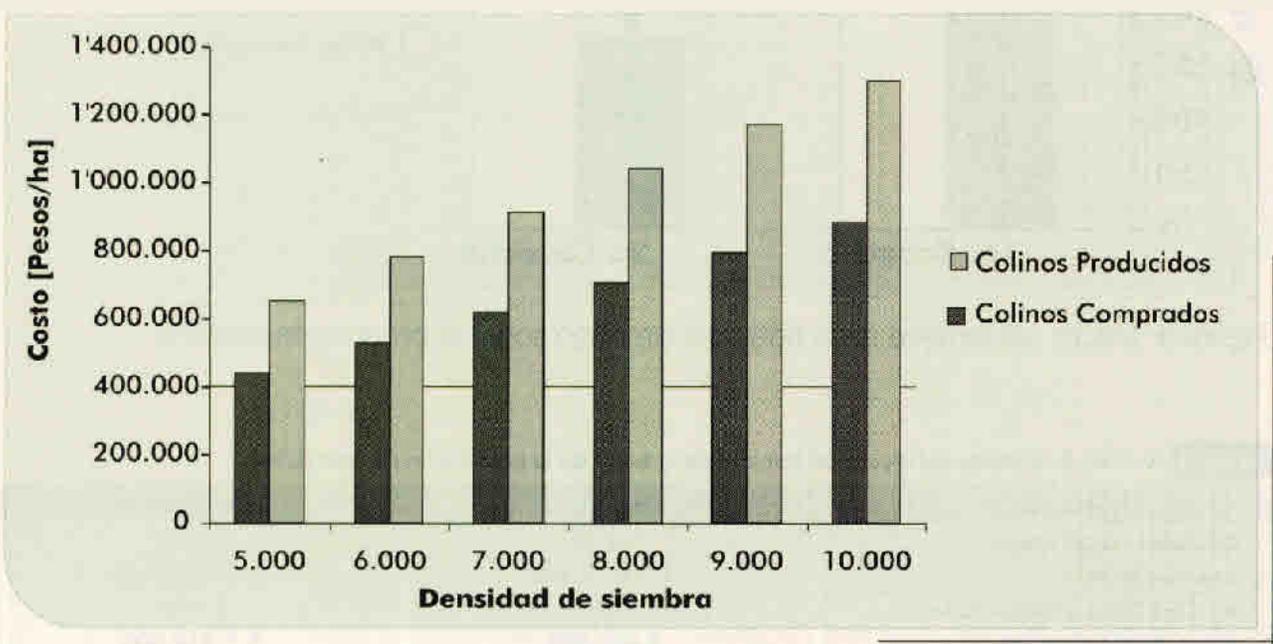


Figura 8. Diferencias en el costo/ha entre colinos de café producidos en la finca y comprados, al momento de la siembra.

el experimento se evaluaron diferentes tipos de recipientes; sin embargo, en este documento sólo se analizan los relacionados con el tamaño de bolsa. El ensayo incluyó la siembra en campo de colinos variedad Colombia provenientes de bolsa pequeña y bolsa grande, de la misma edad (4 meses), los cuales se llevaron hasta los tres años de edad, es decir dos cosechas. La Figura 9 describe los resultados en producción de café para las parcelas variedad Colombia bolsa pequeña y variedad Colombia bolsa grande.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la primera cosecha se presentó una diferencia de 90 arrobas a favor de la parcela sembrada con colinos producidos en bolsas grandes, mientras que para la se-

gunda cosecha la diferencia fue de 125 arrobas de café pergamino seco en favor del mismo tamaño de bolsa de 17 x 23 cm, denominada bolsa Cenicafé.

Los análisis económicos de estos resultados aparecen en la Tabla 6. Para estimar las utilidades netas derivadas del efecto del tamaño de la bolsa se tomó la diferencia observada en arrobas de café pergamino seco por cosecha/ha. Esta diferencia en producción se multiplicó por el precio interno por arroba, para estimar el ingreso bruto derivado de la práctica. Posteriormente se estimaron los kilogramos de café cereza correspondientes a estos incrementos en producción, permitiendo calcular el costo de recolección y beneficio asociado a este café. La utilidad final es

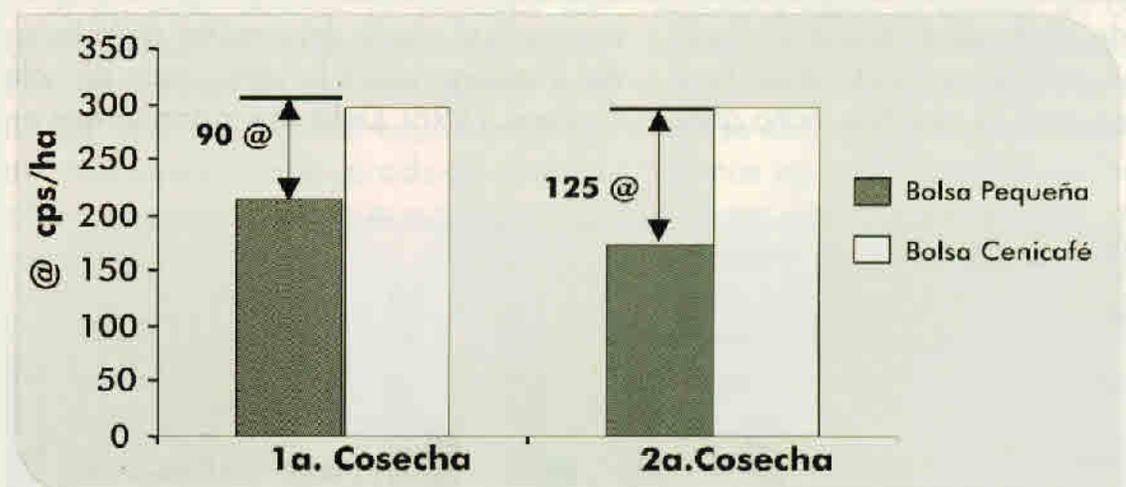


Figura 9. Efecto del tamaño de la bolsa del almácigo sobre la producción de café.

Tabla 6. Análisis Económico del efecto del tamaño de la bolsa en la producción de café (\$/ha)

| Variable | 1a. Cosecha | 2a. Cosecha |
|---|--------------------|--------------------|
| Diferencia en @ cps/ha | 90 @ | 125 @ |
| Ingresos Brutos | \$ 3' 015.000 | \$ 4' 187.500 |
| Kg Café Cereza Recolectados | 5.625 | 7.812 |
| Costo Recolección (a) | \$ 900.000 | \$ 1' 250.000 |
| Costo Beneficio y Secado (b) | 162.000 | 225.000 |
| Total Costos (a+ b) | \$ 1' 062.000 | \$ 1' 475.000 |
| Utilidad/anual (I.Brutos - T.Costos) | \$1'953.000 | \$2'712.500 |

pues, el ingreso bruto derivado de la mayor producción menos los costos relacionados con la recolección y beneficio (no se incluyeron costos de transporte).

De acuerdo con la Tabla 6, es evidente que al sembrar colinos de la misma edad, pero producidos en diferente tamaño de bolsa se obtienen mayores utilidades. Debe admitirse que, si bien estos son resultados experimentales, probablemente las cifras estimadas no se repitan en la misma escala en la caficultura comercial debido al tipo sistemas de producción,

heterogeneidad de los lotes, manejo de las plantaciones, manejo de la broca del café, tipo de beneficio, equipos de secado, etc. Aun así, si la diferencia fuera pequeña, por ejemplo 10 arrobas, también se encontrarían ventajas económicas al emplear la bolsa grande, en este caso para la primera cosecha dicha diferencia equivaldría a \$21 7.000/ha. Finalmente, es claro desde el punto de vista económico que el empleo de bolsas grandes, tipo Cenicafé, mejorara la productividad del cafetal y por tanto, su desempeño económico.

3.4 Utilizar Pulpa de Café en los Almacigos

La adición de pulpa al suelo empleado para llenar las bolsas que constituyen los almacigos de café es una práctica ventajosa pues como resultado se obtienen plántulas (colinos) sanas, vigorosas y más productivas, tal como se demostró en el punto anterior. Cenicafé ha llevado a cabo numerosos experimentos que demuestran las bondades del uso de pulpa en los almacigos de café (Valencia, 1972; Mestre, 1973; Valencia, 1975; Cadena, 1983; Uribe et al., 1983; Solazar, 1992; Guzmán et al., 1996). En otros experimentos empleando diferentes fuentes de materia orgánica, como en el caso de la gallinaza (Solazar et al., 1990), el uso de cenichaza (Solazar et al., 1991) y el estiércol de ganado (Salazar et al., 1994), también se han encontrado resultados positivos que se traducen como plantas de café de mejor calidad comparadas con aquellas en las que en su obtención no se empleó materia orgánica.

Debe recordarse que en la práctica un "colino" origina una planta de café que puede tener una vida útil muy larga (hasta 15 ó 20 años), mediante renovaciones por zocas. De esta manera, asegurar un "colino" de excelente calidad es el primer



paso para obtener un buen cultivo de café y tener mayores probabilidades de éxito en el negocio. En un estudio de caso sobre manejo de almácigos (Arcila, 2000), se encontró que producirlos sin utilizar pulpa de café condujo a la obtención de material de siembra de muy baja calidad. En este caso, el agricultor tratando de mejorar el aspecto general del almácigo, bá-

sicamente su apariencia (efecto cosmético), incurrió en uso indiscriminado de fungicidas (sistémicos y de contacto) y fertilizantes (foliares y edáficos, como el DAP). Este uso de agroquímicos incrementó el costo por colino entre \$10 y \$20, pero al final, los colinos continuaron presentando un mal estado de desarrollo que impidió recomendarlos para la siembra.

3.5 Sembrar un alto número de plantas por hectárea

En la búsqueda de altos rendimientos y por tanto, mayor productividad, pueden sembrarse hasta 10.000 plantas o tallos de café por hectárea. Estudios llevados a cabo en Cenicafé (Uribe et al., 1988; Uribe et al., 1988), han demostrado cómo hasta cierto límite, la productividad de café por hectárea se incrementa significativamente en función del incremento en la densidad de siembra. En una investigación adelantada por Duque *et al.*, (2001), acerca de los determinantes de la productividad del café encontró, entre un conjunto de varia-

bles, que la densidad de siembra presentó la mayor elasticidad parcial lo cual indicó que los mayores cambios en productividad por hectárea dependían de las variaciones en la densidad de siembra y concluyó finalmente que el mayor aporte individual hacia la productividad provenía de la densidad de siembra, expresada en el número de plantas o tallos por hectárea.



En un experimento llevado a cabo por Mestre" en la Estación Central Naranjal, se estudió la respuesta en productividad del café var. Colombia al sol, en función de la densidad de siembra por hectárea. La siguiente ecuación describe la respuesta en productividad en arrobas de café pergamino seco promedio por hectárea/año para un ciclo de 5 años; esta función se representa gráficamente en la Figura 10.

Como puede observarse en la Figura 10, la función que describe el incremento en productividad es de tipo cuadrático y se caracteriza por ser marginal decreciente. Esta característica implica que al aumentar la densidad de siembra a partir de 2.500 árboles por hectárea hasta un poco más de 10.000 la productividad se incrementa pero en forma decreciente, para luego comenzar a disminuir. Cono-

ciendo la función de respuesta es posible estimar el óptimo biológico, el cual se alcanzó en este experimento con 11.033 árboles por hectárea. El óptimo biológico puede llamarse también óptimo agrónomo u óptimo de producción física y corresponde a la densidad de siembra a la cual se maximiza el promedio de arrobas de café pergamino seco por hectárea/año.

Para encontrar el óptimo económico en densidades de siembra en cultivos perennes, como es el caso del café al sol, puede procederse al menos de dos formas. La primera, una vez conocida la función de respuesta, es posible determinar la función de ingresos brutos que correspondería al producto de la función de producción por el precio interno del café. En este caso sería necesario conocer la función de costos totales para cada densidad de siembra y en el punto donde la distancia entre

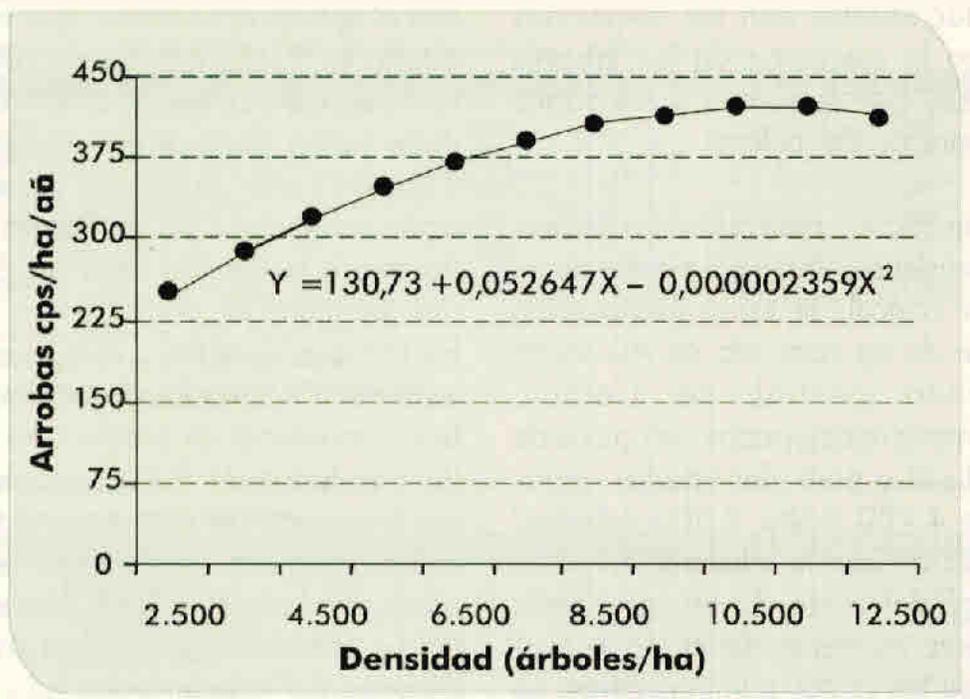


Figura 10. Productividad del café al sol, en función de la densidad de siembra.

" Mestre M., A. Respuesta en productividad de acuerdo con la densidad de siembra en variedad Colombia. Comunicación personal. Cenicafé, Chinchiná, Noviembre/2000.

ambas funciones (ingresos brutos y costos totales), fuera máxima; allí se encontraría el óptimo económico. Sin embargo, este procedimiento es difícil emplearlo puesto que la función de costos para cada densidad de siembra es compleja de determinar. En vista de esto, puede optarse por un segundo acercamiento que consiste en tratar el costo del árbol de café como si fuese un insumo; por ejemplo, un kilogramo de nutriente (fertilizante). Entonces, si para determinar el óptimo económico en fertilización con nitrógeno, debe conocerse el costo de un kilogramo de N (nitrógeno), en el caso de densidades deberá establecerse el costo anual de un árbol de café. Este costo anual del árbol considera el costo de todas aquellas labores de mantenimiento del cultivo que mantienen y garantizan que un árbol sea productivo; adicionalmente, deber cargarse un costo adicional que corresponde a la parte proporcional de los costos administrativos relacionados con las decisiones tomadas en la ejecución de las labores agronómicas, que se suman a los costos de la agronomía del cultivo.

Para este ejercicio y aplicando el concepto de la prudencia (no sobreestimar, ni sub-valorar costos), se tomó información proveniente de un conjunto de 40 fincas de la zona central de Caldas, específicamente relacionadas con ciclos de siembra al sol y para densidades variables desde 4.780 hasta 9.500 árboles/ha. De acuerdo con la información obtenida acerca del costo de la agronomía del árbol y su correspondiente parte proporcional de los costos administrativos, se

estimó el costo promedio por árbol de café, por año de edad del cultivo. Las variables agronómicas consideradas fueron: renovación del cultivo, fertilización, manejo de arvenses, manejo de broca, y otras labores (deschuponadas, resiembras, etc.). Se excluyeron los costos relacionados con recolección, beneficio y transporte, pues estos son costos proporcionales a la cantidad de café cosechada. En este sentido, Harrington (1982) y el Cimmyt (1988), en análisis económicos y formulación de recomendaciones consideran no incluir en dichos análisis aquellos costos que son aproximadamente proporcionales al rendimiento (cosecha, desgrane, almacenamiento, etc.).

Para este caso el valor encontrado fue de \$ 253, cifra que se asumió como el costo promedio/árbol/año, para estimar el óptimo económico. Con esta cifra y con el precio interno del café¹² es posible estimar el óptimo económico, que en este caso estaría en 9.450 árboles de café por hectárea de café cultivado al sol (óptimo que debe variar para otros sistemas de producción de café u otras zonas agroecológicas). Sin embargo, conociendo que a través del ciclo de cultivo ocurren pérdidas en población en los cafetales (árboles muertos), que pueden representar el 5%, entonces la población a sembrar y mantener en producción deberá estar alrededor de 9.900 árboles de café por hectárea. De esta manera se evitarían dichas pérdidas que al final reducirán la productividad del cafetal. Este sería el óptimo en densidad de siembra para las condiciones del experimento.

¹² Como el café es un cultivo perenne, debe asumirse un precio de venta represente al menos un ciclo del cultivo y NO tomar el precio vigente al momento del análisis. Así se evitaría sobreestimar la densidad de siembra o por el contrario subestimarla. En este caso se asumieron \$33.500/@ cps.

Es fundamental recalcar que cuando se toma la decisión de hacer caficultura al sol es conveniente, desde el punto de vista económico, establecer plantaciones con densidades alrededor de 9.500 árboles de café por hectárea, pero siempre teniendo en cuenta las condiciones ambientales locales, resaltando que al establecer densidades de siembra menores, cuando las condiciones favorecen altas poblaciones se pierde eficiencia económica en los recursos empleados.

En vista de la importancia de las altas densidades de siembra, Cenicafé ha desarrollado diferentes formas de obtenerlas, pero con una reducción significativa en los costos. Un ejemplo es la siembra de dos chapolas por bolsa para instalar en el campo dos plantas de café por sitio. Estudios desarrollados por Uribe et al., (1988), demostraron las ventajas de sem-

tirar dos chapolas por bolsa para obtener dos colinos por sitio que sembrados a una distancia de 1,42 x 1,42 m [5.000 sitios], presentaron altos rendimientos.

De igual manera, se concluyó que con la siembra de dos plantas por sitio a la distancia de 1,42 x 1,42 m, se obtienen producciones similares a las de una planta por sitio sembradas a 1 x 1 m, lo cual implica que son estadísticamente iguales dichas producciones (Mestre et al., 1995). La Tabla 7, muestra la producción obtenida para una y dos plantas por sitio, en promedio de cuatro cosechas y en seis localidades.

Con base en los resultados anteriores, en la Tabla 8 se muestra el análisis económico de sembrar dos plantas por sitio provenientes de almácigos en los cuales se sembraron previamente dos chapolas de

Tabla 7. Producción en @ de cps/ha. Promedio de 6 localidades y cuatro cosechas**

| Localidad | 10.000 sitios/ha** | 5.000 sitios/ha** |
|-----------------------|--------------------|-------------------|
| Albán - Valle | 560 | 529 |
| Paraguacito - Quindío | 673 | 641 |
| Libano - Tolima | 652 | 579 |
| Rosario - Antioquia | 550 | 589 |
| Naranjal - Caldas | 728 | 731 |
| Supía - Caldas | 667 | 550 |

Tomado del Avance Técnico No. 213 - Marzo, 1995

Una planta por sitio. 1 x 1 m = 10.000 plantas/ha

Dos plantas por sitio. 1,42 x 1,42 m = 10.000 plantas/ha

Tabla 8. Análisis económico de la instalación de 1 hectárea de café, sembrando una o dos chapolas por bolsa. (Sólo hasta la siembra del cultivo).

| Variables | 1 chapola/bolsa | 2 chapolas/bolsa |
|--|-----------------|------------------|
| Tallos/sitio | 1 | 2 |
| Sitios/ha | 10.000 | 5.000 |
| Resiembras (10%) | 1.000 | 500 |
| Costo Colinos/ha (a) | \$ 970.526 | \$ 586.117 |
| Mano Obra Instalación | 73,39 jornales | 36,69 jornales |
| Costo Mano de Obra (b) | \$ 1'137.541 | \$ 568.770 |
| Costo Instalación (a + b) | \$ 2'108.607 | \$ 1'154.887 |
| Diferencia 1 chapola - 2 chapolas/bolsa | | \$ 953.179 |
| Reducción en los costos de instalación [%] | | 45,2% |

café por bolsa. Es claro que los costos difieren sustancialmente pues empleando dos chapolas por bolsa, los costos de instalación pueden reducirse hasta en un 45,2%, circunstancia ampliamente ventajosa desde el punto de vista de reducción de costos.

Al desagregar el porcentaje de reducción en costos entre ambos sistemas, en los rubros colinos y mano se obra, se encuentra que mientras para los colinos dicha reducción es del 40%, en la mano de obra corresponde al 50%.

De otro lado, el experimento FIT 0204, de la disciplina de Fitotecnia de Cenicafé, que estudió diferentes sistemas de obtención del número de plantas por sitio y su efecto en la producción de café, encontró en 14 localidades de la zona cafetera colombiana que no hubo diferencias estadísticas en productividad por hectárea al comparar una y

dos plantas por sitio y dos tallos por sitio provenientes de un colino descopado en la fase de almácigo, para tres densidades de siembra, 5.000, 7.500 y 10.000 plantas o tallos por hectárea (Arcila, 2001). La Figura 11 describe los resultados obtenidos en la Estación Central Naranjal, localizada en el municipio de Chinchiná, correspondientes al ciclo desde 1996 al año 2000.

Con base en estos resultados se estableció en la Estación Central Naranjal el experimento ECO 0502 que tiene como objetivo evaluar económicamente tres sistemas de producción de café al sol. El estudio se diseñó para ser llevado a cabo en condiciones comerciales, ocupando cada tratamiento una extensión de 0,5 hectáreas. La Tabla 9, compara los costos de instalación de dos tratamientos, 10.000 sitios por hectárea sembrando una planta por sitio y 5.000 sitios por hectárea sembrando dos tallos por sitio, provenientes de

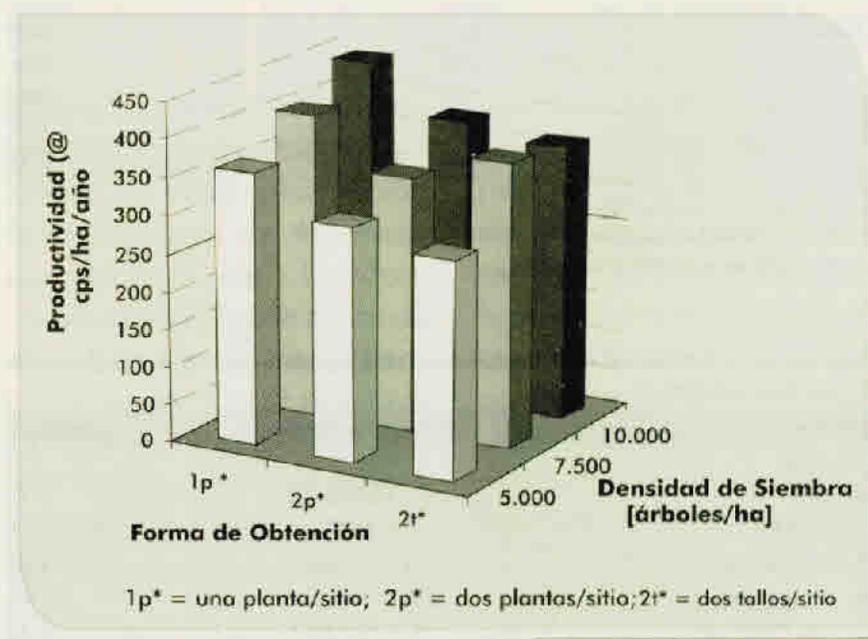


Figura 11. Productividad del café al sol, de acuerdo con diferentes formas de obtener la densidad de siembra

colinos descopados en el almácigo. El sistema de 10.000 sitios/ha, que representa caficultura altamente tecnificada al sol se tomó como base de referencia. La fecha de instalación del cultivo fue mayo de 2001 y el análisis de costos cubre los primeros veinticuatro meses del mismo. Los costos se presentan ajustados a una hectárea. De

esta forma con unos costos de instalación y manejo hasta los primeros 24 meses significativamente menores se obtiene la misma densidad de siembra que sembrando a un metro entre plantas y entre surcos, conservando la misma productividad por unidad de área.

Tabla 9. Análisis económico de la instalación y manejo de 1 hectárea de café, sembrando una planta por sitio y dos tallos por sitio (primeros 24 meses de edad del cultivo),¹⁶

| Variables | 1 Planta/sitio | 2 Tallos/sitio | Ahorro |
|--|---------------------|---------------------|--------|
| Tallos/sitio | 1 | 2 | |
| Sitios/ha | 10.000 | 5.000 | |
| Siembra | \$ 2'225.454 | \$ 1'120.225 | 50% |
| Manejo de Arvenses | \$ 2'468.004 | \$ 1'818.705 | 27% |
| Fertilización | \$ 2'045.880 | \$ 1'650.252 | 19% |
| Otras Labores | \$ 53.971 | \$ 42.548 | 21% |
| Costo Total (primeros 24 meses) | \$ 6'793.309 | \$ 4'631.730 | |
| Diferencia 1 planta/sitio – 2 tallos/sitio | | \$ 2'161.579 | |
| Reducción en costos | | 32% | |

A pesos de Noviembre de 2003 [incluye manejo de broca y deschuponadas]

3.6

Realizar el Manejo Integrado de Arvenses

A través de varios estudios, se ha demostrado cómo las desyerbas o limpiezas de los cafetales se reflejan en aumentos en producción y ganancias, dentro de ciertos límites (Mestre, 1979). Sin embargo, este aspecto debe ser analizado más profundamente pues el manejo de malezas o arvenses juega un papel muy importante en la conservación de los suelos y por tanto, en la sostenibilidad de la productividad de café en las distintas regiones del país.

De hecho, si las prácticas de manejo de arvenses, sobre todo en las regiones

de ladera se hacen con criterios de conservación, la capacidad de producción de estos suelos y su fertilidad natural se mantendrán a través del tiempo, dando lugar a una producción sostenible de café (Gómez *et al.*, 1993). Por esta razón Cenicafé desarrolló la propuesta de manejo integrado de arvenses la cual ha sido plasmada en varias publicaciones (Gómez *et al.*, 1994; Rivera, 1994; Rivera, 1997; Rivera, 1997; Rivera, 2000).

De otro lado, también se han determinado sus ventajas económicas (Rivera, 1999), en lotes comerciales de café, de otro



lado también se han determinando sus ventajas económicas (Rivera, 1999), en lotes comerciales de café plantados en la sede de Cenicafé, Chinchiná. En este caso se utilizó como parcela demostrativa un lote de 1,5 ha con café var. Caturra, bajo sombra y sembrado a una distancia de 1 x 2 m, empleando básicamente el selector de coberturas nobles y plateos manuales. En la Tabla 10, se compara el sistema convencional de manejo de arvenses (machete + plateo manual) y el manejo llevado a cabo mediante el manejo integrado de arvenses (MIA), durante un año, mediante la metodología de los presupuestos parciales. En esta técnica se generan dos columnas, una de ellas incorpora los aspectos negativos del cambio (costos adicionales e ingresos reducidos), mientras la otra incluye los aspectos positivos (ingresos adicionales y costos reducidos); así la diferencia entre ambas columnas (aspectos positivos y negativos del cambio), debe tener signo positivo, para que el cambio técnico sea aceptable económicamente.

La Tabla 10, muestra cómo los efectos positivos del cambio son mayores que los

efectos negativos. De esta manera es recomendable adoptar el manejo integrado de arvenses pues el cambio tiene claras ventajas económicas. Esto se corrobora al estimar la reducción en los costos de la labor al pasar del método convencional al integrado, pues éstos se reducen en el 46%.

En un estudio de caso" llevado a cabo en una finca del municipio de Palestina, Caldas, con caficultura al sol y densidad de siembra promedio de 6.400 árboles por hectárea, manejando ciclos de una duración de 5 años, se analizaron los costos del manejo integrado de arvenses. En esta finca se había adoptado esta estrategia de manejo 5 años atrás, circunstancia que permitió analizar 6 lotes que oscilaban entre 0-12 meses de edad, para los más jóvenes, hasta 24-36 meses para los mayores. Lotes mayores de 36 meses no se incluyeron en los análisis. La Tabla 11, describe los costos promedio por hectárea para las tres edades consideradas.

En dicha Tabla se observa que los costos del manejo de arvenses son similares para los lotes hasta 24 meses de edad, pero

Tabla 10. Análisis económico del cambio del manejo convencional por el manejo integrado de arvenses. Cafetal bajo sombra, lote La Guamera, Cenicafé, Planalto. [Costos/ha].

| Columna 1 | | Labor | Costo | Columna 2 | | Labor | Costo |
|---------------------------------|-----------|-------|-----------|---------------------------|------------------|-------|-------------|
| Costos Adicionales del MIA [CA] | Parcheos | | \$434.000 | Ingresos Adicionales [IA] | | | \$0 |
| | Plateos | | \$85.250 | | Total IA | | \$0 |
| | Herbicida | | \$45.114 | Costos Reducidos [CR] | Plateo + Machete | | \$1'178.000 |
| | Selector | | \$70.017 | | Total CR | | \$1'178.000 |
| | Total CA | | \$634.381 | | | | |
| Ingresos Reducidos [IR] | Total IR | | \$0 | Costos Reducidos [CR] | Plateo + Machete | | \$1'178.000 |
| | | | | | Total CR | | \$1'178.000 |
| A. Total CA + IR | | | \$634.381 | B. Total IA + CR | | | \$1'178.000 |
| Diferencia B - A | | | | | | | \$543.619 |

Como estudio de caso NO permite inferencia estadística. Se presenta sólo como referencia de campo en costos del manejo integrado de arvenses y es por lo tanto solo una guía.

posteriormente tienden a disminuir a medida que la plantación envejece y cierra las calles. Para este tipo de manejo (manejo integrado de arvenses), el costo osciló entre \$445.907 y \$284.647 por hectárea/año, de acuerdo con la edad del lote.

Aunque en el manejo de arvenses pueden ocurrir múltiples combinaciones de métodos y por ello una amplia diversidad en los costos, la Tabla 12, describe aquellos para algunos lotes cafeteros de fincas de Chinchiná y Palestina¹⁹ en donde dicho manejo está sustentado básicamente en el uso de herbicidas. Es importante señalar que al analizar los costos de manejo de arvenses por hectárea al nivel de finca, seguramente los costos promedio serán inferiores, pues en este caso entrarían en el análisis los cafetales con cuatro y cinco años de edad en donde el manejo de arvenses es relativamente menos costoso. Adicionalmente, para este ejemplo se seleccionaron fincas en las cuales realmente el manejo de arvenses tuviera un énfasis marcado en el uso de herbicidas. Las edades consideradas son las mismas de la Tabla 11 y la densidad de siembra promedio estaba en los 7.300 árboles por hectárea.

Como puede apreciarse al comparar la Tablas 11 y 12, en las diferentes edades de los lotes el manejo integrado de arvenses, una vez establecido, tiende a ser menos costoso que el control basado en el uso intensivo de herbicidas. Al comparar los costos y simplemente con carácter ilustrativo, pues los lotes son de diferentes fincas y condiciones, el porcentaje de reducción en el costo para lotes de 0-12 meses sería del 34%, para lotes entre 12-24 meses del 27,5% y finalmente en lotes entre 24-36 meses, la diferencia es menor, correspondiendo a 7,5%. Es también evidente que cuando el lote envejece y se hace mayor, el costo del manejo de arvenses disminuye para ambos tipos de métodos, siendo prácticamente iguales para el tercer año de edad de la plantación, tal como se observa en la Figura 12.

Finalmente, como un concepto complementario debe resaltarse que la conservación de los suelos cafeteros como recurso natural no renovable, es un beneficio adicional que se logra con el manejo integrado y que muy posiblemente no se obtenga con manejos que dejen el suelo expuesto a la erosión.

Tabla 11. Costos/ha del manejo integrado de arvenses. Lotes de Palestina, Caldas

| Rubros | Unidades | Edad del Lote (meses) | | | | | |
|--------------------|----------|-----------------------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|
| | | 0 - 12 | | 12 - 24 | | 24 - 36 | |
| | | Cantidad | Costo (\$) | Cantidad | Costo (\$) | Cantidad | Costo (\$) |
| M. Obra [limpias] | Jornales | 4,6 | 71.544 | 3,1 | 47.285 | 6,1 | 94.895 |
| M. Obra [selector] | Jornales | 15,6 | 241.055 | 13,8 | 213.205 | 10,3 | 160.284 |
| Glifosato | cc | 4.079 | 44.666 | 3.964 | 43.410 | 2.691 | 29.468 |
| M. Obra [guadaña] | Jornales | 4,4 | 67.817 | 7,0 | 108.818 | 0 | 0 |
| Guadaña (Equipo) | Horas | 27,6 | 20.825 | 44,2 | 33.416 | 0 | 0 |
| | | | 445.907 | | 446.133 | | 284.647 |

Incluye el costo de la Guadaña y su mantenimiento de acuerdo con la vida útil estimada

¹⁹ Cifras que NO permiten inferencia estadística. Se presentan sólo como referencia de campo en costos del manejo de arvenses basado en el uso de herbicidas

Tabla 12. Costos/ha del manejo de arvenses basado en herbicidas¹⁾. Lotes de Chinchiná y Palestina, Caldas

| Rubros | Unidades | Edad del Lote (meses) | | | | | |
|----------------------|----------|-----------------------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|
| | | 0 - 12 | | 12 - 24 | | 24 - 36 | |
| | | Cantidad | Costo (\$) | Cantidad | Costo (\$) | Cantidad | Costo (\$) |
| M. Obra | Jornales | 29,7 | 460.246 | 29,9 | 463.552 | 15,7 | 243.200 |
| Glifosato | L | 15,5 | 170.425 | 7,86 | 86.133 | 3,42 | 37.517 |
| 2, 4 - D (herbicida) | L | 1,57 | 16.547 | 0,60 | 6.349 | 1,25 | 1.320 |
| Coadyuvantes | L | 0 | 0 | 0,76 | 19.049 | 0 | 0 |
| Bomba Aspersión | Horas | 129,2 | 27.517 | 94,3 | 20.857 | 54,9 | 11.695 |
| Guadaña | Horas | 0 | 0 | 27,6 | 20.074 | 18,4 | 13.889 |
| | | | 674.735 | | 616.014 | | 307.621 |

¹⁾ Incluye el costo de los equipos de aspersión y su mantenimiento de acuerdo con la vida útil estimada

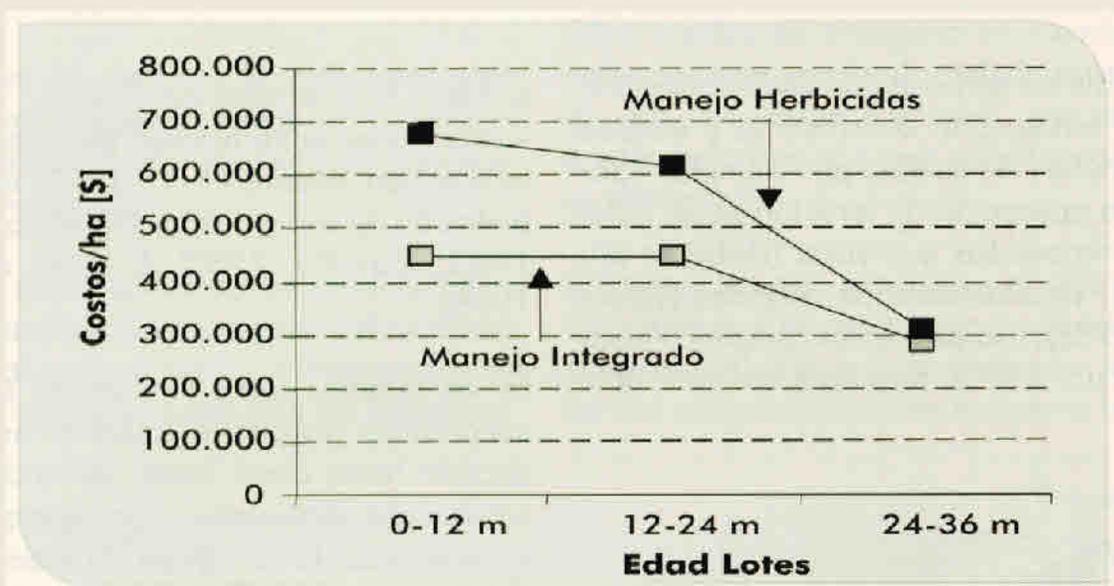


Figura 12. Costos del manejo de arvenses según la edad del cafetal

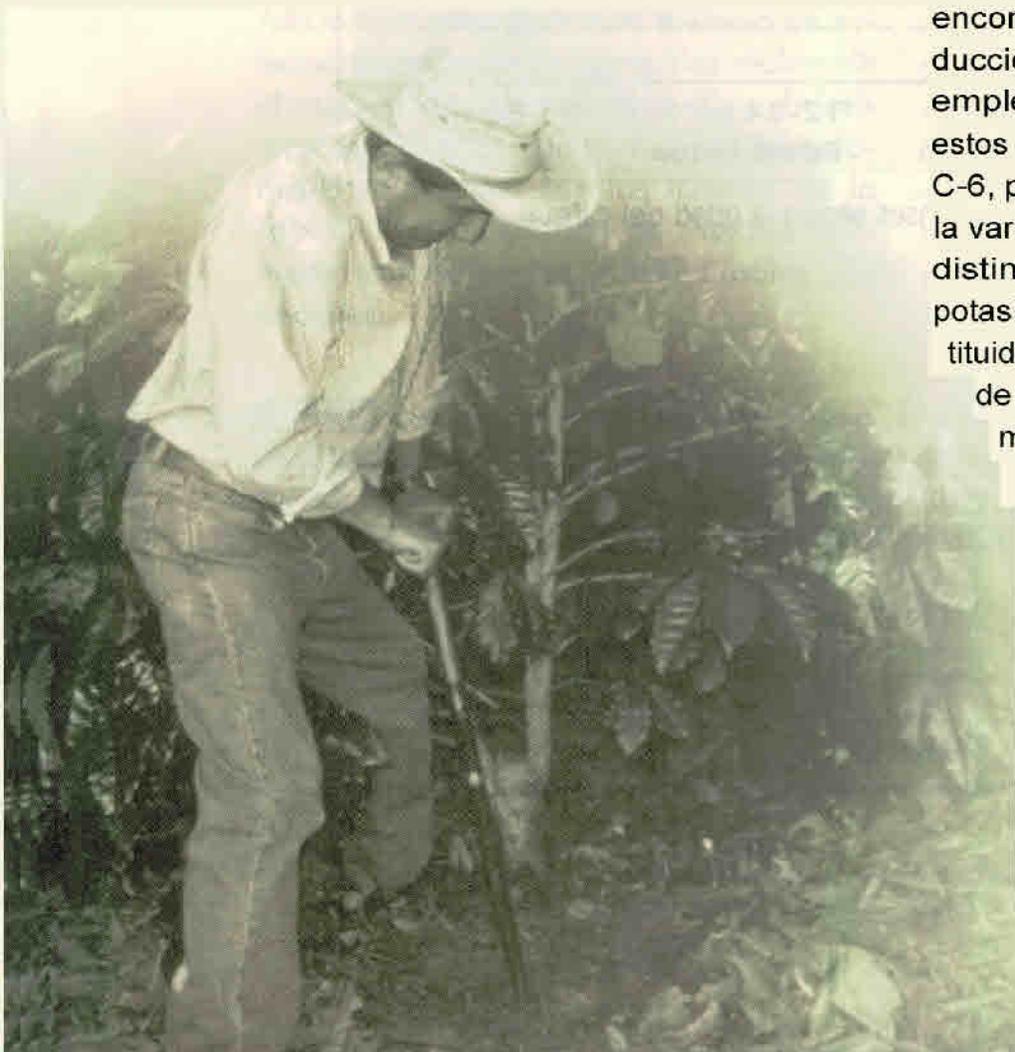
3.7

Fertilizar los cafetales con base en el análisis de suelos

Cenicafé ha generado amplia información sobre fertilización de cafetales y empleo del análisis de suelos, por ejemplo, épocas de aplicación de fertilizantes en cafetales renovados por zoca (Uribe et al., 1984), encolamiento de cafetales (Valencia, 1988), uso de fuentes simples (Valencia et al., 1990), respuesta del café bajo

sombrio a la fertilización (Mestre, 1996), interacciones entre manejo de cafetales y fertilización (Mestre et al., 1990) e interpretación de estos análisis (Valencia et al., 1983; Carrillo, 1990; Carrillo et al., 1995).

En los trabajos sobre fertilización se han encontrado respuestas positivas en producción hasta cierto límite, derivadas del empleo de fertilizantes. Un ejemplo de estos estudios lo constituye el Experimento C-6, proyecto que evaluó la respuesta de la var. Caturra en diferentes localidades a distintas dosis de nitrógeno, fósforo y potasio. Los tratamientos estuvieron constituidos por las combinaciones factoriales de tres niveles de cada uno de los elementos. Los niveles que se emplearon fueron 0, 120 y 240 kilos por hectárea y por año de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente (Uribe et al., 1976). El estudio se llevó a cabo en diferentes localidades del país: Cenicafé (Chinchiná), Estación Central Naranjal (Chinchiná), Paraguaicito (Quindío), Libano (Tolima), Fresno (Tolima), Subestación El Rosario (Antioquia), Piamonte



(Antioquia), Granjas (Cundinamarca), Mesitas (Cundinamarca), Gigante (Huila) y Albán (Valle). Con base en los resultados obtenidos, al tomar por ejemplo la función de respuesta obtenida para la Subestación Paraguaicito, se observa que los datos se ajustaron a una función polinomial del segundo grado (cuadrática), lo cual permite entre otros estimar la dosis óptima de fertilización. La función se expresa de la siguiente forma:

$$y=4119.0594+ 16.1352-0.03424N^2$$

La Figura 13, describe la dosis óptima de nitrógeno a aplicar estimada cuando el valor del producto marginal es igual al costo marginal.

Debido a que la función de producción es marginal decreciente, el valor del producto marginal se hará menor a medida que se utilicen mayores cantidades de nitrógeno.

La recta AB corresponde al valor del producto marginal (arrobas de café marginales multiplicadas por su precio), y es claro que a medida que la producción llega al óptimo, dicho valor es igual a cero, lo cual se logra aproximadamente a los 240 kilogramos de nitrógeno por hectárea año (caso Paraguaicito). De otro lado, la recta CD representa el costo de cada 20 kilogramos de nitrógeno²¹, valor que permanece constante a lo largo del eje horizontal. Luego del punto de cruce de ambas rectas el costo marginal de las siguientes 20 unidades de nitrógeno es superior al valor del café producido debido al efecto de esa aplicación adicional, por tanto, continuar fertilizando sería económicamente irracional.

Con base en esta función es posible además observar las ventajas económicas de fertilizar los cafetales. Al comparar el valor del café producido en el óptimo bioló-

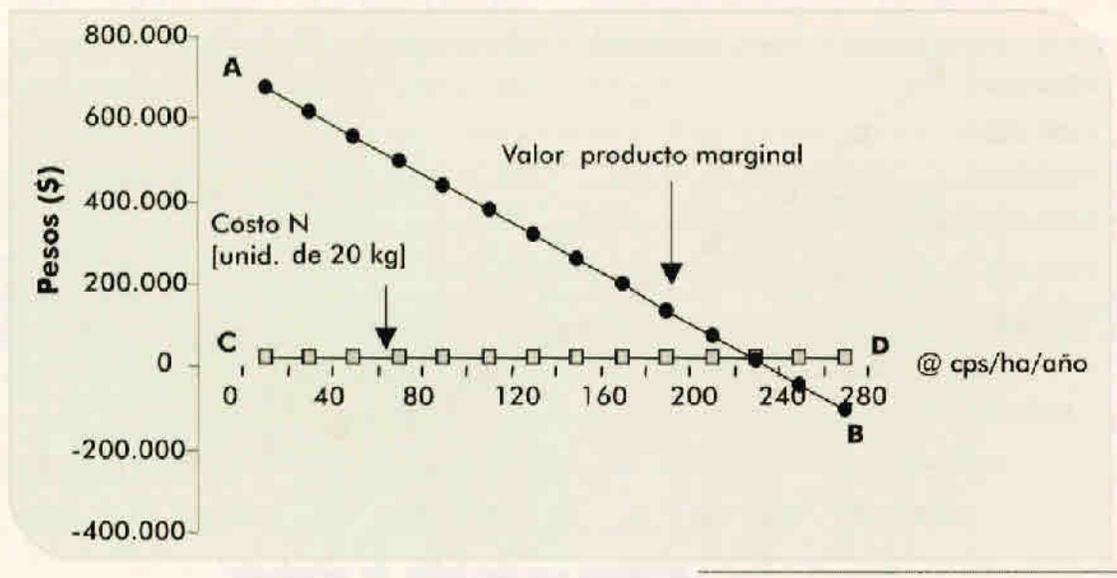


Figura 13. Análisis marginal para la aplicación de nitrógeno en Café. Paraguaicito, Quindío.

¹ Se estimó el costo de 1 Kg de Nitrógeno en \$1.582

gico con el obtenido sin fertilización y al mismo tiempo, estimar el costo del fertilizante utilizado en el óptimo, el incremento en los ingresos derivados de la mayor producción de café es más que proporcional al incremento en el costo del fertilizante. Así, mientras la reducción en los costos²² sería del orden de \$225.192/ha, la disminución en los ingresos equivaldría a \$3'800.448, demostrándose la alta rentabilidad de la fertilización con nitrógeno. La Figura 14 describe las pérdidas representadas por ingresos brutos dejados de percibir al no fertilizar o hacerlo en niveles por debajo del óptimo, para la misma función de producción.

Analizando la Figura 14, es evidente que no fertilizar o hacerlo con cantidades inferiores a los óptimos implica dejar de percibir unos ingresos por hectárea significativos, al reducirse la productividad (hasta 1.52 @ cps/ha por no fertilizar), circunstancia que demuestra los beneficios eco-

nómicos de una fertilización adecuada en los cultivos de café. Estas ventajas pueden observarse mediante el análisis marginal (Figura 15).

En la Figura 15, se considera que si buscando disminuir los costos de producción un caficultor decide reducir la cantidad de nitrógeno en la fertilización, ocurre el escenario descrito en la Figura 15. En esta Figura se estima el efecto de la reducción de 80 kg de nitrógeno por hectárea, al pasar de 240 a 169 kg de N (en el eje X), que tienen un valor de \$126.400 (eje Y₂). Simultáneamente, se observa el efecto en la menor producción obtenida que en este caso corresponde a 15,6 arrobas de café pergamino seco cuyo valor equivaldría a \$536.000 (eje Y₁). Es claro entonces que la reducción en costos es menos que proporcional a la reducción en ingresos y por ello, dejar de fertilizar o reducir las dosis recomendadas tiene efectos económicos negativos. Por tanto y como se ha

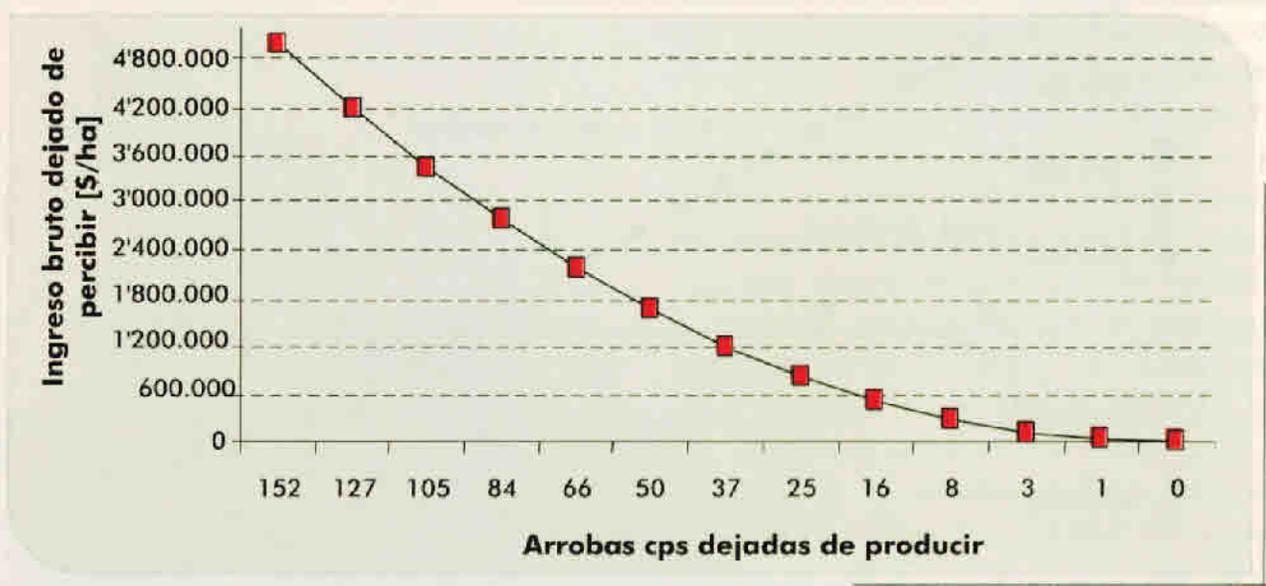


Figura 14. Ingreso bruto dejado de percibir por hectárea al no fertilizar o al hacerlo con niveles inferiores al óptimo.

²² No se consideraron los costos relacionados con la mano de obra necesaria para la aplicación y el transporte del fertilizante.

enfanzado, debe utilizarse la cantidad de fertilizante que maximice las ganancias. Así, se justifica plenamente desde el punto de vista económico y biológico llevar a cabo esta práctica.

De otro lado, para tomar las decisiones más acertadas en fertilización de cafetales la mejor herramienta es el análisis de suelos. Estos resultados permiten conocer la cantidad de fertilizante necesaria para un cultivo de café, de acuerdo con los requerimientos del mismo y las reservas del suelo; así mismo, permiten conocer las cantidades y clase de enmiendas que requiere un determinado suelo (Valencia, 1992). En este sentido, se llevaron a cabo una serie de validaciones de las recomendaciones producidas por los análisis de suelos en las que se encontró que los caficultores aplicaban dosis de fertilizante superiores a las recomendadas por los análisis para obtener producciones similares a las basadas en la recomendación (Echeverri, 1994); esta circunstancia describe cómo por encima de ciertos niveles

de fertilizante no hay respuesta en producción y en cambio, si se entra en una etapa irracional de la producción desde el punto de vista económico, para mayores costos se obtienen menores ganancias. Las validaciones se realizaron en fincas de cuatro departamentos: Antioquia, Caldas, Valle y Santander, en las cuales, permaneciendo todos los otros costos fijos sólo variaron los relacionados con la fertilización. De éstas, se presentan los resultados correspondientes a los casos de Antioquia y Caldas donde se tomaron en ambas validaciones, 3 fincas durante dos cosechas. Los resultados, en producciones y costos se expresan por hectárea y son el promedio de las dos cosechas.

De la Tabla 13, se destaca que la parcela del caficultor obtuvo mayor producción de café representada en 9 arrobas de café pergamino seco, en comparación con la parcela Cenicafé, derivada de aplicar 1.193 kg adicionales de fertilizante. Al analizar el ingreso proveniente de esa sobreproducción y compararlo con los cos-

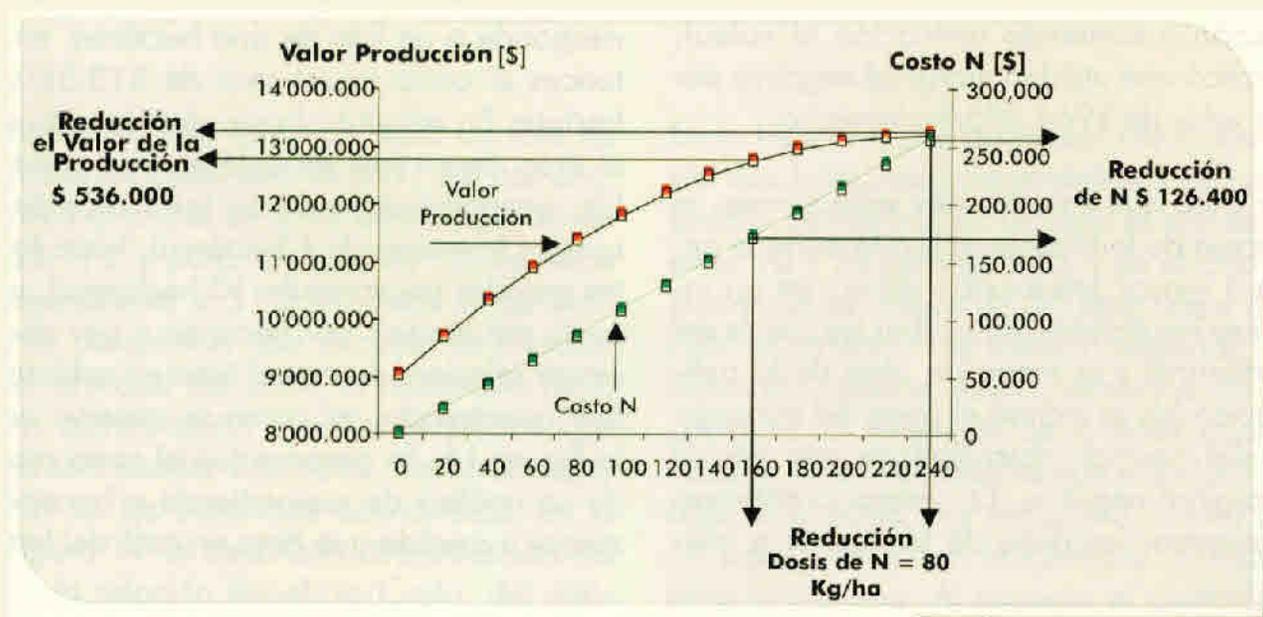


Figura 15. Análisis marginal para la aplicación de nitrógeno en Café. Paraguaicito, Quindío

Tabla 13. Análisis marginal de la validación del análisis de suelos. Antioquia.

| Variables | Parcela Caficultor | Parcela Cenicafé | Diferencia Kg/ha |
|---|--------------------|------------------|------------------|
| Fertilizante (Kg./ha) | 1.686 | 493 | 1.193 |
| Producción Promedio/@ cps/ha | 431,5 | 422,5 | |
| Producción Marginal @/ha | 9 | | |
| Ingreso Marginal (\$/ha) (a) | \$301.500 | | |
| Costo Marginal – Fertilizante (\$/ha) (b) | -\$913.838 | | |
| Costo Marginal – Mano Obra (\$/ha) (c) | -\$61.638 | | |
| Utilidad Marginal (\$/ha) (a – b – c) | - \$ 673.976 | | |

tos de la mayor cantidad de fertilizante empleado y la mano de obra necesaria para dicha aplicación (asumiendo aplicación al voleo en ambas parcelas), se concluye que la utilidad marginal debida al incremento en la cantidad de fertilizante es negativa y tienen un valor de \$673.976/ha/cosecha.

En la Tabla 14 se observa que en la parcela del caficultor de Caldas se obtuvieron 2 arrobas de café pergamino seco más, debido a la aplicación adicional de 1.262 kg de fertilizante por hectárea. Se concluye que el ingreso derivado de esas 2 arrobas, comparado con los costos del fertilizante aplicado en exceso, más la mano de obra necesaria para dicha aplicación (asumiendo aplicación al voleo), implicó una utilidad marginal negativa por un valor de \$964.895/ha/cosecha.

Es claro que en estas dos validaciones, el exceso de fertilizante aplicado aunque generó mayor producción derivó en un ingreso insuficiente para cubrir los costos del fertilizante y la mano de obra de la aplicación (no se incluyó el costo del transporte del insumo), obteniéndose una utilidad marginal negativa. Es necesario entonces replantear las dosis de fertilizante a utili-

zar y para esto la mejor opción es el análisis de suelos, que con un costo bajo (\$37.720/muestra), permite optimizar el uso de recursos en la fertilización de cafetales y obtener ventajas económicas al reducir los costos de producción. De esta forma se concluye también que en la búsqueda de la racionalidad económica el análisis de suelos es herramienta fundamental para tomar las mejores decisiones en fertilización. En este sentido, Sadeghian et al., (2003), analizaron las implicaciones económicas del análisis de suelos. En este sentido, si el costo del análisis básico de fertilidad para una muestra de suelo es de \$37.120²³ yes válido per un periodo de dos años, pueden analizarse varios escenarios. En primer lugar, si la muestra corresponde a un lote de una hectárea, entonces el costo anual será de \$1 8.560/ha/lote. En segundo lugar, debido a que el área de un lote en café es muy variable, encontrándose desde lotes muy pequeños (menores de 1 hectárea), hasta lotes grandes (mayores de 10 hectáreas), el costo del análisis por hectárea y por año estará relacionado con el área en café del lote muestreado, tal como se observa en la Figura 16. Se observa que el costo real de un análisis de suelos tiende a hacerse menor a medida que área en café del lote

Tabla 14. Análisis marginal de la validación del análisis de suelos. Caldas.

| Variables | Parcela Caficultor | Parcela Cenicafé | Diferencia Kg/ha |
|---|--------------------|------------------|------------------|
| Fertilizante (Kg/ha) | 2.380 | 1.118 | 1.262 |
| Producción Promedio/@ cps/ha | 282,5 | 280,0 | |
| Producción Marginal @/ha | 2 | | |
| Ingreso Marginal (\$/ha) (a) | \$67.000 | | |
| Costo Marginal – Fertilizante (\$/ha) (b) | -\$966.692 | | |
| Costo Marginal – Mano Obra (\$/ha) (c) | -\$65.203 | | |
| Utilidad Marginal (\$/ha) (a – b – c) | - \$ 964.895 | | |

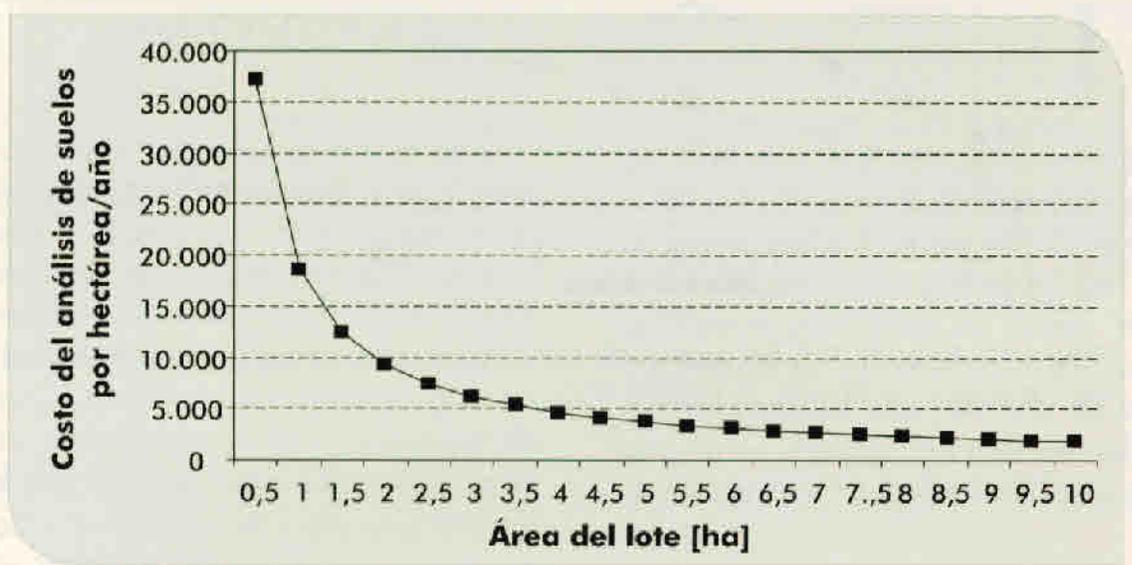


Figura 16. Costo del análisis de suelos de acuerdo con el área del lote.

aumenta. Así, mientras para un lote de 0,5 ha el costo será de \$37.120 por año, para otro lote de 5 ha dicho costo es de \$3.172 y para un lote de 10 ha sería equivalente a \$1.856. Estas cifras indican claramente que el costo de conocer la fertilidad del suelo es realmente bajo, en comparación con los beneficios que de esto pueden obtenerse. Como un ejemplo de los beneficios económicos, en la Figura 17 se describen diferentes valores de la relación Beneficio/Costo, del análisis de suelos en función de ahorro en la fertilización fosfórica.

En la Figura 17, se presentan como ejemplo dos lotes con rangos distintos de contenidos de fósforo; en un caso el lote tiene entre 10 y 30 ppm de P_2O_5 y en el otro el contenido es mayor de 30 ppm. Para decidir la cantidad de fósforo requerido es necesario conocer estos contenidos, de lo contrario, la definición de la dosis podría basarse en el supuesto de que el fósforo es bajo en el suelo, por seguridad, menor de 10 ppm y entonces, la cantidad a utilizar sería la máxima. Al conocer el contenido de fósforo, dicha cantidad deberá ajustarse de acuerdo con el contenido en el suelo y

de esta manera obtener los ahorros que explican el alto valor de la relación beneficio/costo del análisis de suelos, pues aun para el menor tamaño de lote dicha rela-

ción es mayor que la unidad. Como es lógico suponer, a mayor tamaño del lote la relación es más alta resultando por tanto más benéfico para el caficultor.

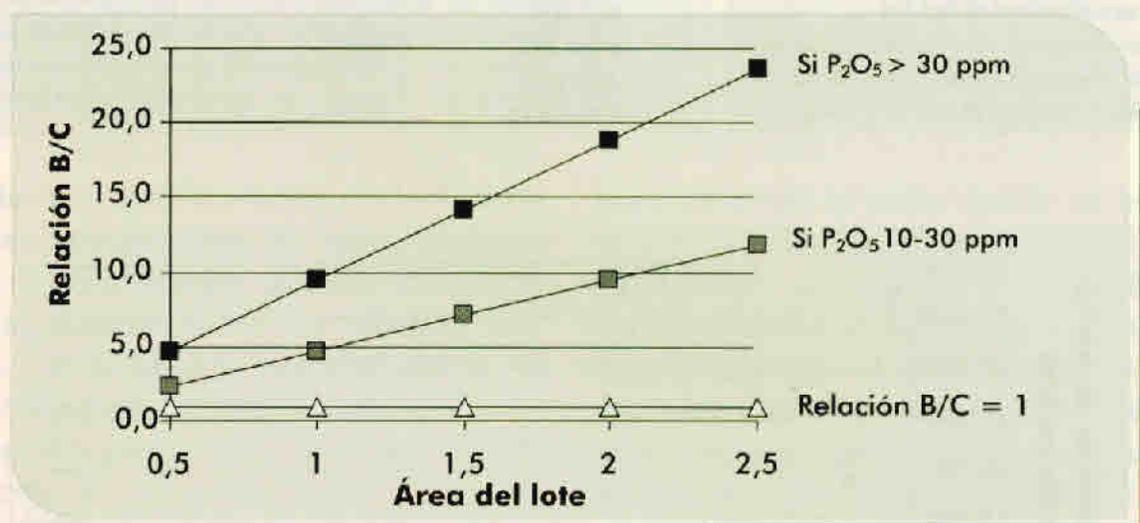


Figura 17. Relación B/C del análisis de suelos para lotes de tamaños diferentes y dos rangos de contenido de fósforo [P_2O_5].

3.8 Aplicar los Fertilizantes al Voleo

Actualmente se recomienda en cafetales mayores de dos años aplicar el fertilizante al voleo y no en la forma tradicional: corona, bandas, media luna, etc. En experimentos realizados por Mestre *eta1,* (1989), en la Estación Central Naranjal, Chinchiná, se encontró que no hubo diferencias en la producción de café por la aplicación del fertilizante al voleo y sin tapanlo, en comparación con otros métodos de aplicación como los ya mencionados. Adicionalmente, este tratamiento requirió menor cantidad de mano de obra, haciéndolo el más recomendable. La Tabla 15, describe a manera de ejemplo el mejoramiento en la productividad de la mano de obra representada en un mayor número de árboles fertilizados por jornal y por tanto, en una mayor cantidad de producto aplicado, para el mismo jornal.

De acuerdo con estimaciones llevadas a cabo en los experimentos, se estable-

ció que esta práctica mejora la productividad de la mano de obra pues, mientras en la forma tradicional de aplicación de fertilizante se aplican en promedio dos bultos de fertilizante por jornal, al voleo, dicha productividad se incrementa a 6. Las ventajas económicas de este método de aplicación se pueden analizar con otro ejemplo, en cual se utilizan 1.400 kg de fertilizante por hectárea/año.



Con el cambio en la forma de aplicación del fertilizante se genera en este ejemplo, un ahorro de \$145.700/ha por año, que equivale a una reducción del 67% en los costos de aplicación del fertilizante (Tabla 16). Los efectos serán mayores si el área productiva es también mayor, por ejemplo al escalar el área en café, mayor de dos años. La Figura 18 muestra el ahorro en pesos por finca por año, de acuerdo al área productiva por finca.

Es evidente que si el área productiva se incrementa los ahorros son superiores, observándose que mientras para una finca de 2 hectáreas el ahorro significaría \$244.000 pesos, para el caso de 20 hectáreas en producción dicho ahorro sería equivalente a cerca de \$2'500.000, debido a la aplicación de fertilizantes al voleo.

Es importante mencionar que en lotes comerciales de café del municipio de

Tabla 15 Mejoramiento de la productividad de la mano de obra, aplicando fertilizante al voleo

| Método Aplicación | No. árboles/jornal | No. Kg./jornal | No. Sacos/jornal |
|--------------------------------|--------------------|----------------|------------------|
| Convencional (en corona, etc.) | 1.500 aprox. | 100 | 2 |
| Voleo | 4.300 aprox. | 300 | 6 |

Se asume una dosis de 70 gramos de fertilizante por árbol por aplicación.

Tabla 16 Análisis económico de la aplicación de fertilizante al voleo

| Variables | Cantidad | No. Jornales | |
|---------------------------------|----------|---------------|--------------|
| | | Corona | Voleo |
| No. bultos a aplicar/ha/año | | 14 | 4,6 |
| Costo de la aplicación/ha/año | 28 | \$217.000 (a) | \$71.300 (b) |
| Diferencia (a-b) | | \$145.700 | |
| Reducción en costos de la labor | | 67% | |

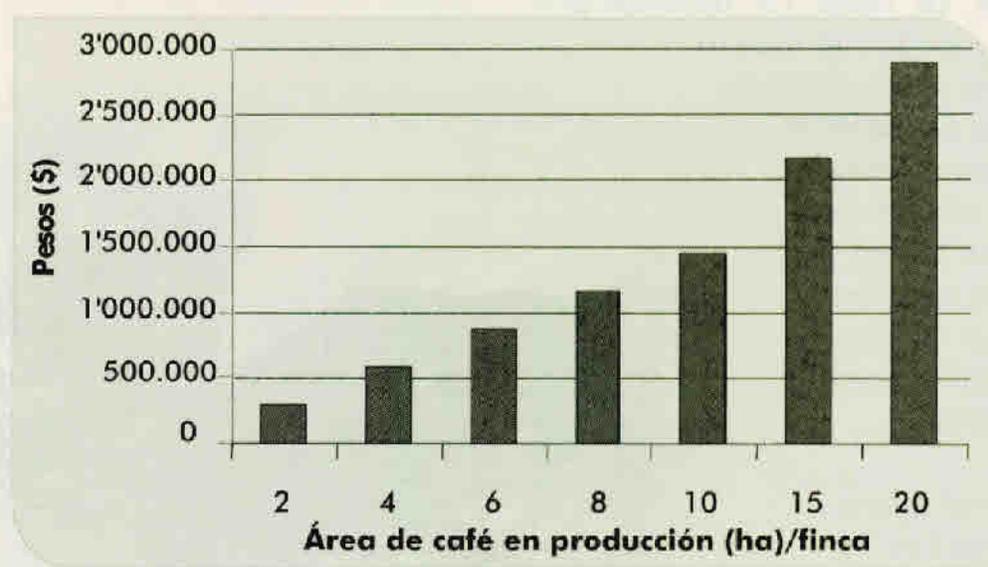


Figura 18. Ahorro en pesos por finca, por efecto de la aplicación de fertilizante al voleo

Chinchiná²⁵, con edades superiores a dos años y analizando varias aplicaciones de fertilizante se encontró que en el 30% de los casos hubo una productividad de la mano de obra superior al hallazgo experimental (4.300 árboles/Iornal), mientras que en 17% de ellos la productividad fue similar. Esta circunstancia indica claramente los beneficios que pueden obtenerse a escala comercial empleando esta práctica.

Pero también se sabe que en las actuales circunstancias de la caficultura, donde los márgenes de utilidad son cada vez más estrechos o negativos, es importante adoptar todas aquellas prácticas que como la aplicación de fertilizante al voleo contribuyen directamente a reducir el costo unitario de producción y que por tanto mejorarían el margen de utilidad unitario.

La Figura 19, muestra para diferentes productividades de café la reducción potencial en el costo unitario como resultado de adoptar la fertilización al voleo, de acuerdo con la Tabla 16. Debido a que la reducción en costos se expresa por hectárea, a menor productividad el ahorro por unidad será mayor mientras que en altas productividades la disminución del costo unitario será menor, pero en cualquier caso la reducción en costos sería equivalente a \$145.700/ha.

De la Figura 19, se deduce que la adopción de esta práctica significaría reducciones entre \$1.041 por arroba para la menor productividad hasta \$729 en la mayor. Este ahorro en costos unitarios contribuiría al mejoramiento global del margen de utilidad por arrobas de café pergamino seco.

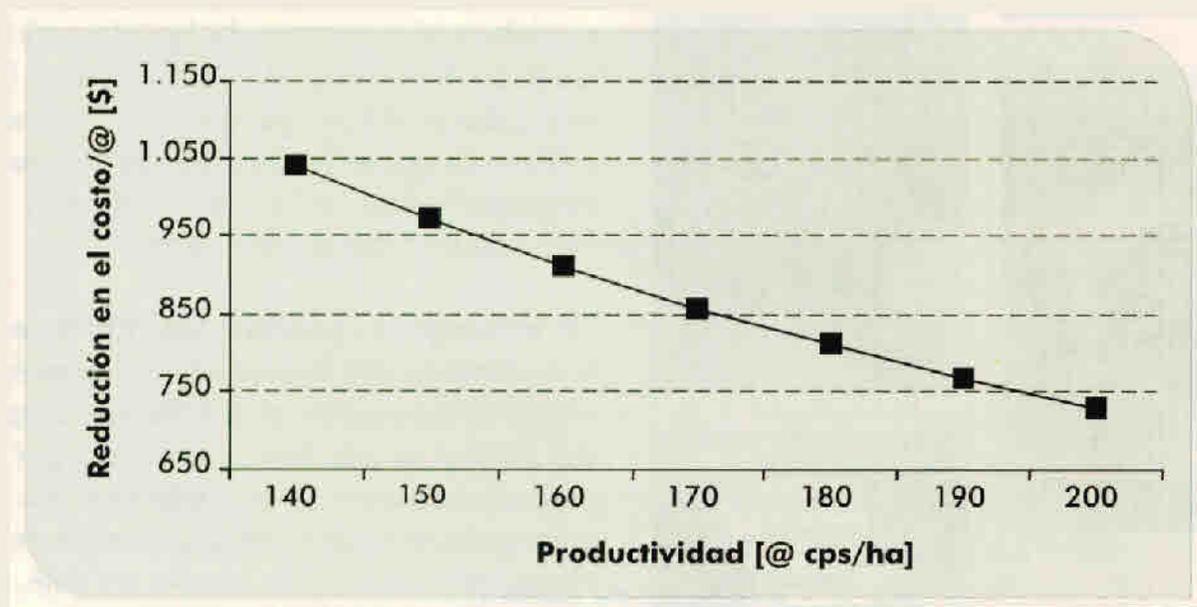


Figura 19. Reducción en el costo unitario de producción de café pergamino seco debido a la fertilización al voleo, según productividad/ha.

²⁵ Fincas de extensión personalizada, atendidas por el Servicio de Extensión del Comité.



3.9

Realizar el Manejo

Integrado de la Broca



La broca del café es una plaga muy compleja debido a que puede causar varios tipos de daño, tipificándose básicamente tres de ellos: caída de frutos pequeños, pérdidas en peso y pérdidas en calidad (Duque, 2000). Con relación al primer tipo de daño se ha observado que cerezas menores de 90 días de formación pueden desprenderse fácilmente si son atacadas por la broca, generando pérdidas que aún no han sido cuantificadas. Las pérdidas en peso se deben al consumo de las almendras, creación de túneles, etc., que la broca lleva a cabo en el fruto atacado y como consecuencia de esto se produce pérdida en peso, desmejorándose al final la conversión de café cereza a pergamino seco.

Sin embargo, la pérdida más notoria está representada por la baja calidad pues ésta afecta directamente el precio de compra del café y es por tanto percibida por el productor cafetero al ver reducidos sus ingresos cuando sufre ataques severos de la plaga, al momento de vender su café. La Figura 20, ilustra la disminución potencial en el precio de compra del café ocasionada por diferentes porcentajes de broca en el café pergamino seco, para el precio interno vigente al momento de los análisis (Tabla 17).

El análisis descrito se basa en dos supuestos: el primero, en que el porcentaje de almendra es del 80% y el de pasillo tradicional se mantiene constante en 3,0%. De esta forma sólo las variaciones en los porcentajes de broca generan la disminución en el precio de compra del café. Para realizar las estimaciones se empleó la fórmula del factor de rendimiento en trilla²⁶. De acuerdo con la Figura 20, el precio del café se reduce linealmente desde un precio bonificado cuando el porcentaje de broca es cero, para desde allí comenzar a disminuir hasta valores inferiores a \$26.810 por arroba cuando la broca alcanza niveles del 20% en el pergamino seco, lo cual implica pérdidas en precio cercanas a \$6.700 pesos por unidad. Esta es una reducción potencial muy significativa en los ingresos del productor que por supuesto variará según la productividad del cafetal, que en cualquier caso justifica

plenamente un manejo adecuado de la plaga.

El mejor manejo de la broca se logra en fincas tecnificadas que se dividen en lotes de diferentes edades pero que se renuevan anualmente de acuerdo con la edad de los mismos y el ciclo de cultivo establecido. El manejo de la broca se dificulta y es por tanto más costoso en fincas envejecidas y lotes deteriorados. Para enfrentar esta plaga, Cenicafé ha propuesto la estrategia llamada Manejo Integrado de la Broca, MIB (Bustillo et al., 1998). Bajo este concepto, la determinación del porcentaje de infestación y la posición de la broca en el fruto son elementos clave para tomar decisiones de control, lograr un uso racional de los recursos y tener un mejor control sobre los costos del manejo de la plaga. Adicionalmente, se han propuesto una serie de recomendaciones para los

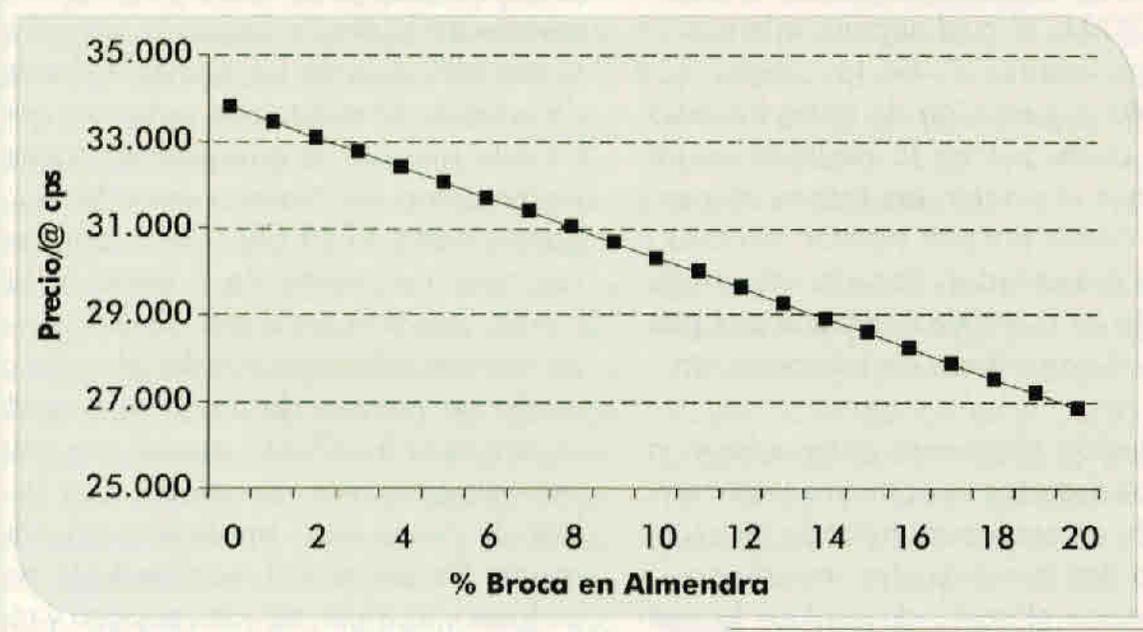


Figura 20. Reducción potencial en el precio de compra por arroba de cps, para diferentes porcentajes de broca en el café almendra

²⁶ Cooperativa de Caficultores de Caldas. Análisis de Pretrilla. No Publicado. 2000.

caficultores que en conjunto abarcan 18 pasos que deben observarse al manejar esta plaga (Bustillo, 2002).

Con relación a los costos del manejo de la broca se conoce que estos varían entre fincas, pues en un estudio sobre adopción del manejo integrado de la broca llevado a cabo en Cenicafé (Duque *et al.*, 2000), se encontró que en los nueve departamentos y 38 municipios estudiados había gran diversidad de prácticas empleadas en el manejo de la broca, lo que hacía difícil establecer o definir un modelo de costos de manejo de la plaga que representara las fincas cafeteras. Por esta razón Cenicafé desarrolló un "modelo teórico"²⁷ para analizar estos costos bajo dos supuestos: que el costo del manejo de la broca varía de acuerdo con lo edad del cafetal y que idealmente la finca debe estar dividida en lotes de diferentes edades (el modelo asume 5 lotes), entre 1 y 5 años. La Tabla 17 describe el modelo actualizado para el año 2002, el cual supone además un "manejo intensivo" de la plaga, que implicaría la ejecución de todas las labores. Es claro que en la realidad es frecuente que el manejo sea menos intenso y que los costos puedan resultar menores a los aquí presentados. Por eso este modelo es sólo un punto de referencia que puede ser útil como base de comparación.

Con relación al modelo anterior, éste incluye dos aspectos importantes tales como el uso de un equipo motorizado de espalda para llevar a cabo las aspersiones, y se introduce el costo de evaluar la calidad de la cosecha. En el primer aspecto

es evidente que el costo de las aspersiones con este tipo de equipo es inferior al realizado por ejemplo, con equipos de presión previa retenida con lo cual el número de jornales por hectárea asperjada es mayor. En cuanto a la evaluación de la calidad de la cosecha ésta podría eventualmente cargarse como costo de la labor de recolección; sin embargo, se consideró que la dinámica poblacional de la broca depende de la calidad de la cosecha y que nuevos y severos ataques estarán relacionados con malas recolecciones (cuando se dejan cerezas sobremaduras, secas o frutos que caen al suelo), razón por la cual se incluyen dichas evaluaciones como un componente de los costos de manejo de la broca.

En la Tabla 17, deben tenerse en cuenta tres consideraciones. Primero, que los costos presentados suponen una ejecución intensiva de labores contra la broca lo cual sólo se justificaría en casos de ataques muy severos de la plaga. Segundo, que el costo del MIB durante los primeros dos años de edad de la plantación es bajo y que, a medida que el lote envejece los costos se incrementan de manera importante, llegando hasta \$745.585 pesos por hectárea para un cafetal de 5 años. Y, finalmente, que si la finca está dividida en cinco lotes de diferentes edades el costo promedio de manejo de broca por hectárea se reduce a \$327.349 pesos, que resulta ser una cifra más manejable que la del lote de cinco años analizado individualmente. De allí que el manejo de la broca en lotes viejos por ser más costoso y técnicamente más difícil, justifique establecer

²⁷ Duque O., H. Bustillo P., A.. Modelo de Costos del MIB. Cenicafé, 2002. No Publicado.

Tabla 17. Modelo teórico de costos de manejo integrado de la broca (pesos/ha)¹. Finca de 5 lotes.

| Edad Lote (meses) | Control Cultural | Control Biológico | Control. Químico ² | Maquinaria & Equipos ³ | Calidad Cosecha | Costo Total \$/ha |
|-------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------|
| 0 – 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 – 24 | 75.950 | 0 | 0 | 4.830 | 16.740 | 97.520 |
| 24 – 36 | 170.888 | 32.149 | 69.900 | 9.929 | 33.480 | 316.345 |
| 36 – 48 | 265.825 | 46.732 | 116.500 | 14.759 | 33.480 | 477.296 |
| 48 – 60 | 379.750 | 77.887 | 233.000 | 21.468 | 33.480 | 745.585 |
| Promedio | \$178.482 | | | | \$23.436 | \$327.349 |

Asumiendo 5.000 árboles/ha

Aspersiones dirigidas a los focos, empleando un producto de categoría III.

Empleando en equipo motorizado de espalda

un plan de manejo de las plantaciones que evite la presencia de lotes envejecidos que son además, poco productivos, manteniendo una adecuada edad promedio de acuerdo con las condiciones locales.

Adicionalmente, de los costos presentados aquellos correspondientes al control cultural (Re-Re, muestreos del nivel de infestación y evaluación de la calidad de la cosecha), deben considerarse como costos fijos del control de la broca y por tanto, deben ejecutarse independientemente del nivel de infestación (estos equivalen a \$201.919/ha promedio). Sin embargo, los otros costos (biológico, químico, etc.) deben entenderse como costos variables del manejo de la plaga y su ejecución dependerá de los resultados obtenidos en las mediciones del nivel de infestación y del conocimiento de la posición de la broca en el fruto. De esta manera, la decisión de una aspersión de insecticida, por ejemplo, que implica incurrir en costos mayores estará sujeta al conjunto de condiciones establecidas que realmente la justifiquen. De esta manera habrá un mejor uso de los recursos y consecuentemente un mayor control sobre los costos del manejo de esta plaga. Así, la racionalidad en el uso de los recursos empleados en el manejo integrado de la broca estará ligada

a la necesidad real y objetiva de su uso y por tanto, aplicaciones tipo "calendario" o con fechas predeterminadas deben eliminarse de cualquier plan de manejo pues sólo conducen a incurrir en costos que en muchos casos pueden ser innecesarios. Así, los costos fijos se convierten en la base del manejo de broca y además, como se determinó en el estudio de adopción del MIB, el control cultural fue el más adoptado al momento de la encuesta por considerarse el más efectivo de los tipos de control analizados (Duque *et al.*, 2000). En este mismo sentido, un estudio reciente en el departamento de Risaralda (Guarín *et al.*, 2003), se encontró que el 91,5% de los caficultores basaban el control de la broca en el control cultural.

La Figura 21, describe la estructura de costos para el promedio por hectárea/año. Allí se observa que el componente con mayor participación es el control cultural, seguido del control químico y el biológico. Por ser el control cultural el de mayor participación y además, el de mayor contribución al control, en él deben hacerse todos los esfuerzos necesarios para lograr su máxima eficiencia.

De otro lado, y como se mencionó atrás, los efectos de la broca están relacionados con la productividad del cafetal, de tal

manera que a mayor productividad las pérdidas potenciales podrían ser mayores en el evento de que ocurran ataques severos de broca.

La Figura 22, reseña cómo para fincas con productividades promedio de 80 arrobas/ha, para niveles del 15% de broca en

el café pergamino seco las pérdidas pueden ser superiores a \$395.902 pesos por hectárea; para el mismo nivel de broca pero con una productividad de 200 arrobas/ha, la pérdida podría llegar a \$989.756 pesos por hectárea/cosecha. Para productividades intermedias, las pérdidas potenciales pueden apreciarse en la

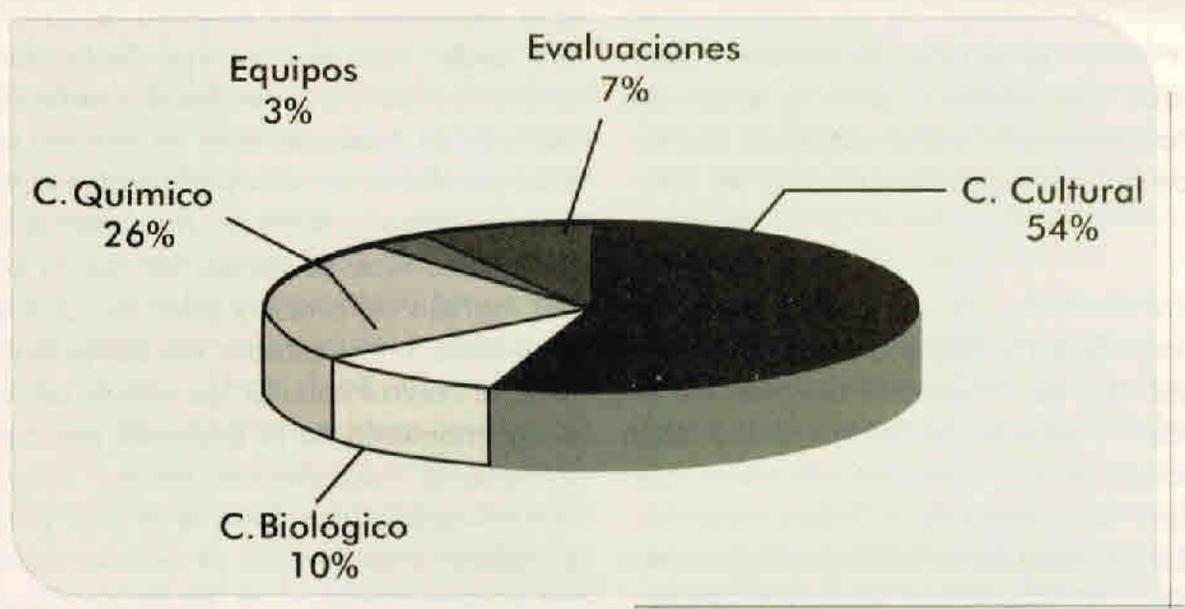


Figura 21. Estructura de costos del manejo integrado de la broca, por componente.

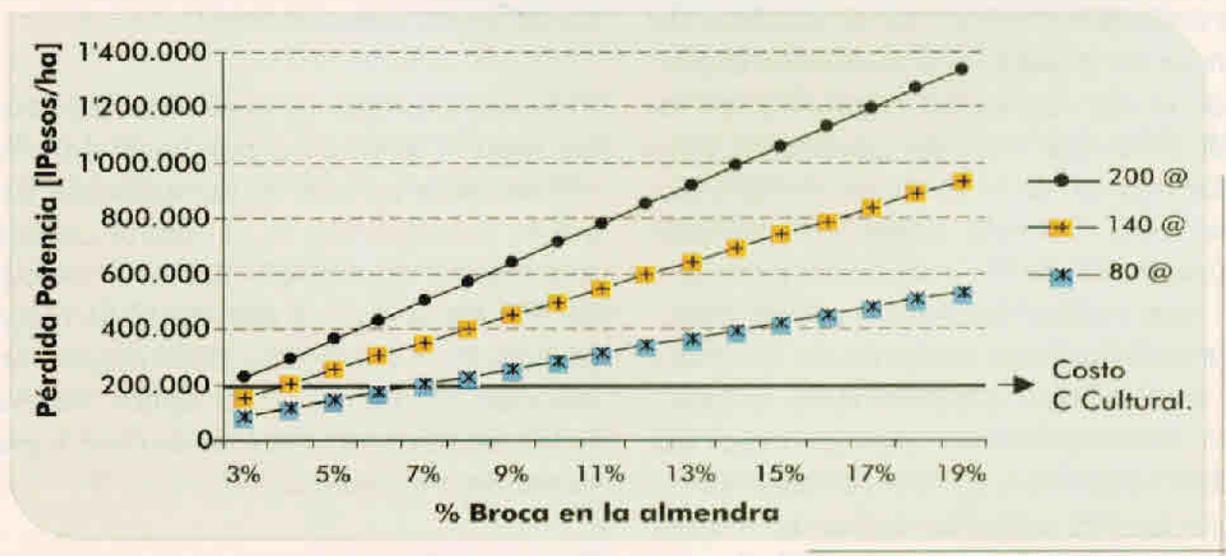


Figura 22. Pérdidas potenciales por efecto de la broca en calidad, de acuerdo con la productividad/ha.

misma Figura, así como las pérdidas debidas a porcentajes inferiores de broca en el café pergamino. Lo importante aquí es visualizar las pérdidas potenciales que la plaga puede causar lo cual conducirá a planear un buen manejo de este problema sanitario. Debido a que el control cultural (Re-Re + Evaluaciones), se considera un costo fijo en la estrategia del manejo integrado de la broca, éste se convierte en la base o los cimientos del control a partir del cual se estructura el manejo de esta plaga. Si, de acuerdo con el modelo propuesto, este costo se estima en \$201 .919 por hectárea año en promedio (si la finca se maneja por lotes de diferentes edades, tal como se explicó atrás), se pueden evitar pérdidas significativas. Adicionalmente, la Figura 22, ilustra también acerca de las pérdidas potenciales, para las tres productividades comparadas con el costo del control cultural, haciéndose evidente que para la magnitud de las pérdidas esperadas el costo del control cultural es relativamente bajo. Lo an-

terior hace de este tipo de control un componente con una relación beneficio/costo potencial mucho mayor que la unidad. Luego, es recomendable técnica y económicamente llevar a cabo este tipo de manejo.

La Figura 23, simula la relación (para dos productividades) entre las pérdidas por broca evitadas (beneficio) y los costos del control cultural de la misma (costo), obteniéndose una línea que describe la relación Beneficio/Costo potencial, observándose que es económicamente favorable incurrir en esta medida de control.

Se observa que a partir del 5% de broca en el café almendra la relación beneficio/costo del control cultural sería superior a la unidad, para una productividad de 160 @/ha. En el caso de una menor productividad [120 @/ha] dicha relación es igual a la unidad, cuando el porcentaje de broca alcanza el 6%. Sin embargo, a pesar de que a niveles de infestación bajos en el café almendra, la relación es inferior a la

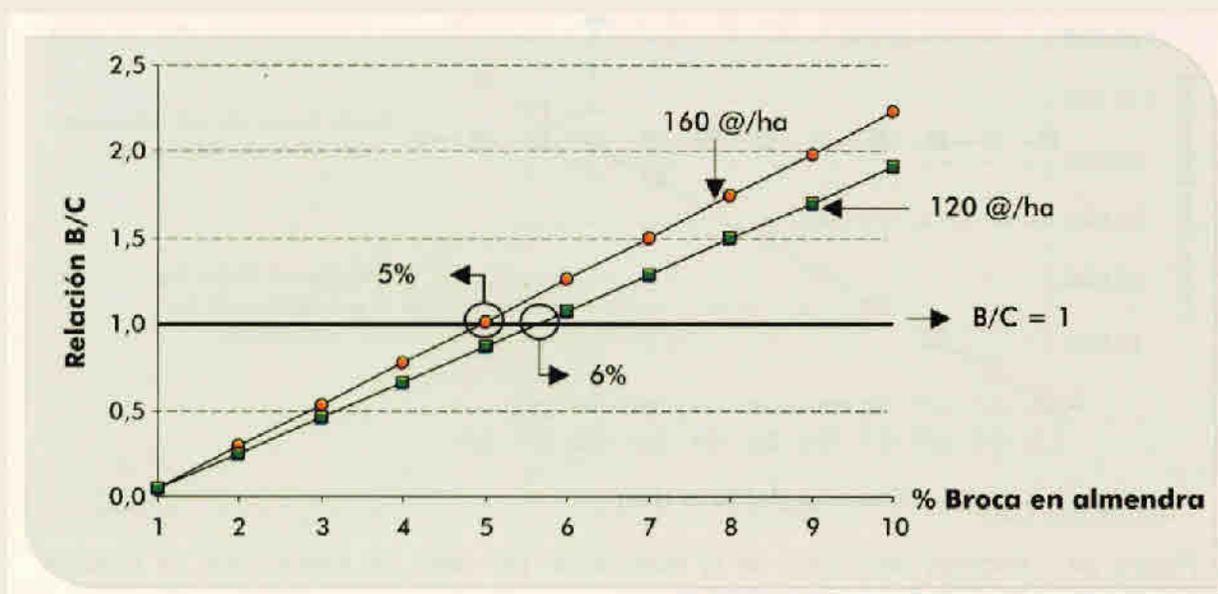


Figura 23. Relación Beneficio/Costo potencial del componente control cultural, en el MIR

unidad, no hacer controles en campo podría permitir incrementos poblacionales de la plaga que rápidamente llegarían a causar pérdidas económicas serias. Por esta razón el control cultural debe asumirse como un costo fijo del manejo de la plaga y base de la estrategia MIB.

De otro lado, a través de estos análisis del MIB ha sido clara y se ha resaltado la importancia de la evaluación del nivel de infestación como herramienta que permite tomar las mejores decisiones de control y al mismo tiempo, racionalizar los costos del manejo de la plaga (Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1993 y 1994). De acuerdo con estimaciones hechas en investigaciones sobre MIB en fincas de caficultores y en pruebas de verificación se ha encontrado, de un lado que el costo correspondiente a efectuar los muestreos y evaluar la posición de la broca en el fruto puede equivaler a \$86.000 por hectárea/año (incluyendo prestaciones socia-

les), y de otro lado que el costo de una aspersión generalizada de insecticida por hectárea³¹ puede alcanzar alrededor de \$106.367, o más dependiendo del volumen de mezcla utilizado

La evaluación del nivel de infestación tiene tres objetivos: establecer el porcentaje de broca en un lote de café, conocer la posición de la broca en el fruto y determinar los focos o puntos calientes, en los cuales la concentración de la plaga es mayor. El conocimiento de los puntos calientes permite desarrollar estrategias de control químico localizadas o dirigidas específicamente a estos puntos sin necesidad de extenderlas a todo el lote, con la consabida reducción en los costos del manejo.

La Figura 24, simula el ahorro en costos por hectárea de la aplicación de insecticidas empleados en el MIB, dependiendo del tamaño del foco y compara dichos

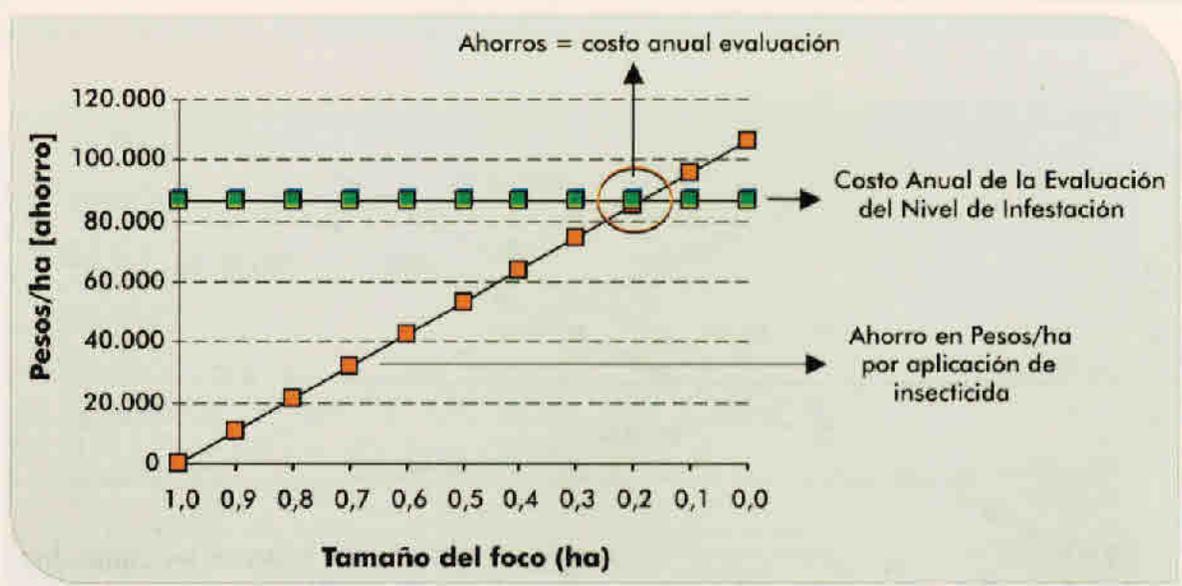


Figura 24. Ahorros derivados de la evaluación del nivel de infestación, al realizar aplicaciones focalizadas de insecticidas.

³¹ Asumiendo: 1,5 litros/ha de un insecticida categoría III, y empleando un equipo PPR.

ahorros con el costo de la evaluación de nivel de infestación por hectárea/año.

Si la evaluación del nivel de infestación determina que es necesario hacer tratamiento a todo el lote, es decir, una aplicación generalizada, no habría ahorro directo en costos por efecto de la práctica y se habría tomado la decisión acertadamente. Sin embargo, si la medición del nivel de infestación permite detectar puntos calientes, debería entonces asperjarse áreas más pequeñas que la hectárea, dando lugar a un ahorro directo en los recursos necesarios para la aspersion. Si por ejemplo el foco es de 0,5 hectáreas, el ahorro sería equivalente a \$53.183 por hectárea por aplicación; si el foco detectado fuera menor, por ejemplo 0,3 hectáreas, el ahorro derivado del muestreo

equivaldría a \$74.456 por hectárea por aplicación de insecticida.

Ahora bien, si el foco es de menor extensión, por ejemplo 0,2 hectáreas (2.000 metros cuadrados), el ahorro derivado de esa decisión sería del orden de \$85.093 por hectárea por vez. Este valor es casi equivalente al costo anual de la evaluación del nivel de infestación por hectárea/año, tal como se observa en la Figura 24 en el punto donde ambas líneas se interceptan, demostrándose así que con los ahorros en una aplicación se cubren los costos del muestreo anual. Así, como en las otras prácticas analizadas atrás, son también evidentes las ventajas económicas del MIB y dentro de éste, la evaluación del nivel de infestación.

3.10 Renovar por zoca



El zoqueo de cafetales es una práctica de renovación que estabiliza y mejora la producción de la finca. Sin embargo, al ejecutar esta labor deben tenerse en cuenta dos consideraciones básicas: primero, el zoqueo debe ser programado y esto implica tener definidos claramente los ciclos de cultivo y, segundo, es menos costoso **que la renovación por siembra** obteniéndose las mismas producciones por unidad de área.

Alrededor de esta práctica, como forma de renovación de cafetales, Cenicafé ha producido información abundante. Por ejemplo, en relación con el zoqueo y su efecto en la producción en las variedades Colombia y Caturra, Mestre et al., (1991, 1995), encontraron que no hubo diferencias en producción entre lotes provenientes de siembra nueva o zoca. También se ha generado información general acerca de cómo realizar la labor de zoqueo, épocas, altura del corte, manejo sanitario, etc. (Cenicafé, 1992).

La renovación por zoca tiene además ventajas de carácter económico pues como se mencionó, es menos costosa que la renovación por siembra (Tabla 18).

Al comparar los costos de instalar 10.000 plantas por hectárea o zoquear un lote con la misma densidad de siembra, los costos difieren en varios aspectos; por ejemplo, mientras en la siembra es necesario trazar, ahoyar, acarrear los colinos y sembrar la totalidad de los sitios, en la zoca estas labores no son necesarias. Otra diferencia importante es que en la siembra nueva los colinos se convierten en un insumo costoso mientras que en la zoca no es necesario producir colinos en la finca, sólo aquellos requeridos para la resiembra, pero esta labor es común en ambos tipos de renovación. De otro lado, en la renovación por zoca se recomienda picar las ramas de los árboles y esparcirlas por el lote; estas ramillas picadas actúan como barrera impidiendo por un tiempo el crecimiento de las arvenses y reduciendo el número de limpiezas (Uribe, 1977), plateos y uso del selector. Es común observar cómo en muchas fincas se retira todo el material (troncos y ramas) del lote, dejándolo completamente lim-

pio, circunstancia en la cual la competencia de las malezas será más fuerte y por tanto, el costo de su manejo más alto. En conclusión, la renovación por zoca cuesta aproximadamente 50% menos que la renovación por siembra.

Adicionalmente, la renovación por zoca puede utilizarse también para mejorar la productividad de cafetales sembrados en baja densidad, pero sin costos adicionales. Mestre et al., (1995), llevaron a cabo un experimento para demostrar que al dejar mayor número de tallos era posible obtener aumentos en la producción sin incurrir en costos adicionales, pues el costo de dejar un chupón es igual a cero. La Tabla 19, compara los resultados en producción de zocas con uno y dos chupones, en tres localidades de la región central cafetera .

Para el caso de Naranjal los resultados son el promedio de 5 cosechas, mientras que en Supla y Gigante son el promedio

Tabla 18. Costos de renovación de una hectárea, por siembra nueva y por zoca**.

| Variables | Siembra | Zoca |
|---------------------------------------|------------------|------------------|
| Mano Obra Instalación (hasta siembra) | 2'145.849 | 1'214.316 |
| Limpiezas – jornales | 372.000 | 248.000 |
| Plateos – jornales | 775.000 | 542.500 |
| Selector – jornales | 325.500 | 217.000 |
| Colinos Siembra | 882.296 | 0 |
| Total | 4'500.645 | 2'221.816 |
| Diferencia (\$/ha) | | 2'278.829 |
| Reducción en costos | | 50,6% |

** No se incluye el costo de la resiembra, por ser similares en ambos casos

Tabla 19. Comparación de producción de zocas con uno y dos chupones**.

| Localidad | Zoca Un Chupón | Zoca Dos Chupones |
|----------------------|------------------|-------------------|
| | @ cps/ha/cosecha | @ cps/ha/cosecha |
| Naranjal (Chinchiná) | 248,89 | 282,39 |
| Supla (Caldas) | 465,57 | 514,65 |
| Gigante (Huila) | 258,07 | 316,30 |

** Tomado del Avance Técnico Cenicafe No. 218. 1995

de 6 cosechas. Los datos obtenidos muestran que al dejar dos chupones se incrementa la densidad de tallos por hectárea lo cual permite obtener aumentos importantes en la productividad del café. Al comparar el valor de la producción derivado del incremento en el número de chupones es evidente la ventaja económica de aumentar la densidad de tallos por hectárea cuando las condiciones lo permitan. Como el margen bruto por hectárea se construye al menos inicialmente, a partir de la productividad del factor tierra, la Figura 25, muestra la contribución a los ingresos brutos por hectárea debidos al incremento en el número de chupones por sitio.

En el caso de Naranjal la diferencia en promedio por cosecha es equivalente a \$1' 122.250/ha (a pesos del año 2004); para el caso de Supla sería de \$1'644.180, mientras que en Gigante la

diferencia correspondió a \$1'950.705. En otro experimento, del cual se presentan los resultados obtenidos hasta las tres primeras cosechas, se comparó el efecto en la productividad como consecuencia del número de chupones dejados por zoca (Mestre et al., 1999). Los resultados obtenidos permitieron deducir que para la densidad de 2.500 plantas por hectárea la producción aumentó con el número de chupones. Para el caso de 5.000 plantas se observó incremento en la producción cuando se pasó de uno a dos chupones por planta, pero cuando se dejaron tres no hubo ningún efecto. En la densidad de 7.500 árboles por hectárea no hubo aumentos en producción por efecto del aumento en el número de chupones. Finalmente, para el caso de 10.000 plantas por hectárea se encontró que la producción disminuyó cuando se dejaron tres chupones y que entre uno y dos no hubo diferencias estadísticas.

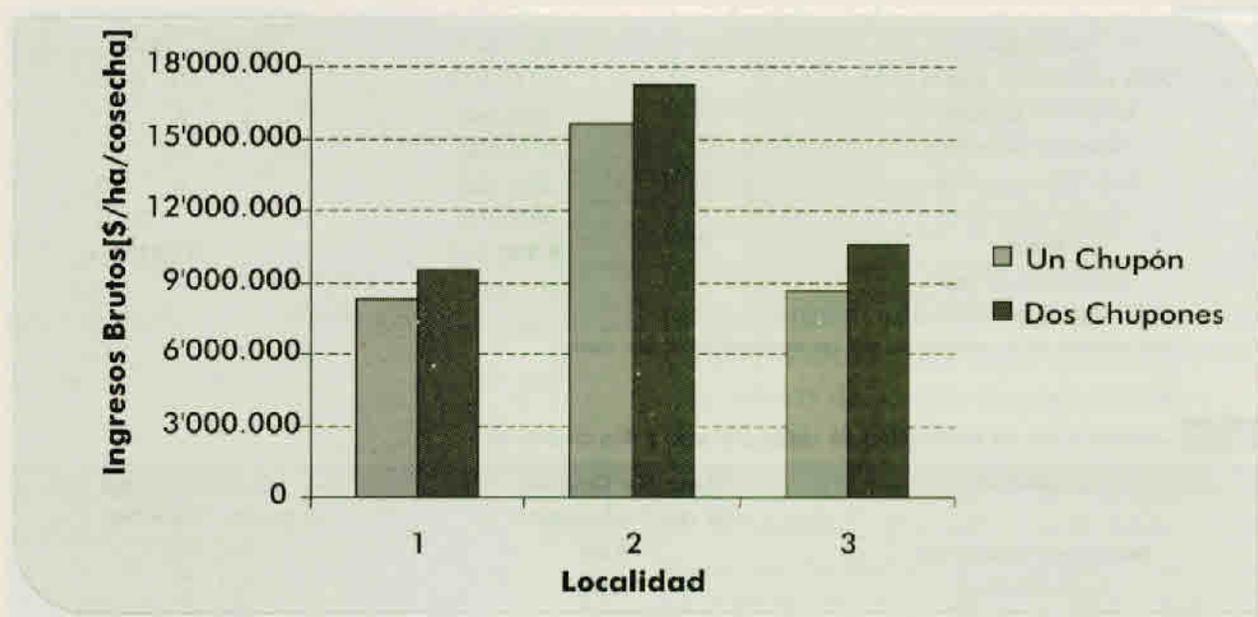


Figura 25. ingresos brutos para zocas con uno y dos chupones.

De los resultados obtenidos se recomienda que al renovar por zoca en lotes con densidades hasta de 2.500 árboles por hectárea se pueden dejar tres chupones por planta; en densidades de 5.000 árboles deben dejarse dos chupones y si la densidad es mayor de 5.000 dejar un chupón. Sin embargo, debe tenerse claro que lo ideal en la caficultura al sol consiste en mantener densidades por encima de 9.000 árboles por hectárea y así aprovechar las ventajas económicas de las altas densidades de siembra. De esta manera, si por ejemplo un caficultor tiene un lote con una densidad de 6.000 árboles por hectárea y va a zoquear, con el propósito de incrementar la densidad de siembra podría

dejar 3.000 árboles con un chupón y otros 3.000 con dos chupones, obteniendo al final 9.000 tallos por hectárea. Situaciones análogas pueden presentarse para otras densidades. Finalmente, los efectos del aumento del número de chupones sobre el aumento en la productividad son evidentes, sólo hace falta que el agricultor al realizar las renovaciones por zoca decida dejar el número de chupones adecuado, teniendo en cuenta que ésta es una decisión que no implica incrementos en los costos de producción pero que si incidirá positivamente en el desempeño económico de la finca, mejorando sustancialmente la productividad.

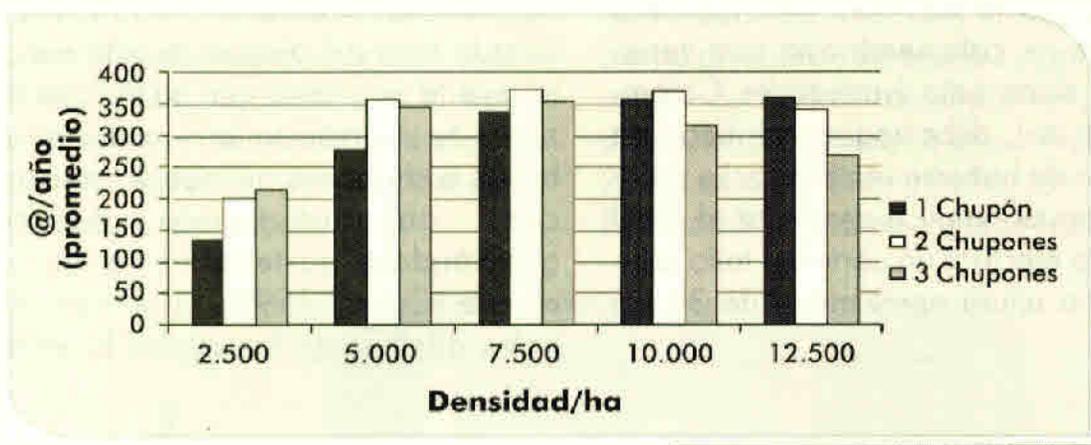


Figura 26. Productividad del café en función del número de chupones por zoca

3.11 Conservar la Población Inicial de Árboles

De acuerdo con lo explicado en el tópico anterior, el zoqueo de cafetales es una práctica recomendada para la renovación de cafetales en búsqueda de una productividad alta y estable a través del tiempo. Desde un punto de vista práctico, una plantación de café sembrada con variedades de porte bajo (variedades Colombia o Caturra), debe zoquearse luego de 5 ó 6 años de haberse sembrado. La práctica del zoqueo implica desramar el árbol para luego efectuar un corte del tallo principal a una altura aproximada de 30 cm del suelo.

Debido a este corte, ocurre un inconveniente serio que consiste en el riesgo al que se expone la herida al ser infectada por el hongo *Ceratocystis fimbriata* que causa la enfermedad conocida como "llaga macana" (Castro *et al.*, 1997). El resultado final del ataque de este hongo es la muerte de planta que en el caso de las zocas se manifiesta por la ausencia de brotes o chupones aunque si estos aparecen, **obtienen poco desarrollo** generándose posteriormente clorosis y muerte (Castro, 1999). En el caso de árboles adultos, en los cuales la enferme-



dad entra por cualquier tipo de herida, se origina un marchitamiento del follaje, amarillamiento y secamiento de la planta.

En los dos casos descritos, el efecto final es la reducción de la población original de plantas sembradas en el lote que tiene como consecuencia mermas en la producción de los lotes debido a la pérdida de sitios productivos y en muchos casos, al acortamiento de la vida productiva del árbol (Duque et al., 2003).

Para establecer la importancia económica de la enfermedad se adelantó un estudio en los departamentos de Caldas y Risaralda que incluyó 138 fincas cafeteras con presencia de la enfermedad (Castro et al., 2003). Con base en esta investigación se estableció el daño económico (Duque et al., 2003), causado por la enfermedad el cual se deriva de dos efectos: pérdidas en población y reducción de la vida productiva del árbol.

Las pérdidas de población son variables dependiendo de los lotes cultivados, encontrándose disminución desde menos de 600 árboles por hectárea hasta más de 3.600, lo cual indica una gran variabilidad en la muerte de árboles, entre fincas. Es importante resaltar que del total de los lotes, el 71% provenía de primera o segunda zoca, mientras el restante 29% correspondió a plantilla. La Figura 27, describe el porcentaje de lotes afectados con diferente número de árboles muertos/ha.

De acuerdo con los resultados del estudio, el promedio de árboles muertos por la llaga macana fue de 950 oscilando en un intervalo entre 757 y 1.098 árboles/ha. Como resultado de esta reducción en población hay una disminución en la productividad del lote, que si fuera proporcional al número de árboles y para un promedio de 130 @ cps/ha/año³⁴, equivaldría a 17,6 arrobas/ha año. A precios de 2004 esta pérdida tendría un valor de \$589.600/ha (como ingreso bruto/ha), el

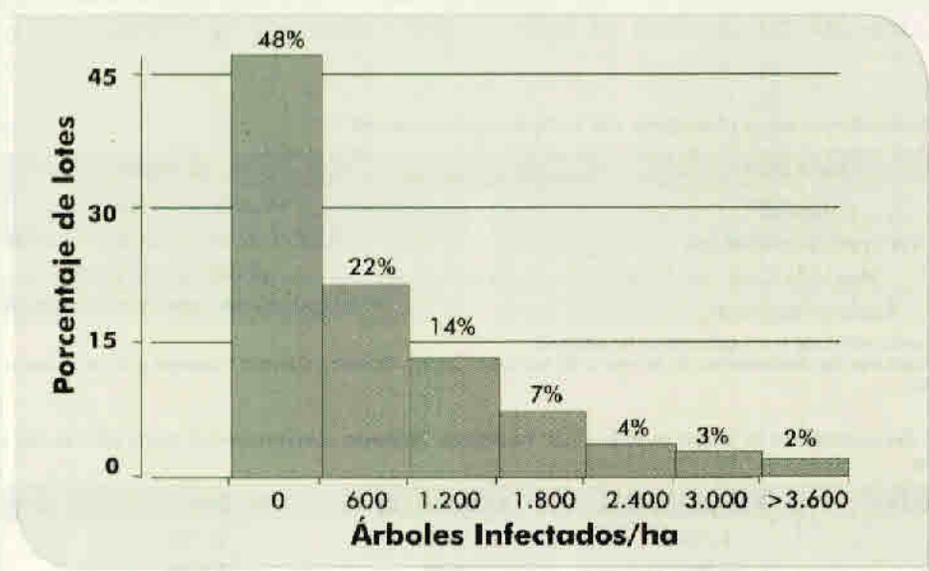


Figura 27. Porcentaje de lotes, de acuerdo con el número de árboles infectados por la llaga macana/ha

cual es muy significativo y justifica por tanto establecer medidas de control de la enfermedad.

Con relación a la reducción en la vida productiva del árbol y aunque se presentó una gran heterogeneidad en las edades de los lotes y en los ciclos de renovación, se estimó que el ciclo promedio, de acuerdo con la caficultura estudiada, es de 8 años. Para este ciclo se encontró que en promedio y debido a la presencia de la enfermedad, se redujo la vida productiva por árbol en 4,6 años, que para la productividad promedio asumida implicaría dejar de producir 87 arrobas en el ciclo afectando la productividad del lote y el ingreso bruto del mismo. Una de las consecuencias es la disminución del margen bruto/ha que es la base para la generación del ingreso neto/ha y afecta directamente la competitividad del caficultor.

Por estas razones, Cenicafé ha desarrollado métodos para prevenir las infecciones causadas por este hongo. El método convencional recomendado implica la apli-

cación de un fungicida para proteger el sitio de corte inmediatamente después del mismo, así como luego de las deschuponadas. Para el caso de este método la Tabla 20 describe los supuestos básicos para la aplicación del fungicida.

Con base en los supuestos básicos anteriores el costo del control preventivo de la llaga macana será el que aparece en la Tabla 21.

Como puede concluirse, el costo del control de la enfermedad variará dependiendo de la densidad de siembra, pero en cualquier densidad, desde la menor (\$13.086/ha), hasta la mayor (\$32.714/ha), el costo del manejo es inferior a la pérdida potencial que se originaría por las reducciones en población. Esta circunstancia permite concluir que es económicamente aconsejable prevenir el ataque de la llaga macana, pues para cualquier densidad el costo de proteger un árbol equivale a \$3,27/árbol, el cual es bajo en comparación con el ingreso potencial generado por el mismo.

Tabla 20. Supuestos básicos para el empleo del método convencional¹.

| Variable | Indicador |
|----------------------|------------------------------------|
| Fungicida | 4 cc/L agua [solución] |
| Volumen de aspersión | 4,52 cc/zoca [volumen de solución] |
| Mano de obra | 8.000 zocas/jornal ² |
| Equipo Aspersión | Tipo presión previa retenida [PPR] |

¹ Cercano al promedio nacional para caficultura tecnificada

² Promedio de indicadores de rendimiento de la mano de obra en Caldas, Estación Central Naranjal y Experimentos de Cenicafé sobre este aspecto.

Tabla 21. Costos del control de la Llagu macana por hectárea. Método convencional, para diferentes densidades de siembra

| Densidad (árb/ha) | Fungicida (\$) | Equipos (\$) | M. Obra (\$) | Costo Total/ha (\$) |
|-------------------|----------------|--------------|--------------|---------------------|
| 4.000 | 4.664,6 | 670 | 7.750 | 13.086 |
| 5.000 | 5.830,0 | 838 | 9.688 | 16.357 |
| 6.000 | 6.996,9 | 1.006 | 11.625 | 19.628 |
| 7.000 | 8.163,1 | 1.174 | 13.563 | 22.900 |
| 8.000 | 9.329,2 | 1.341 | 15.500 | 26.171 |
| 9.000 | 10.495,4 | 1.509 | 17.438 | 29.442 |
| 10.000 | 11.661,6 | 1.677 | 19.375 | 32.714 |

Pero además, Cenicafé ha desarrollado un método alternativo (el aplicador de contacto) para el manejo de esta enfermedad que por sus características es bastante promisorio (Gómez y Castro, 2004). El método se fundamenta en la aplicación del fungicida en una mayor concentración, empleando menos cantidad de mezcla por zoca (0,17 cc/zoca) y obteniendo un control satisfactorio de la enfermedad aun bajo condiciones de lluvia luego de la aplicación. La Tabla 22, presenta los costos sin incluir aquellos relacionados con la depreciación del aplicador de contacto por ser éste un equipo novedoso que está en observación.

Con el aplicador de contacto los costos del manejo se reducen significativamente principalmente en lo relacionado con la

cantidad de fungicida, que es sustancialmente inferior, pues el ahorro en producto es mayor al 90% en comparación con el método convencional. En este caso, el costo promedio de la protección equivale a \$1,98/árbol que corresponde a 60% del costo del tratamiento convencional.

Aunque no debe olvidarse que existen otras plagas del cafeto (*R. bunodes* y *R. pepo*), que también requieren atención y manejo, en el caso estudiado aquí de la llaga macana es claro que los caficultores deben estar atentos a su manejo y prevención, lo cual redundará fundamentalmente en conservar la población inicial de árboles por hectárea y por tanto, la productividad de los diferentes lotes de la finca.

Tabla 22. Costos del control de la llaga macana por hectárea. Método del aplicador de contacto, para diferentes densidades de siembra

| Densidad (árb/ha) | Fungicida (\$) | Equipos (\$) ^{**} | M. Obra (\$) ^{**} | Costo Total/ha (\$) |
|-------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
| 4.000 | 175,44 | | 7.750 | 7.925 |
| 5.000 | 219,3 | | 9.688 | 9.907 |
| 6.000 | 263,16 | | 11.625 | 11.888 |
| 7.000 | 307,02 | | 13.563 | 13.870 |
| 8.000 | 350,88 | | 15.500 | 15.851 |
| 9.000 | 394,74 | | 17.438 | 17.832 |
| 10.000 | 438,6 | | 19.375 | 19.814 |

^{**} No se consideró el costo del equipo, por estar en la etapa de análisis acerca de su vida útil

^{**} La productividad de la mano de obra es similar al anterior.

3.12 Calibrar los Equipos de Aspersión

La calibración de los equipos de aspersión, no es sólo fundamental para lograr una adecuada aspersión de los cafetales y alcanzar la eficacia biológica de los productos aplicados para el control de algún problema fitosanitario en el cultivo del café, sino que, también, es muy importante desde el punto de vista económico.

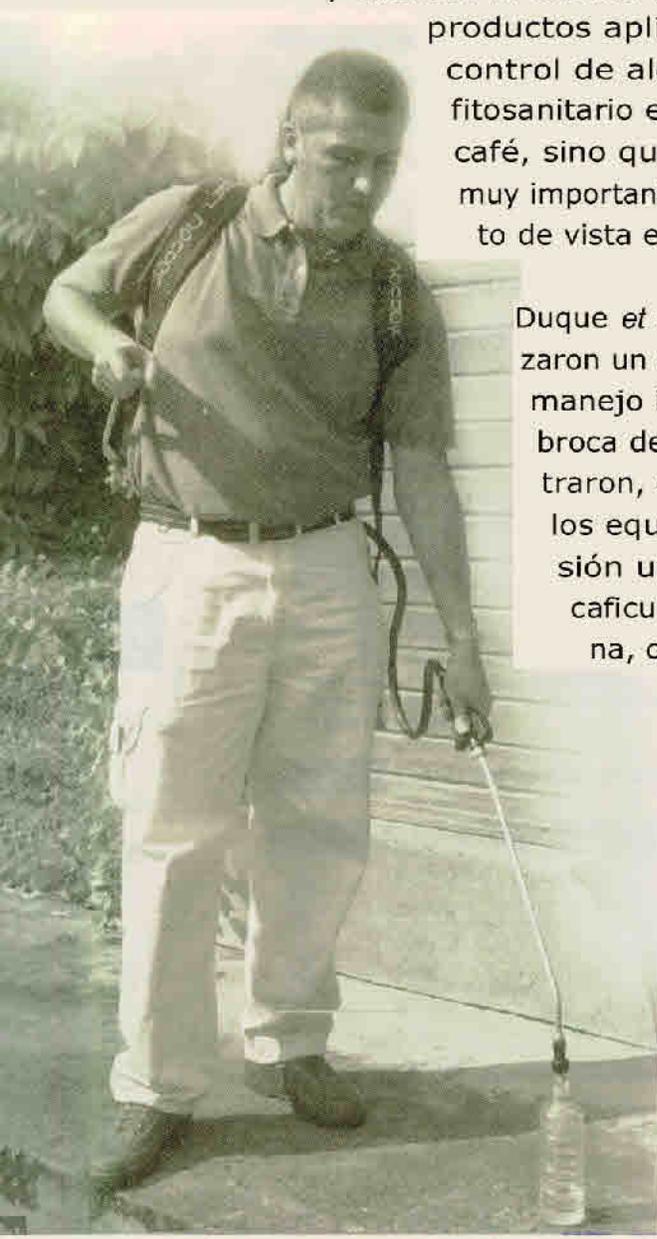
Duque *et al.* (2000), realizaron un estudio sobre el manejo integrado de la broca del café y encontraron, en relación con los equipos de aspersión utilizados en la caficultura colombiana, que casi la tota-

lidad de las fincas analizadas poseían equipos de aspersión (98,2%) y los más comunes, alrededor del 90%, fueron los de espalda, entre ellos los de presión previa retenida (Triunfo 40-100-10 ó Calimax Leo Cafetera). Adicionalmente, en el mismo estudio se pudo detectar que más del 50% de los caficultores NO calibran sus equipos de aspersión.

De acuerdo con Villalba (2004³⁹), cuando no se hace la calibración de los equipos de aspersión puede incurrirse en los siguientes problemas:

- Aumento o disminución en el volumen de aplicación por hectárea
- Incremento de la mano de obra por transporte del agua, cuando hay aumento de ésta.
- Cubrimientos inadecuados debido a muy poco, o exceso de volumen por árbol

3' Villalba G., D.A. Calibración de equipos de aspersión y sus implicaciones económicas. Cenicafé, 2004. Comunicación Personal.



- Subdosificación o sobredosificación de los productos aplicados
- Baja eficacia biológica de los productos

Para ilustrar los problemas económicos derivados del hecho de no calibrar los equipos de aspersión se puede tomar el caso del empleo de un equipo de presión previa retenida⁴⁰, de uso común en la zona cafetera colombiana, para realizar una aplicación generalizada de un insecticida para el control de la broca del café. Se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros para una correcta ejecución de la labor (Tabla 23).

Con base en los parámetros de la Tabla 23, y teniendo en cuenta la fatiga del ope-

rario, los tiempos de desplazamiento, los tanqueos del equipo, las salidas y descansos, la pendiente del terreno, etc., se estima que se podría asperjar el equivalente a 60 litros/jornal [6 tanques/jornal].

Para calcular los efectos económicos del no calibrar la aspersora, se plantean dos escenarios partiendo del consumo base, 250 litros/ha, con una calibración adecuada de los equipos. En el primero, la cantidad de agua se incrementa a 350 litros por hectárea y en el segundo a 500, tal como se describe en la Tabla 24.

Se observa en la Tabla 24, que al no calibrar los equipos de aspersión los costos por aplicación se incrementan, dependiendo de la magnitud del mayor volumen de descarga, entre \$66.000 y \$142.000/ha.

Tabla 23. Parámetros básicos para una correcta aspersión

| Variable | Cantidad |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Insecticida | 1,5 L/ha [6 cc/litro de mezcla] |
| Volumen de aspersión/árbol | 50 cc/árbol ¹ |
| Densidad de siembra | 5000 árboles/ha |
| Presión de salida | 40 psi |
| Volumen de aspersión/ha | 250 litros |
| Tipo de Boquilla | TX3 o HC3 [descarga de 200 cc/minuto] |

¹ Para el cubrimiento adecuado de un árbol adulto de café, de 3 o 4 años de edad

Tabla 24. Efectos del aumento del consumo de agua en el costo/ha, de una aspersión de un insecticida¹.

| Variable | 350 litros/ha | | 500 litros/ha | |
|--|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | Cambio | Pesos/ha | Cambio | Pesos/ha |
| Agua | 100 L | | 250 L | |
| Mano de Obra – transporte agua | 1,6 jor/ha | 24.800 | 2,5 | 38.750 |
| Producto | 0,6 L/ha | 15.600 | 1,5 | 39.000 |
| M. Obra – aplicación | 1,7 | 25.833 | 4,2 | 64.583 |
| Total Sobrecosto % incremento | 39% | 66.233 | 84% | 142.333 |

¹ Insecticida para broca, Categoría 3 [precio/L = \$26.000]

⁴⁰ Capacidad del tanque: 10 litros

Por supuesto que cualquier incremento en los costos de una labor repercute en el aumento del costo unitario de producción, tal como se describe en la Figura 28.

Es claro que en ambas situaciones, el efecto sería desfavorable para el caficultor, pues los costos de producción podrían aumentarse entre \$551 hasta \$1.186/@ para la situación de menor productividad

y entre \$331 y \$712 para la de mayor. Las cifras evidencian el impacto en los costos unitarios y en la reducción de la competitividad de la finca, por efecto de no calibrar los equipos de aspersión, para una sola aplicación por hectárea. De esta manera, si en la finca se hacen varias aspersiones anuales por hectárea el impacto en los costos de producción será, sin duda, ampliamente negativo.

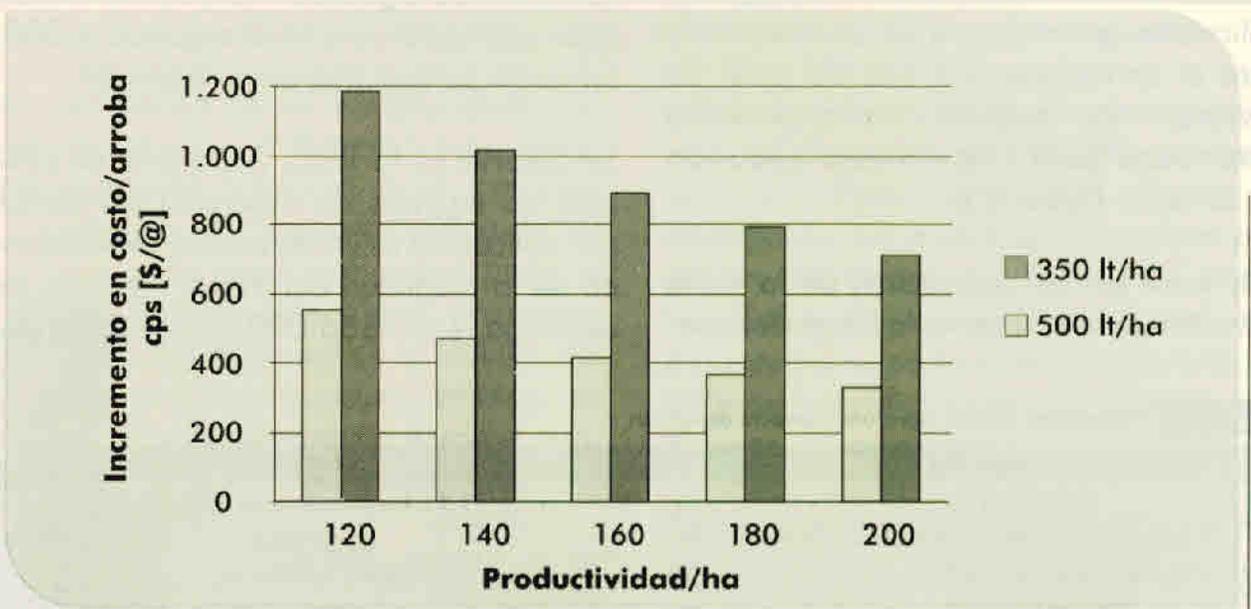


Figura 28. Incremento en los costos unitarios, por efecto de la no calibración de equipos de aspersión,

3.13 Cosechar sólo frutos maduros

Las recolecciones de café bien hechas ofrecen ventajas tales como aumentar los ingresos debido a la venta de mayor cantidad de café, reducir las poblaciones de broca y evitar futuras reinfestaciones y, finalmente, prevenir pérdidas de café de hasta el 10% debidas a frutos que no son recolectados o que caen al suelo. En muestras de café cereza provenientes de fincas de caficultores y analizadas en Cenicafé se encontró la siguiente composición en promedio: 85% cerezas maduras, 7% cerezas pintonas, 5% cerezas sobremaduras, 3% frutos verdes (Cenicafé, 1998). Estas cifras demuestran que la composición de la masa de café cereza es variable y que la proporción de frutos diferentes a los maduros es del 15%, lo cual se considera indeseable desde muchos puntos de vista. La recomendación de cosechar frutos maduros se deriva de las ventajas que ofrece este tipo de frutos. La Figura 28, ilustra este concepto.

Es claro que los frutos de 32 semanas de edad muestran el mayor desarrollo y peso seco, por consiguiente al beneficiarlos la conversión de café cereza a café pergamino seco será mejor que cuando se re-



colectan frutos de otros grados de maduración. Tal como se observa en la Figura 28, frutos pintones o verdes con edades inferiores a 30 semanas o frutos sobremaduros y casi secos de 34 ó 36 semanas carecen del peso seco adecuado para su recolección y por tanto, el efecto de recolectar estos frutos se reflejará en peores conversiones, lo que implica mayores cantidades de café cereza para obtener una cantidad específica de café pergamino, una arroba por ejemplo. De esta manera hacer recolecciones inadecuadas conduce no sólo a originar pérdidas por caída de frutos sino también a desmejorar la conversión, lo cual implica menores ingresos para elcaficultor. En cuanto a las conversiones, normalmente se asume que si para obtener una arroba de café pergamino seco se requieren 62,5 kg de café cereza, ésta es una conversión que puede

considerarse normal o estándar. La Figura 29, a manera de ejemplo, reseña el efecto de pérdidas en conversión para tres productividades por hectárea 120, 160 y 200 arrobas de café pergamino seco, partiendo del número estándar de kilogramos de café cereza, por arroba de cps.

En la Figura 29, el eje horizontal muestra las conversiones de café cereza a pergamino seco partiendo de 62,5 para luego aumentar hasta llegar a 72, la cual es evidentemente una pésima conversión. El eje vertical representa la productividad por hectárea. A medida que la cifra de conversión aumenta se hará necesario cosechar más kilogramos de café cereza para alcanzar una arroba de café, o visto de otra manera, con los mismos kilogramos de café cereza se obtendrán menos arrobas de café pergamino seco. De las tres

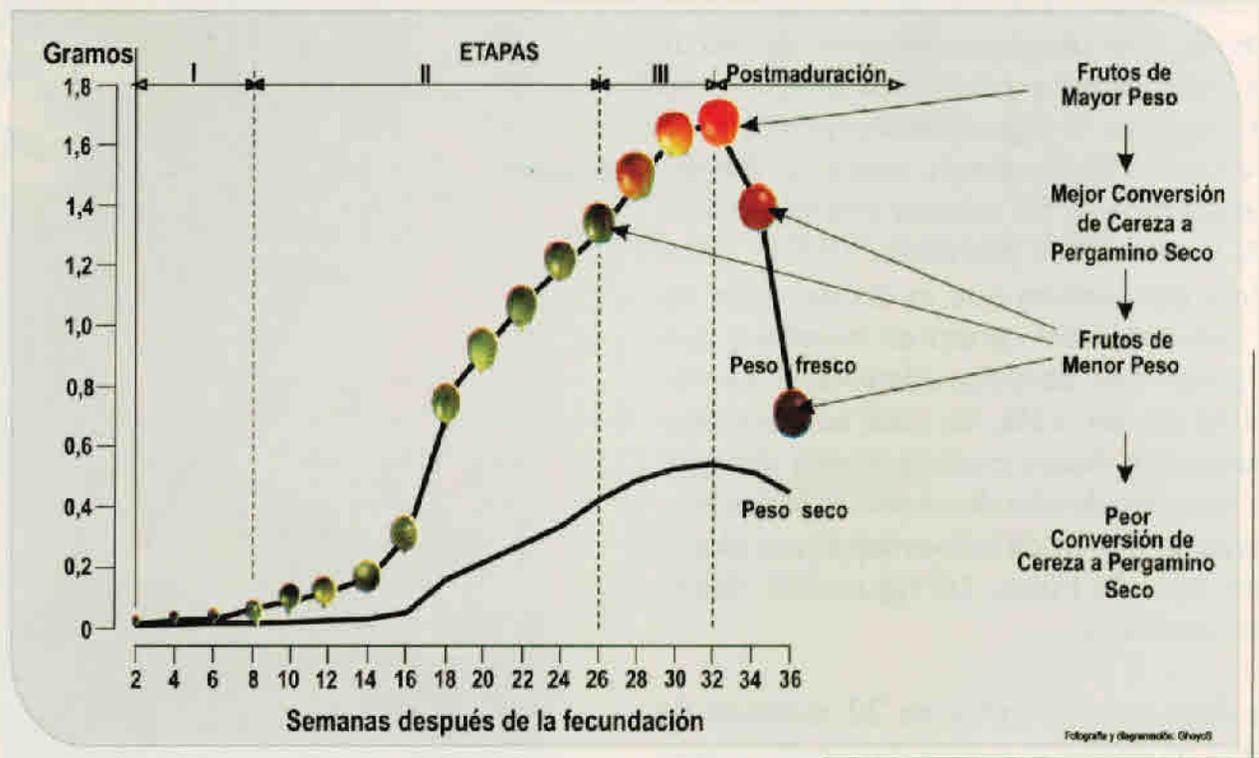


Figura 29. Desarrollo del fruto de café en relación con su peso

productividades de café que se observan en la Figura 29, la de 200 arrobas/ha en promedio, con una conversión de 72 conducirá a lograr 174 arrobas, lo cual implica una reducción en el ingreso bruto equivalente a \$871.000 pesos. En el caso de una productividad de 120 arrobas, al deteriorarse la conversión a 72 equivaldría a obtener 104 arrobas/ha, lo que implica una reducción del ingreso bruto por hectárea del orden de \$536.000. Si el promedio de la conversión de la finca fuese mejor, por ejemplo 60 ó 58, y por efecto de una recolección deficiente se llegará a niveles de 72, las pérdidas serían consecuentemente mayores. Este ejemplo aclara la importancia de llevar a cabo una "buena" recolección que garantice una composición adecuada de frutos para así lograr las mejores conversiones posibles y la mejor calidad en taza.

De esta forma, la cosecha de frutos maduros asegura la alta calidad del café de Colombia, su recolección frecuente redu-

ce las poblaciones de broca y, además, por su grado de desarrollo "paga" recolectarlo. Por el contrario, los frutos verdes se convierten en pasilla afectando la calidad del café, no "paga" recolectarlos por su menor grado de desarrollo y, finalmente, su cosecha afecta negativamente el desempeño económico de la finca. Con relación a los frutos cosechados verdes, Puerta (2000) encontró que para contenidos superiores al 2,5% en peso de café verde en la cosecha se deteriora la calidad y el rendimiento del café, rechazándose cerca del 30% de las tazas de café.

Pero también deben analizarse las pérdidas derivadas de malas recolecciones que, como se mencionó, pueden llegar hasta el 10% de la cosecha. Para mejorar la comprensión de este problema a continuación se simulan las pérdidas en producción derivadas de las malas prácticas de recolección y para dos diferentes productividades de café por hectárea.

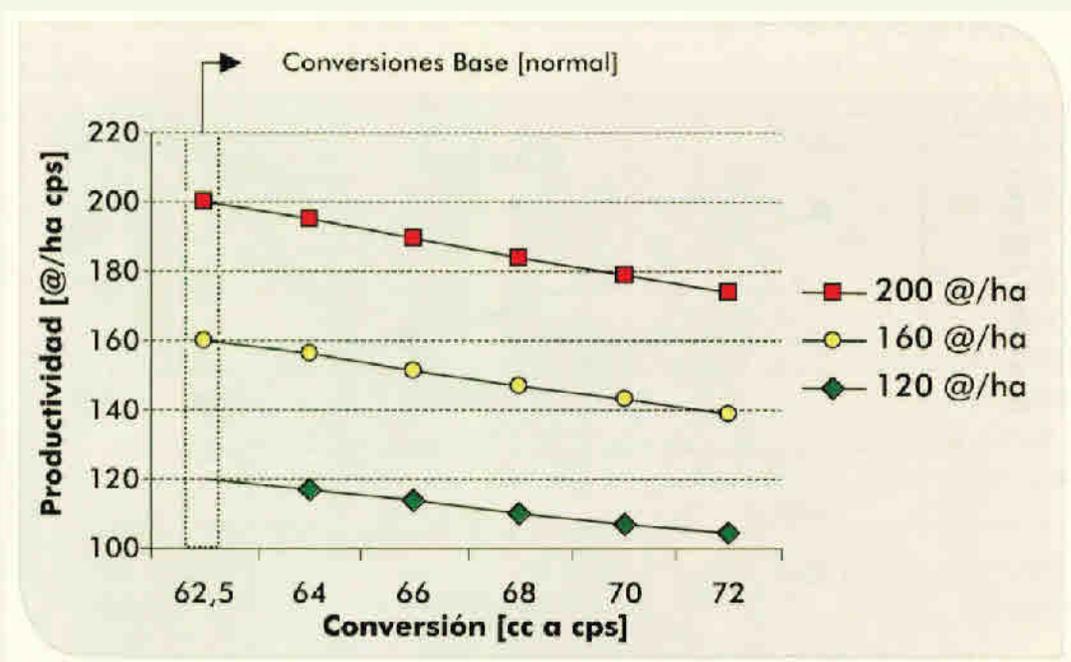


Figura 30. Disminución de la productividad, debido a cambios en la conversión de café cereza a pergamino seco

De la Figura 30 se concluye que para productividades de 120 @ de café pergamino por hectárea/año, un 10% de pérdida por mala recolección implica dejar de recolectar 12 arrobas por hectárea que equivaldrían a \$ 402.000. En el caso de 200 arrobas, el mismo porcentaje equivale a 20 arrobas por hectárea que tienen un valor aproximado de \$670.000/ha. Las pérdidas serán mayores de acuerdo con la productividad. Al expresar en pesos por hectárea estas pérdidas potenciales los resultados muestran que existen pérdidas económicas potencialmente altas.

Aunque se sabe que reducir las pérdidas en recolección a cero es prácticamente

imposible en café y en otros cultivos, la Tabla 23 sólo pretende mostrar cómo pérdidas en recolección en cualquier porcentaje significan reducir el ingreso bruto por hectárea, y por tanto, reducir el margen bruto. Debe destacarse entonces que cualquier acción que el caficultor emprenda con el propósito de cosechar sólo granos maduros y reducir las pérdidas en cosecha se verá representada en un mayor ingreso bruto por hectárea. Es importante considerar que por ese café verde recolectado que se convertirá en pasillo luego del beneficio o por aquellos frutos que no se recolectan y cayeron al suelo, el caficultor ya había pagado el costo de producirlo y que al perderlo no obtendrá ningún ingreso proveniente de ellos.

Tabla 25. Pérdidas económicas potenciales debidas a pérdida en recolección. (\$/ha/cosecha)

| % Pérdida | 120@/ha | 140 @/ha | 200 @/ha |
|-----------|---------|----------|----------|
| 10 | 402.000 | 469.000 | 670.000 |
| 8 | 321.600 | 375.200 | 536.000 |
| 6 | 241.200 | 281.400 | 402.000 |
| 4 | 160.800 | 187.600 | 268.000 |

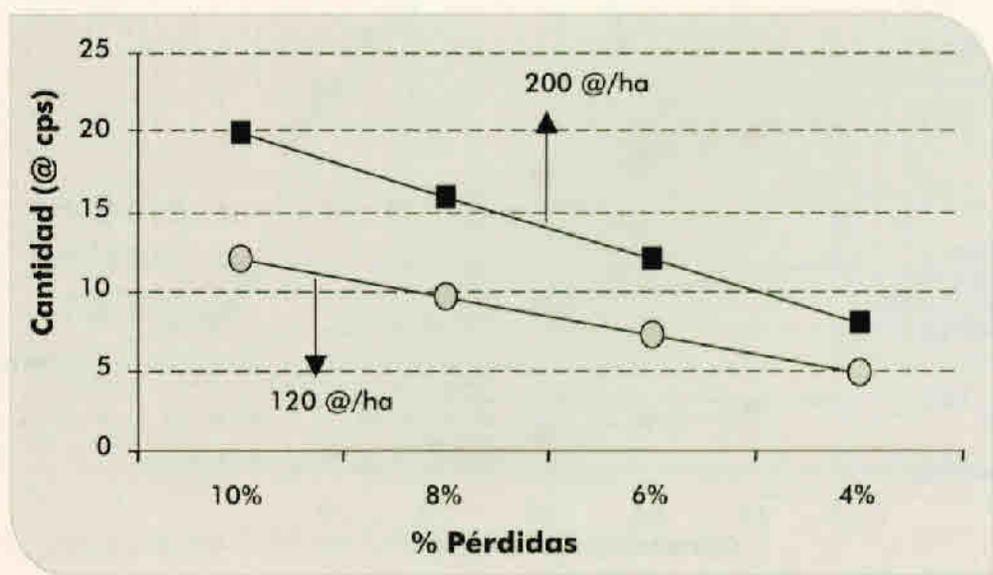


Figura 31. Pérdidas potenciales por deficiente recolección de acuerdo con la productividad del cafetal

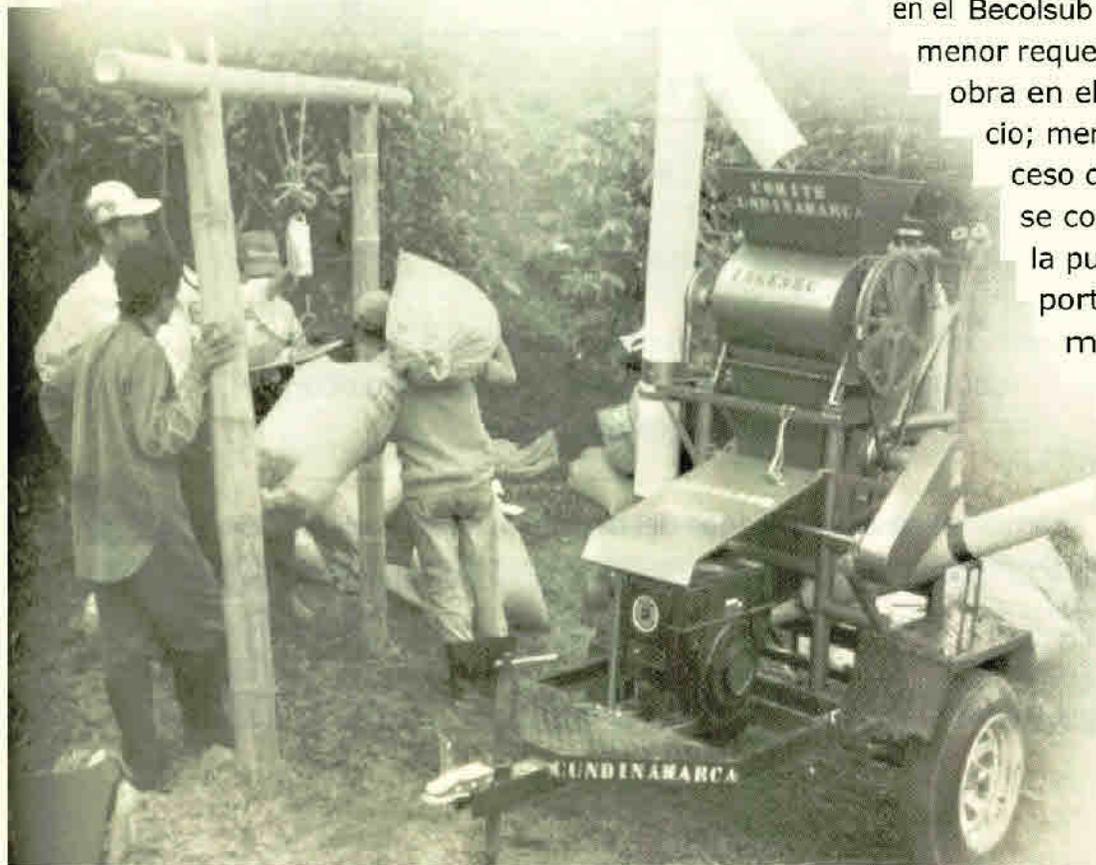
3.14 Adoptar el Beneficio ecológico

La adopción del beneficio ecológico o Becolsub tiene ventajas para el agricultor. Estas ventajas han sido demostradas a través de la investigación que ha soportado esta tecnología, desde los estudios en desmucilaginado mecánico, en equipos para llevar a cabo este desmucilaginado (Oliveros *et al.*, 1995), el desarrollo de la tecnología Becolsub (Roa *et al.*, 1997), y el diseño de equipos Becolsub específicos como el Becolsub 300 (Oliveros *et al.*,

1998), y el Becolsub 100 (Oliveros *et al.*, 1999).

Desde un punto de vista más integral, información sobre la tecnología Becolsub puede encontrarse en el libro publicado por Cenicafé sobre Beneficio Ecológico de Café (Roa *et al.*, 1999). Las principales ventajas reconocidas a la tecnología Becolsub son: ahorro en consumo de agua, pues mientras en el beneficio tradicional se requieren hasta 40 litros de agua en el Becolsub se requiere sólo uno; menor requerimiento de mano de obra en el proceso de beneficio; menor tiempo en el proceso del beneficio de café, se conserva la calidad de la pulpa de café al transportarla sin agua; permite el manejo de subproductos como la pulpa y el mucilago; mejoramiento en la conversión de café cereza a pergamino seco.

En el caso del ahorro en consu-



mo de agua, en un trabajo llevado a cabo por García *et al.*, (2000), mediante cuatro estudios de caso llevados a cabo en fincas de caficultores del municipio de Manizales que utilizaban diferentes modelos de Becolsub, encontró que en promedio se ahorraron \$380,5⁴³ por arroba beneficiada en la tecnología Becolsub, de acuerdo al costo promedio por litro de agua empleado en el beneficio en estas fincas. Si el costo del agua en una finca determinada es mayor, los beneficios serán también mayores; mientras que si el costo del agua es bajo o se usan fuentes propias de la finca, aunque también se presentarían ahorros, éstos serán menores. Por supuesto que los efectos de esta reducción en costos serán mayores si la cantidad de café beneficiado es también mayor. La Figura 32, simula los ahorros expresados en pesos por finca y por año, debidos a la reducción en el consumo de agua en el beneficio, de acuerdo con la

producción total de la finca y asumiendo que no se presenten economías de escala. Puede apreciarse que el ahorro en costos en el beneficio de café podría variar entre cerca de \$1 90.000, para 500 arrobas por finca/año hasta \$3'805.000 en el caso de producir 10.000 arrobas de cps por finca/año.

Pero también, el Becolsub permite ahorros en mano de obra. En el mismo estudio de casos se encontró que con el uso del Becolsub se generaba una reducción en costos equivalente a \$194 por arroba beneficiada.

En la Figura 33, se observa que el ahorro en costos en la mano de obra empleada en el beneficio de café podría variar entre cerca de \$ 97.000, para 500 arrobas por finca/año hasta \$ 1'940.000 en el caso de producir 10.000 arrobas de cps/año.

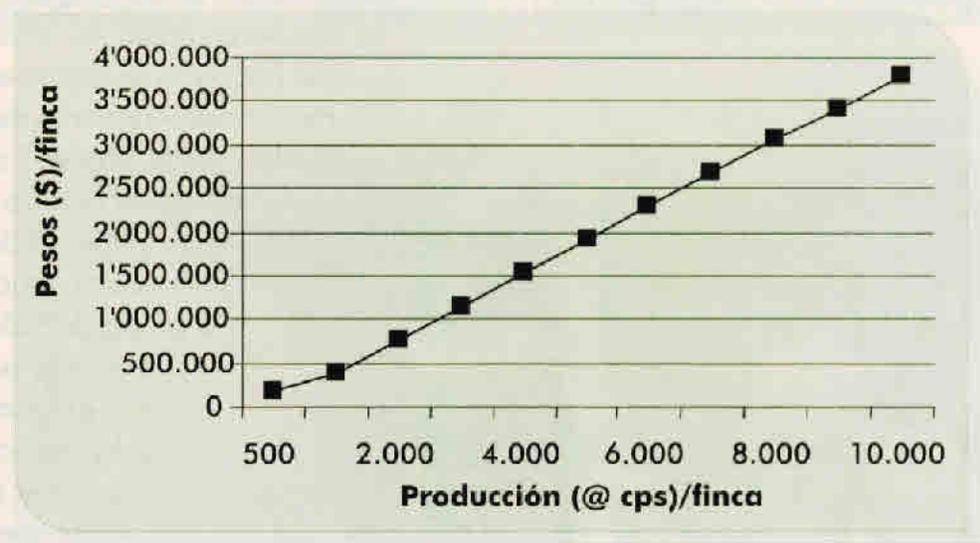


Figura 32. Ahorros en costos en el agua del beneficio, debidos al uso de la tecnología Becolsub

⁴³ Actualizados a pesos de 2004

Otra ventaja económica del Becolsub, es que mediante esta tecnología se puede reducir hasta en un 90% la contaminación de fuentes de agua. Como se conoce, para compensar esta contaminación se han establecido Tasas Retributivas que son un tipo de impuesto que deberá pagar quien contamine dichas fuentes. De esta forma, la finca que produzca mayor cantidad de café tendrá que pagar mayores tasas. En el mismo estudio de casos se estableció cómo el no pago de las tasas (ahorro en los costos), podría asumir la inversión en la tecnología Becolsub y para ello se determinó el tiempo en el cual se recuperaba dicha inversión (Tabla 26).

Si se asume una vida útil de 10 años de un equipo Becolsub, se observa que en

todos los casos la recuperación de la inversión sólo por el no pago de las tasas retributivas se logra antes de ese límite. Pero además, si se asumiera que el caficultor tomara un crédito por el 50% de la inversión, el tiempo de recuperación se prolongaría entre 1 y 2 años más pero continuaría recuperándose la inversión en el tiempo de vida útil del equipo.

Por todas las razones aquí expuestas, sin analizar las mejoras en conversión o los ingresos adicionales de los subproductos del beneficio, las ventajas económicas de la tecnología son amplias, mencionando finalmente la importancia de ésta para regiones que viven problemas de suministro de agua.

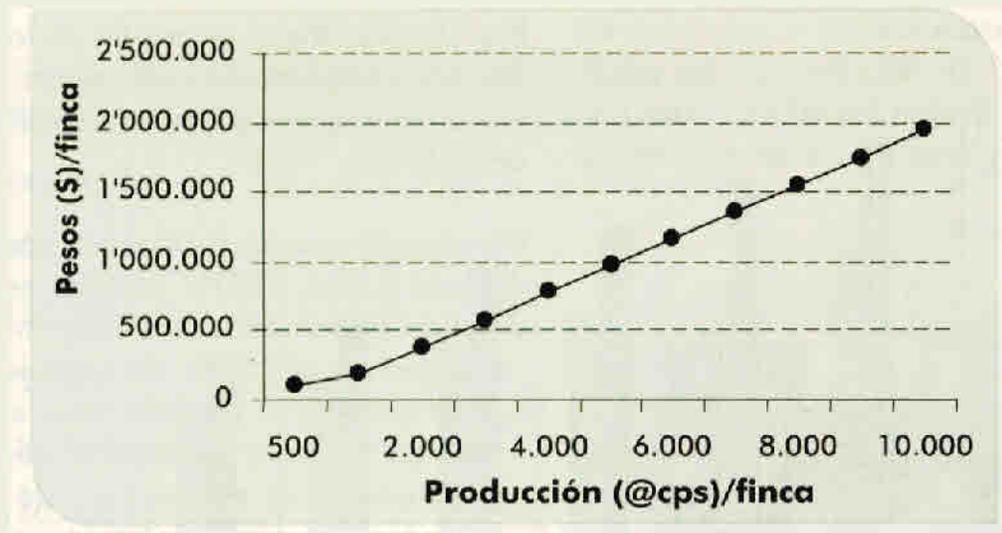


Figura 33. Reducción en costos de mano de obra, debidos al uso de la tecnología Becolsub

Tabla 26. Tiempo de recuperación de la inversión por el no pago de las tasas retributivas

| Tipo de Becolsub | Tiempo de Recuperación |
|------------------|------------------------|
| 300 | 6 años |
| 600 | 5 años |
| 1000 | 5 años |
| 2500 | Entre el 4 - 5 año |

3.15 Calibrar los equipos de beneficio del Café

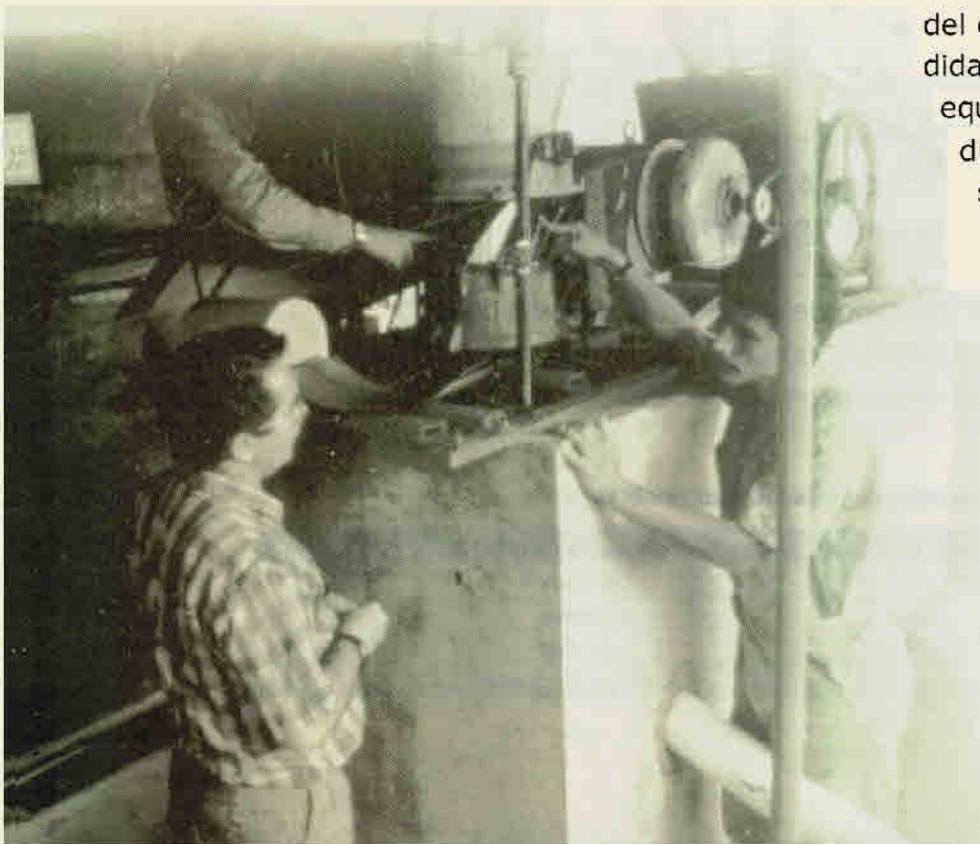
Durante el año 1998, se realizó una campaña sobre beneficio de café en el departamento de Caldas (Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, Cooperativas de Caficultores de Caldas, 1998), con el propósito de ofrecer asistencia técnica en aspectos relacionados con el beneficio, calidad, contaminación y pérdidas en postcosecha. En relación con las pérdidas, se cuantificaron las relacionadas con daños o desajustes en las despulpadoras

de café enseñando a los caficultores la forma de estimarlas así como también los procedimientos para reducirlas.

Las pérdidas se estimaron sobre una muestra de 2 kilogramos de café cereza beneficiado en un total de 2.405 fincas. La Tabla 25, describe el promedio de las pérdidas por kilogramo de café cereza debidas únicamente a desajustes en los equipos de despulpado.

De acuerdo con los factores de conversión del café (Uribe, 1977), al llevar estas pérdidas a kilogramos de café pergamino seco equivaldrían al 2,25%, del total de la producción. Así, la pérdida debe expresarse en términos de ingreso dejado de percibir, pues este es un café que no llegaría al punto de venta y entonces su equivalencia corresponde a las arrobas que no son vendidas debido a que se pierden en el proceso de beneficio.

Por ejemplo, si un caficultor estima que va a cosechar 100 arrobas de café pergamino seco por hectárea y por año, esto implicaría recolectar 6.250 kg. de café cereza. Sin em-



bargo, debido a problemas en los equipos de beneficio se generan unas pérdidas del orden del 2,25%, que corresponden a perder 2,25 arrobas de café pergamino, que tienen un valor de \$73.375 pesos por hectárea. Resulta evidente que a mayor productividad del cafetal las pérdidas potenciales pueden ser mayores. La Figura 34, simula seis productividades en tres escenarios de pérdidas en beneficio, 2,25%, 3% y 4%. Por ejemplo, para una productividad de 200 arrobas/ha/año, y el 4% de pérdida por equipos de

despulpado descalibrados, podrían dejar de percibirse aproximadamente \$268.000 por hectárea/año. Entre ambos extremos se visualizan una serie amplia de situaciones pero que en todos los casos implican pérdidas significativas. Es por tanto importante minimizar las pérdidas en el beneficio mediante un adecuado mantenimiento y calibración de los equipos, decisión que al final incrementará el ingreso bruto por hectárea y en consecuencia, el margen bruto favoreciendo el desempeño económico de la finca cafetera.

Tabla 27. Pérdidas promedio en el proceso de despulpado

| Tipo de pérdida | No. de granos/Kg de café cereza |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Granos mezclados con la pulpa | 12,5 |
| Granos trillados o mordidos | 5,5 |
| Total de granos perdidos | 18 |

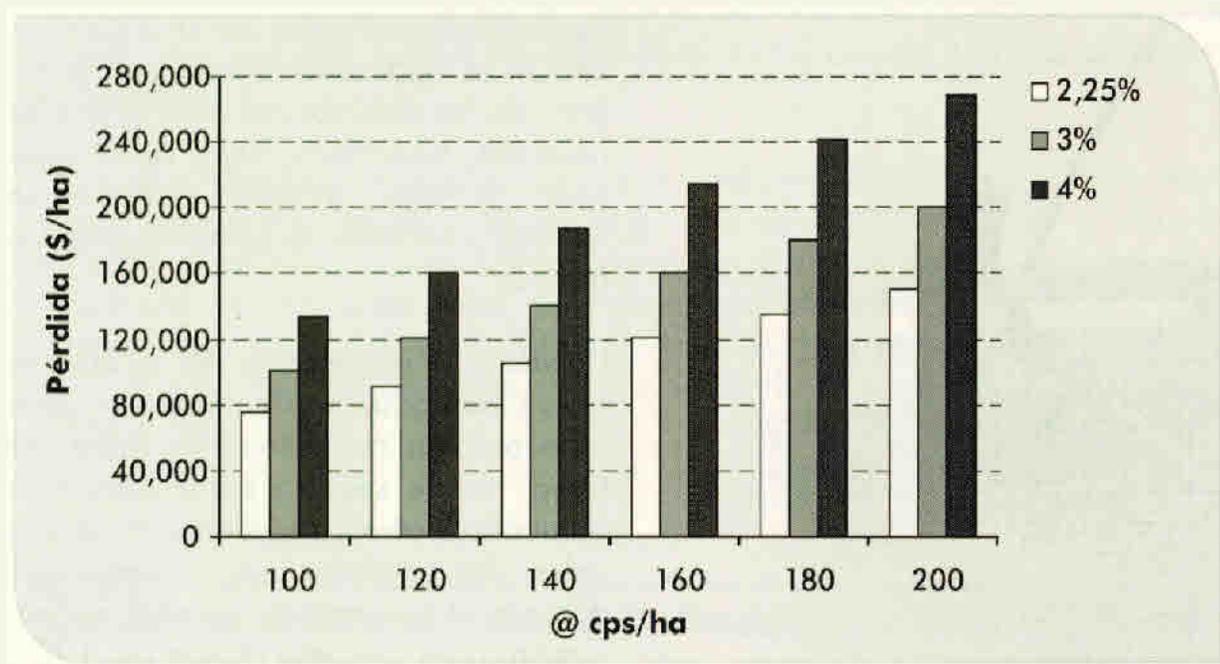


Figura 34. Estimación de pérdidas, de acuerdo con la productividad por hectárea, originadas en el proceso de despulpado del café.

3.16 Secar Adecuadamente el Café



El secado es una fase muy importante en el beneficio del café pues este proceso permite conservar su calidad al reducir el contenido de agua del grano a niveles que permitan su conservación para así evitar su deterioro (Puerta, 2000). Cuando el secado es inadecuado se originan la mayoría de los defectos del café: grano decolorado, manchado, flojo, sucio, reposado, terroso, mohoso, cristalizado, fenólico y también, la contaminación por hongos.

Debido a la importancia del secado, estudios realizados en Cenicafé han generado amplios conocimientos sobre este tema, desde secado solar (rotatorio, parabólico, carros secadores convencionales), herramientas para mover el café durante el proceso de secado, secado mecánico de café, etc. (Roa *et al.*, 1999), uso de la energía solar en el secado del café (Roa *et al.*, 2000) y secado mecánico de café (Roa *et al.*, 2000).

Implicaciones Económicas de Vender Café Pergamino Mojado

A pesar de la difusión en torno a la importancia del secado del café, durante los últimos años el comercio de café pergamino húmedo se ha incrementado significativamente. Bajo esta modalidad de venta de café se corren riesgos importantes al retrasarse el inicio del secado, originándose problemas como los mencionados atrás que deterioran la calidad del grano y por tanto, la calidad de la bebida. La razón fundamental es que normalmente los compradores acopian el café húmedo y esperan hasta completar la capacidad de los silos secadores para iniciar el proceso de secado. Esta demora en el inicio del secado conduce al deterioro del café.

Análisis económicos sobre el secado del café han demostrado las ventajas económicas de realizar este proceso en la finca (Duque *et al.*, 2001), encontrándose las pérdidas derivadas de vender café pergamino húmedo. Por ejemplo, Saldarriaga *et al.*, (2000), encontraron que en cuatro fincas del municipio de Pereira con producciones mayores de 1.000 arrobas de café pergamino seco por finca por año, los costos del secado mecánico variaron entre \$438 y \$930 por arroba, incluyendo el costo del combustible (ACPM, gas, carbón coke y hulla), energía eléctrica y mano de obra; se puede entonces asumir que en promedio el costo del secado para ese año, estaría alrededor de \$689/@ cps, tal como se aprecia en la Tabla 28.

Los costos totales de secado por arroba de café pergamino seco aparecen relativamente bajos y es debido a que en el proceso de secado el tipo de combustión utilizada es directa, la cual implica un menor costo en cuanto al combustible empleado en esta operación. Sin embargo, estimaciones llevadas a cabo (Saldarriaga, 2001; Oliveros, 2001; Alvarez, 2001⁴¹ permiten establecer que para el caso del secado en combustión indirecta el costo del combustible se incrementaría.

Tabla 28. Costo del secado en cuatro fincas del municipio de Pereira. \$/arroba café pergamino seco¹.

| Finca | Tipo de Combustible | Combustible | Mano de Obra | Energía | Costo Total \$/@ |
|-----------------|---------------------|-------------|--------------|-----------|------------------|
| 1 | ACPM | 658 | 171 | 42 | 871 |
| 2 | Coke | 302 | 77 | 138 | 517 |
| 3 | Gas | 705 | 139 | 86 | 930 |
| 4 | Hulla | 220 | 130 | 88 | 438 |
| Promedio | | 471 | 129 | 88 | 689 |

¹ Pesos del año 2000

Comunicación personal. Marzo — 2001

Al asumir un incremento del 50% en el costo del combustible, el costo variable del secado se elevaría a \$1.572/@ cps para el caso del ACPM, \$875 en el caso del coke y \$1.680 cuando se emplea gas (no se incluye el caso de la hulla, que es utilizada en secado indirecto). Bajo la perspectiva de secado en combustión indirecta, el costo variable unitario promedio estaría alrededor de \$1.175 por arroba de café pergamino seco.

Es importante resaltar que, en el caso del café, por tratarse de un producto para consumo humano debe evitarse el contacto directo de los gases de combustión con los granos de café en el proceso de secado (Roa *et al.*, 2000). Por esta razón, Cenicafé no recomienda la combustión directa.

Para estudiar los efectos que tendría la venta de café pergamino mojado se analizó el caso de una finca de la vereda Altagracia del municipio de Pereira, en la cual se analizaron 7 pases de la cosecha principal del año 2000, comparando que ocurriría si este café se vendiera mojado o si preferiblemente se vendiera seco, tomando muestras de café de cada pase y estableciendo cual sería la conversión, el precio pagado por arroba y el costo deducido para el secado.

En la actualización de los precios de compra de café mojado y la respectiva deducción por secado se consultaron diferentes puntos de compra del municipio de Santa Rosa de Cabal, Risaralda⁴⁸, encontrándose que el café mojado se compraba con una reducción de \$2.500 pesos por arroba sobre el precio vigente en el mercado, por concepto del secado y asumiendo una conversión de 2 a 1 de café pergamino húmedo a seco.

De la Tabla 27 se pueden hacer varios comentarios. En primer lugar, las conversiones en cada pase son altas; es decir, todas son superiores a 62,5, que es un

Tabla 29. Resultados esperados de la venta de café húmedo

| Pase | Kg | Conversión | Arrobas cps | Precio | Ingreso Bruto |
|--------------|---------------|-------------|------------------|--------|-------------------|
| | Cereza | Cereza | Si el café fuera | \$/@ | \$/pase |
| | Por pase | A Pergamino | vendido mojado | | Mojado |
| 1 | 2.678 | 68,7 | 39,0 | 31.000 | 1'207.886 |
| 2 | 2.827 | 65,3 | 43,2 | 31.000 | 1'340.425 |
| 3 | 2.376 | 58,0 | 41,0 | 31.000 | 1'269.931 |
| 4 | 4.107 | 59,1 | 69,5 | 31.000 | 2'153.900 |
| 5 | 13.136 | 65,9 | 199,2 | 31.000 | 6'176.490 |
| 6 | 7.033 | 66,0 | 106,5 | 31.000 | 3'300.878 |
| 7 | 260 | 65,6 | 4,0 | 31.000 | 122.722 |
| Total | 32.417 | | 505,6 | | 15'572.282 |

Precio interno asumido para este libro, tabla 1.

* A pesos del año 2004

⁴⁸ Consulta a Junio 9 de 2004

Tabla 30. Resultados de la venta de café seco **

| Pase | Kg Cereza | Conversión Cereza a Pergamino | Arrobas cps vendido seco | Precio \$/@ | Ingreso Bruto \$ |
|--------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------|
| 1 | 2.678 | 66,8 | 40,1 | 33.500 | 1'343.009 |
| 2 | 2.827 | 62,0 | 45,5 | 33.500 | 1'525.032 |
| 3 | 2.376 | 57,2 | 41,5 | 33.500 | 1'389.595 |
| 4 | 4.107 | 56,2 | 73,0 | 33.500 | 2'445.512 |
| 5 | 13.136 | 61,8 | 212,4 | 33.500 | 7'113.741 |
| 6 | 7.033 | 63,2 | 111,1 | 33.500 | 3'722.634 |
| 7 | 260 | 63,1 | 4,1 | 33.500 | 138.035 |
| Total | 32.417 | | 526,9 | | 17'677.558 |

** Resultados reales de la operación de venta

valor estándar, que perjudica al caficultor, Segundo, la conversión que se asume en este tipo de transacciones es 2 a 1, la cual también va en detrimento del productor. Finalmente, la conversión ponderada estimada fue de 64,11 pues al final el productor estaría recibiendo un ingreso correspondiente a 506,6 arrobas. Sin embargo, en el caso de esta finca el caficultor decidió secar todo su café y luego venderlo. Los resultados se presentan en la Tabla 28 en la cual se muestran diferencias importantes con los resultados de la Tabla 27, que analiza la venta de café mojado. Por ejemplo, las conversiones son mejores, es decir, se requieren menores cantidades de café cereza por arroba de pergamino seco (conversión 61,5), que cuando se vende húmedo, lo cual significa mayor ingreso para el productor. Esto significó que se necesitaron 2,61 kilogramos menos de café cereza para obtener una arroba de pergamino seco. Por esta razón al vender el café seco se obtuvieron 526,9 @ cps, es decir 21,3 @ cps más, que si se hubiese vendido húmedo. En este ejercicio no se asumen posibles bonificaciones que podrían obtenerse sobre el precio oficial de compra por mejor calidad de acuerdo con el factor de rendimiento, lo que no sucedería cuando se vende húmedo.

De esta manera, las ventajas de vender café seco son evidentes. En primer lugar, las mejores conversiones conducen a vender más café (más arrobas) y en segundo lugar se pueden lograr mejores precios de venta por la calidad del café. Al comparar los dos sistemas de comercialización de café se observa una diferencia en ingreso bruto de \$2'105.275 a favor del café comercializado seco, diferencia que al dividirla por 526,9 arrobas vendidas secas implicaría un ingreso bruto marginal de \$3.996 por unidad.

Con esta información, se pueden calcular los beneficios económicos derivados del secado, para lo cual se requieren dos datos básicos: en primer lugar, el costo unitario del secado y en segundo lugar el ingreso bruto adicional por cada arroba de café vendida seca, cifra ya conocida (\$3.996). De esta forma puede estimarse la utilidad unitaria del secamiento del café mediante la siguiente expresión:

$$U_{@cps} = I_{@cps} - C_{@cps}$$

Donde:

$U_{/@cps}$
 $I_{/@cps}$
 $C_{/@cps}$

= Utilidad por arroba de cps vendida seca.
 = Ingreso por arroba de cps vendida seca.
 = Costo unitario del secado por arroba de cps.

Asumiendo que el costo promedio del secado por arroba corresponde a \$ 1.175, para diferentes tipos de combustible, entonces la utilidad neta por arroba sería:

$$U_{@cps} = \$3.996 - \$1.175 = \$2.821$$

Con esta información, puede estimarse la rentabilidad marginal del secado teniendo en cuenta sólo los costos variables del proceso tal como se mencionó atrás, al asumirse que los equipos de secado están ya depreciados. Para estimar la rentabilidad de secado puede emplearse la expresión propuesta por Lopera (1991) y modificada para este análisis:

$$R_s = \frac{I_{N@cps}}{C_{@cps}} * 100$$

Donde,

R_s = Rentabilidad del secado del café.
 $I_{mg/@cps}$ = Ingreso neto por arroba de café, vendida seca.
 $C_{@cps}$ = Costo variable del secado, por arroba cps.

Reemplazando por los valores promedio tendríamos:

$$R = \frac{\$2.821}{\$1.175} * 100 = 239\%$$

Se observa entonces que el secado del café es una actividad muy rentable y se justifica económicamente llevarla a cabo en la finca y no vender café mojado, a pesar de las razones que manifiestan los caficultores que así lo hacen. Bajo esta modalidad de comercialización el productor está dejando de recibir un ingreso adicional que es muy importante para ellos sobre todo en las actuales condiciones económicas de la caficultura colombiana.

El secado debe ser bien realizado

El secado es una actividad económicamente viable que ofrece ventajas para el productor pero este proceso debe realizarse en forma adecuada. En un estudio sobre contenido de humedad adelantado por el Servicio de Extensión del Comité Municipal de Cafeteros de Chinchiná, Caldas, sobre un total de 241 muestras de

café pergamino seco se establecieron tres categorías de contenido de humedad (Figura 35).

De estas muestras, aquellas con humedad superior al 12% fueron rechazadas por estar excedidas en humedad y por tanto, fuera de normas. El 47% estuvo dentro de normas y no presentó ningún problema al momento del recibo en el punto de compra. Pero el 36% de las muestras estudiadas presentaron contenidos de humedad inferiores al 10%, indicando un secado excesivo. Para este grupo de muestras el análisis estadístico mostró los resultados que se consignan en la Tabla 31.

Al tomar la humedad media del grupo (9,22%), es claro que los agricultores están 2,78% por debajo del límite permisible lo cual implica recibir \$938 menos por arroba de café pergamino seco debido al secado excesivo, el cual es un margen importante. Con base en este análisis se estimaron pérdidas potenciales derivadas del sobresecado, para valores de contenido de humedad desde 9,8% hasta 7,0%.

La Figura 36 describe las pérdidas por arroba para diferentes niveles de sobresecado. Allí se observa que al reducirse el contenido de humedad del café pergamino desde el límite superior de recibo (12%) hasta el 7% el valor de la pérdida por arroba varía desde \$737, para un 9,8% de humedad, hasta \$1.675 cuando el secamiento del grano llega al 7%. Se concluye así que aunque lo ideal es vender el café seco, es fundamental realizar la labor de secado adecuadamente y evitar llegar a límites en los cuales el caficultor entre en un escenario de pérdida por sobresecado del café.

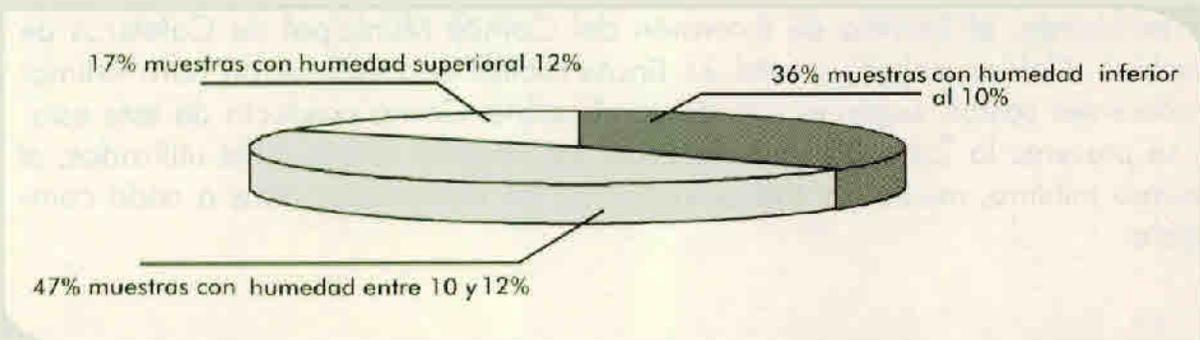


Figura 35, Contenidos de humedad, encontrados en las muestras de café estudiadas

Tabla 31. Características de humedad, para el grupo con contenido inferior al 10%

| Contenido | Humedad (%) |
|-----------|-------------|
| Mínima | 7,00 |
| Media | 9,22 |
| Máxima | 9,93 |

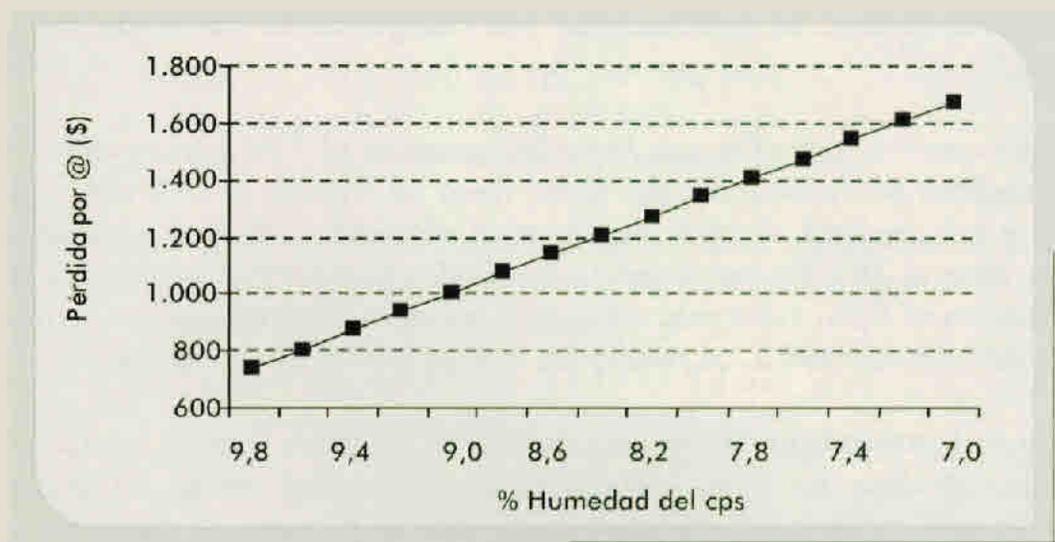


Figura 36. Valor de la pérdida por arroba, debido al exceso en el secamiento del grano

Seleccionar el Combustible más Conveniente

La Figura 37, muestra la estructura de costos del secado del café (Duque *et al.* 2001), destacándose el costo del combustible como el rubro con mayor participación en dicha estructura.

Debe considerarse que dentro del propósito de reducir los costos del beneficio el primer aspecto que debe analizarse es el costo del combustible, pues reducciones en este rubro tendrán el mayor impacto esperado en comparación con los otros dos componentes de la estructura de costos. Para determinar el costo del combustible empleado, el Servicio de Extensión del Comité Municipal de Cafeteros de Chinchiná, Caldas, sobre un total 21 fincas realizó una evaluación para estimar los diferentes costos, según el tipo de combustible. Como producto de este estudio, se presenta la Tabla 32, que describe dos tipos de combustible utilizados, el consumo mínimo, medio y máximo, así como los costos asociados a cada combustible.

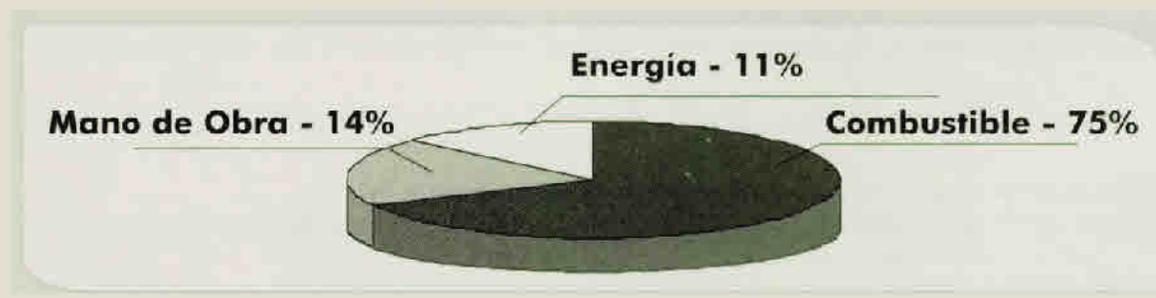


Figura 37. Estructura de los costos variables del secado del café

Tabla 32. Costos del secado de acuerdo con el tipo de combustible¹¹.

| Combustible | Consumo Combustible/@ | | | Costo Combustible (\$/@) | | |
|-------------|-----------------------|-------|--------|--------------------------|-------|--------|
| | Mínimo | Medio | Máximo | Mínimo | Medio | Máximo |
| Coque (Kg) | 1,30 | 2,35 | 3,00 | 234 | 423 | 540 |
| ACPM (Gal) | 0,35 | 0,93 | 2,67 | 1.175 | 3.122 | 8.693 |

¹¹ Estudio del Servicio de Extensión del Comité Municipal de Cafeteros de Chinchiná. (No publicado)

Es obvio que el secado con coque es más viable económicamente que cuando se emplea ACPM. Al analizar el consumo medio de ambos combustibles la diferencia en el costo del secado equivale a \$2.699 por arroba de café pergamino seco, de allí que actualmente el ACPM como combustible de secado es económicamente inviable, aún para consumos muy bajos (0,5 – 0,6 galones por arroba), en los cuales el costo del secado oscilaría entre \$1.678 y \$2.014 por arroba.

3.17 Producir alimentos en los cafetales

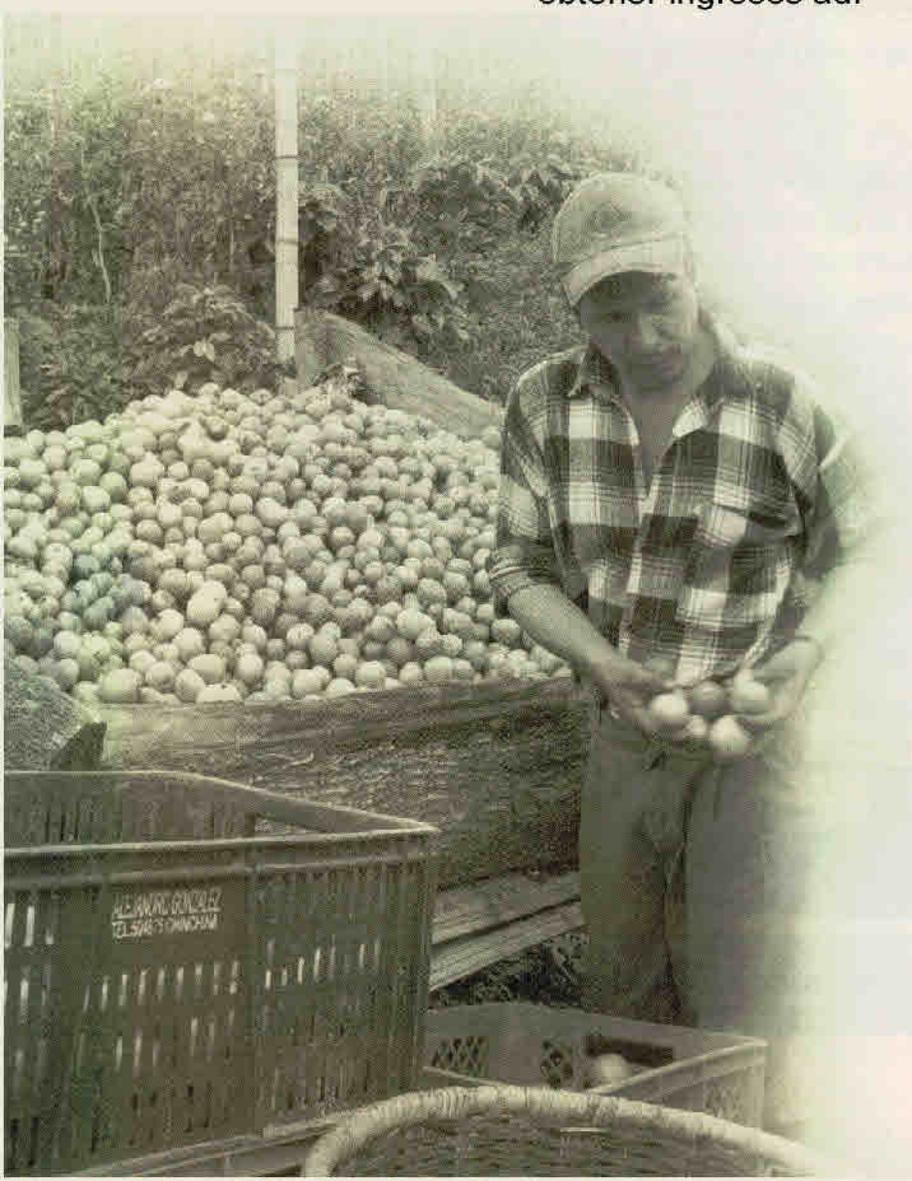
Aprovechando las calles de los cafetales zoqueados o en nuevas siembras de café, se pueden intercalar cultivos como maíz, frijol y tomate. De esta forma se puede producir comida lo cual mejora las perspectivas en seguridad alimentaria y obtener ingresos adi-

cionales por venta de excedentes y al mismo tiempo, reducir los costos en algunas prácticas del cultivo principal, café en este caso.

Cenicafé a través de sus experimentos ha demostrado que en nuevas siembras al sol o en zocas pueden obtenerse sin afectar la producción del café: 25 toneladas de tomate/ha (Moreno et al., 1995); es posible realizar también dos cosechas de maíz, la primera con 45.000 plantas de maíz por hectárea obteniendo alrededor de 6.500 kilogramos/ha y la segunda con 15.000 obteniendo en promedio 3.600 kilogramos por hectárea (Moreno et al., 1995); así como también dos cosechas de frijol arbustivo sembrando hasta 160.000 plantas por hectárea, para obtener en promedio hasta 900 kilogramos de frijol por cosecha y por hectárea (Moreno et al., 1995).

Debe resaltarse que Cenicafé ha evaluado mediante proyectos de cooperación con CIAT y CORPOICA variedades de frijol para encontrar y recomendar las que mejor se adapten a la zona cafetera (Posada et al., 1995).

Recientemente se han llevado a cabo evaluaciones de siembras de maíz intercala-



do con zocas y nuevas siembras de café (López et al., 2000), en las subestaciones de Cenicafé, Paraguaicito en el Quindío y La Catalina en Risaralda. Los resultados obtenidos en la Subestación Paraguaicito, en Buenavista, Quindío, tanto para un lote sembrado en monocultivo como para otro intercalado con café se presentan en la Tabla 33.

De los resultados de los dos ensayos, se puede concluir que para el precio del maíz y los costos de los insumos, tanto en monocultivo como intercalado con café, la

siembra del maíz fue económicamente favorable a pesar de que en los análisis no se consideró la reducción en los costos de producción del café por las labores compartidas entre ambos cultivos como el control de arvenses (limpias), por ejemplo, en el sistema café-maíz. También es posible mencionar que debido a que el precio del maíz es variable, los valores de rentabilidad alcanzados en ambos sistemas son sólo un punto de comparación con los precios vigentes al momento del análisis.

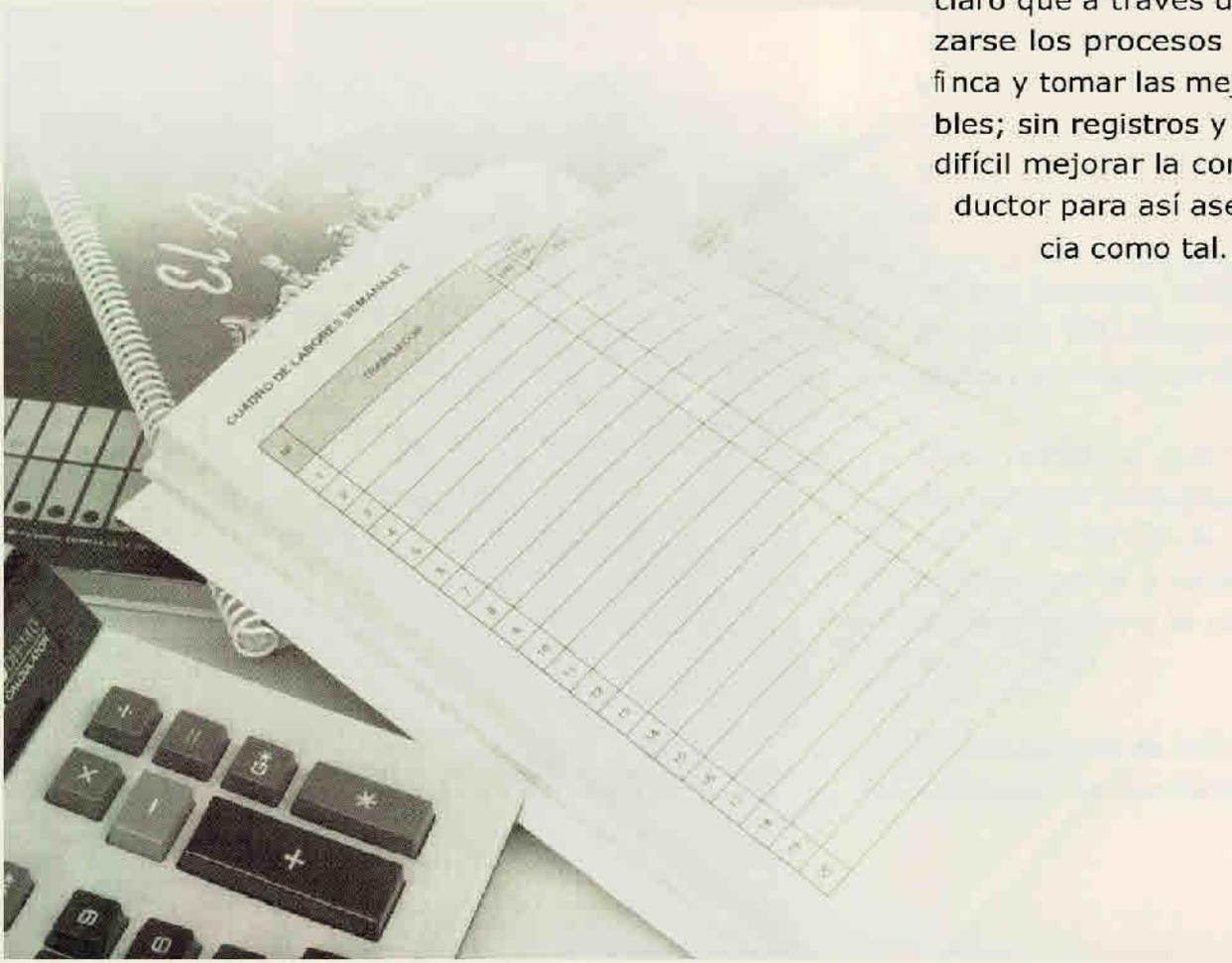
Tabla 33. Análisis económico de la producción de maíz. Subestación Paraguaicito, Quindío.

| Variable | Maiz Monocultivo (ha) | Maiz Intercalado (ha) |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Mano de Obra | \$ 821.500 | \$ 666.500 |
| Insumos | \$ 649.600 | \$ 449.650 |
| Total Costos (a) | \$ 1'471.100 | \$ 1'116.500 |
| Producción | 5.000 Kg/ha | 4.000 Kg/ha |
| Precio venta | \$ 500'/kg | \$ 500/kg |
| Ingreso Bruto (b) | \$ 2'500.000 | \$ 2'000.000 |
| Utilidad/lote (b - a) | \$ 1'028.900 | \$ 883.850 |
| Rentabilidad | 70% | 79% |

3.18 Usar herramientas de registro y análisis de costos

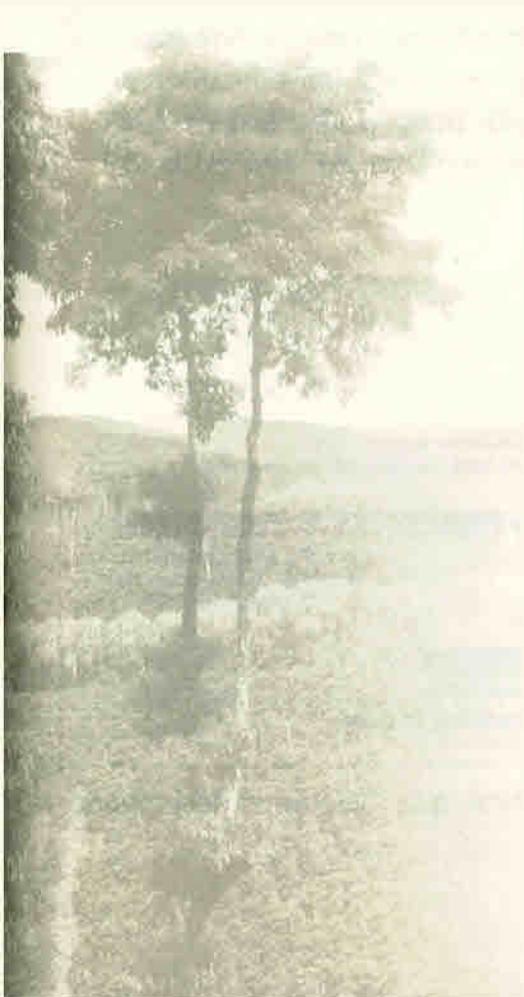
Para la toma de decisiones en el manejo de la finca es importante utilizar herramientas que permitan llevar a cabo registros de costos de producción y análisis de los resultados económicos de las actividades de la producción cafetera. En este

sentido, la adopción es fundamental en el propósito de mejorar la viabilidad económica de la finca y así mismo alcanzar mayores niveles de competitividad. Así, existen diferentes herramientas útiles que pueden variar desde software como el Agrowin, el Apuntador, etc., hasta cuadernos de registros de costos y labores para fincas cafeteras. Lo fundamental es tener claro que a través de ellas pueden analizarse los procesos de producción de la finca y tomar las mejores decisiones posibles; sin registros y análisis de costos es difícil mejorar la competitividad del productor para así asegurar su permanencia como tal.



4. Consideración final

El Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, durante sus más de 60 años de investigación ha generado conocimiento, que visto como prácticas de manejo de cafetales en la mayoría de los casos o tecnologías en otros, ha tenido un sólo y claro propósito como es el mejoramiento de la caficultura colombiana y a través de él, elevar el nivel de vida de los caficultores y sus familias. En este sentido, sus acciones se han enfocado en lograr un mejor nivel de desarrollo rural, vía ganancias en productividad, pero en un claro contexto de sostenibilidad sin dejar de lado la calidad del café colombiano que es condición fundamental de nuestra competitividad.



Este documento ha analizado las ventajas económicas y agronómicas de un conjunto de prácticas que apuntan a mejorar el desempeño económico de las fincas que las establezcan para la producción de café.

Así, al analizar la estructura de costos de producción de café (Federación Nacional de Cafeteros, 2001), se observa cómo para cada componente de dicha estructura existen una o varias prácticas dirigidas a optimizar, desde el punto de vista económico, los recursos empleados en cada uno de los componentes (Figura 38).

Sin embargo, hay aspectos que deben ser destacados. En primer lugar, en lo relacionado con recolección de café, Cenicafé está desarrollando experimentos enfocados a la reducción de costos en esta etapa del proceso de la producción. En segundo lugar está el caso de la variedad Colombia que de no existir implicaría la introducción de un componente importante en la estructura de costos de producción de café y sería el control de la roya; por esta razón se relaciona con el seg-

mento llamado "otras labores" pues de hecho con la siembra de esta variedad el manejo de enfermedades se ha reducido casi a cero. De todas formas es claro que existen prácticas que se convierten en opciones para mejorar el funcionamiento económico de la finca.

Pero también debe resaltarse que en un cultivo perenne como el café hay tres decisiones que deben considerarse como cruciales y que en la mayoría de los casos se toman para períodos largos, 15 a 20 años, dependiendo del tipo de caficultura. Estas decisiones son:

- Variedad. Cuando el caficultor decide sembrar una variedad de café sólo la podrá cambiar por otra al final de un ciclo (5 años) o quizás luego de la segunda zoca (15 ó 20 años), por tanto, decisiones inadecuadas conllevan a problemas graves que no pueden remediarse en el corto plazo sin incurrir en altísimos costos. Además, y asociado a la variedad, los caficultores deben seleccionar para la siembra de sus lotes los mejores colinos de café pues la

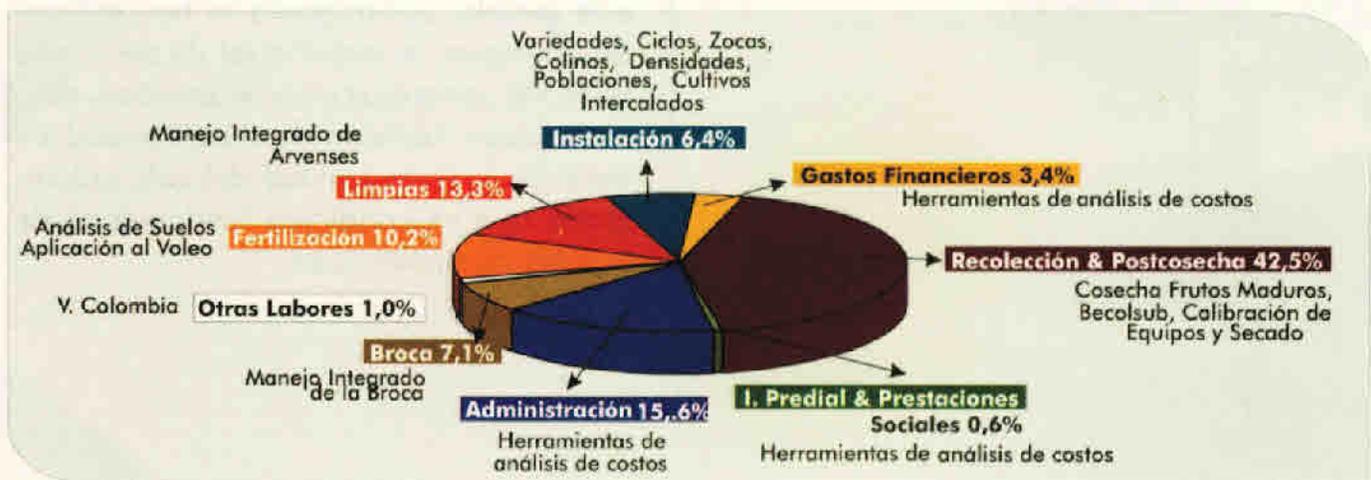


Figura 38. Estructura de costos de producción de café y las prácticas que mejoran el desempeño económico de la finca cafetera

vida útil de un colino es muy larga (hasta 20 años, desde la siembra), lo que justifica hacer todos los esfuerzos posibles en este sentido.

- **Densidad de siembra.** El productor debe decidir oportuna y adecuadamente la densidad de siembra a utilizar. Siembras con bajas densidades sólo pueden corregirse, normalmente, a la siguiente renovación bien sea por zoca o siembra, pero de todas formas deberá soportar al menos un ciclo del cultivo con bajas productividades debido a la baja densidad inicial. Esto tiene un alto costo de oportunidad por la cantidad de café dejada de recolectar, pues se ha demostrado que la productividad del café está asociada a la densidad de siembra.

- **Edad de los cafetales.** Se conoce que una estructura de edades adecuada de los cafetales conduce a optimizar y estabilizar la producción de café, pero también es la base para garantizar mejores productividades. Por esto en la búsqueda de mayor competitividad, la renovación

de cafetales y el manejo de ciclos es fundamental. Así, debe haber claridad desde el comienzo del cultivo en torno a los ciclos y edades que se van a manejar. Por ejemplo, si inicialmente se deciden ciclos largos, 7 - 8 años para luego acortarlos a 5 años, esto implicará un sacrificio en producción durante los años del ajuste de edades con las conocidas pérdidas económicas.

Finalmente, debe considerarse que estas prácticas o tecnologías para la producción de café, al incorporarse a los diferentes sistemas de producción deben adoptarse de manera estable y consistente para así mejorar el desempeño económico de las fincas cafeteras, pues paralelamente elevarán las condiciones de competitividad y productividad de los caficultores colombianos dentro de un contexto de sostenibilidad. Cuando el mercado es variable y los precios bajos, el caficultor debe acertar en las prácticas a adoptar buscando que a través de ellas se perfilen las mejores posibilidades económicas de la producción cafetera.

5. Literatura citada

ALVARADO A. G. Mejoramiento de las características agronómicas de la variedad Colombia mediante la variación de su composición. Avances Técnicos Cenicafe No. 304: 1-8. 2002.

ALVARADO A. G.; PUERTA Q. G. I. La variedad Colombia y sus características de calidad física y en taza. Avances Técnicos Cenicafe No. 303: 1-4. 2002.

ARCILA P. J. Evite errores en el manejo de almacigos de café. Avances Técnicos Cenicafe No. 274: 1-4. 2000.

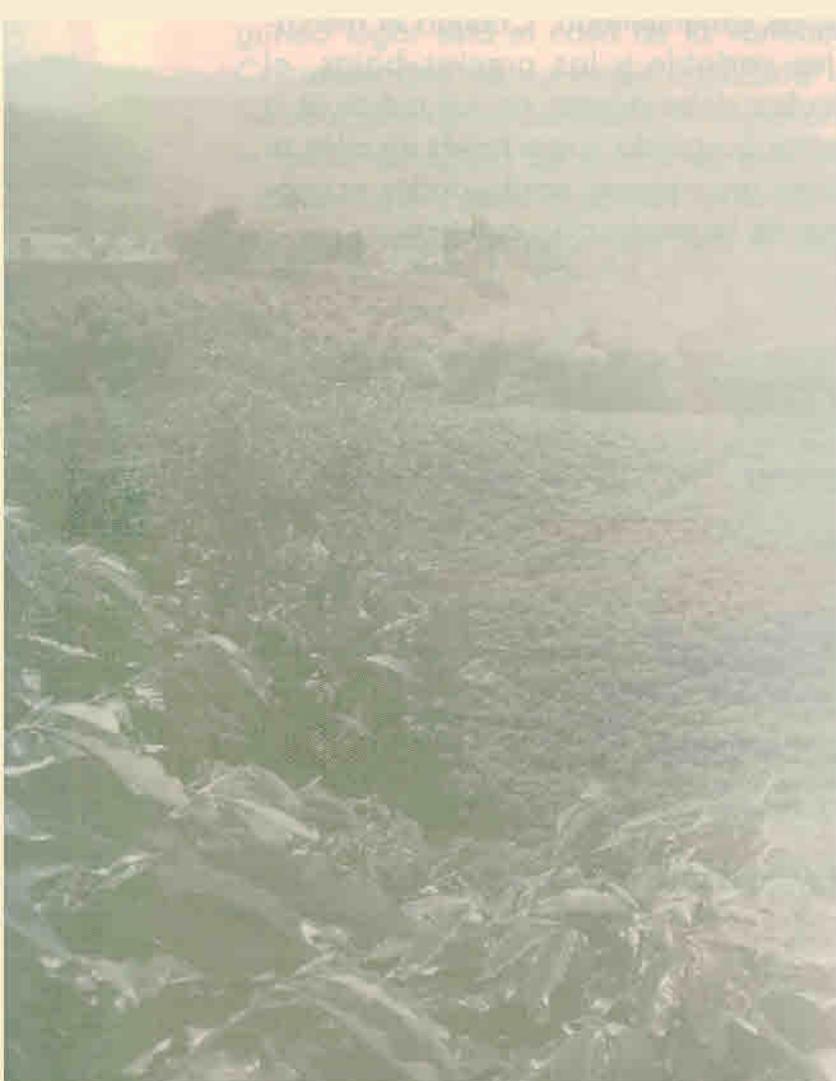
ARCILA P. J. Sistemas de obtención del número de plantas por sitio y su efecto en la producción de café. Informe anual de actividades. Chinchiná, Cenicafe, 2001. 139 p.

BECKER, M. H.; NELSON, A. G. Farm business management. New York, Macmillan Publishing Company, 1987. 413 p.

BUSTILLO P. A.; CÁRDENAS M., R.; VILLALBA G., D.; BENAVIDES M., P; OROZCO H., J.; POSADA F., F. Manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), en Colombia. Chinchiná, Cenicafe, 1998. 134 p.

BUSTILLO P. A. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Chinchiná, Cenicafe, 2002. 40 p.

BRAVO-URETA, B. E.; PINHEIRO, A. E. Technical, economic and allocative efficiency in peasant farming:



- evidence from the Dominican Republic. The Developing Economics No. 100(V (1): 48-67.1997.
- CADENA G., G. Uso de la pulpa de café para el control de la mancha de hierro en almácigos. Avances Técnicos Cenicafé No. 109: 1-4. 1983.
- CARRILLO P., E El Servicio de análisis de suelos y la fertilización racional de los cafetales. Avances Técnicos Cenicafé No. 147: 4-6. 1990.
- CARRILLO P, F.; SUÁREZ V., S.; SANZ U., J. Cómo obtener una buena muestra para el análisis de suelos. Avances Técnicos Cenicafé No. 214: 1-4. 1995.
- CASAVANT, K.; INFANGER, C. Economics & agricultural management: An introduction. Reston, Virginia, Reston Publishing Company, Inc, 1984. 290 p.
- CASTILLO Z., L.J.; MORENO R., G. La variedad Colombia: Selección de un cultivar compuesto resistente a la roya del cafeto. Manizales, Cenicafé, 1987. 169 p.
- CASTRO C., B. L. Nuevas recomendaciones para el control de la Lliga macana del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé No. 160: 1-4. 1991.
- CASTRO C., B. L.; MONTOYA R., E. C. El zoqueo de los cafetales y su relación con la infección por Lliga macana. Avances Técnicos Cenicafé No. 240: 1-8. 1997.
- CASTRO C., B. L. Las Lligas del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé No. 268: 1-8. 1999.
- CASTRO, C., B. L.; DUQUE O., H.; MONTOYA R., E. C. Pérdidas económicas ocasionadas por la Lliga macana del cafeto. Cenicafé 54 (1): 63-76.2003.
- CENTRO INTERNACIONAL DE MAIZ Y TRIGO. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT, Programa de Economía, 1988. 79 p.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. La renovación de cafetales por zoca. Avances Técnicos Cenicafé, No. 174: 1-8. 1992.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. Cómo determinar la infestación de broca en un cafetal. Brocarta No. 5 : 1. 1993.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. Criterios para el manejo integrado de la broca del café. Brocarta No. 13: 1-2. 1993.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. Recomendaciones para el manejo integrado de la broca del café. Brocarta No. 18: 1-4. 1994.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. 2 Cómo identificar los puntos calientes en un cafetal con broca? Brocarta No. 24:1-2. 1994.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. Cuidado con los frutos secos en su cafetal. Brocarta No. 26: 1-2. 1994.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. Doce maneras de mejorar los ingresos en las fincas cafeteras. Avances Técnicos Cenicafé, No. 255: 1-4. 1998.
- COLMAN, D.; YOUNG, T. Principles of agricultural economics. Cambridge, Cambridge University Press, Cambridge, 1989. 323 p. (Wye Studies in Agricultural and Rural Development).
- COMMITTEE ON AGRICULTURAL PRODUCTION EFFICIENCY. Agricultural production efficiency. Washington D. C. 1975. 199 p.
- COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE CALDAS. Indicadores de rendimiento de la caficultura en Caldas. Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, Unidad de Desarrollo Social y Unidad de Extensión y Producción Agrícola. 121 p.
- COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE CALDAS; COOPERATIVAS DE CAFICULTORES DE CALDAS. Campaña de Beneficio 1998. Manizales, 1998. 59 p.
- DeJANVRY, A.; GRAFF, G.; SADOULET, E.; ZIBERMAN, D. Technological change in agriculture and poverty reduction. [On Line]. University of California, Berkeley (Estados Unidos), 2000 <[www.worldbank.org/poverty/wdrpoverty/ background/dejanvry.pdf](http://www.worldbank.org/poverty/wdrpoverty/background/dejanvry.pdf)>
- DOLL, J. P; ORAZEM, F. Production economics: theory whit applications. 2nd Edition. Florida, Krieger Publishing Company. 1992. 470 p.
- DUQUE O., H. Economics of coffee berry borer. In: Coffee Berry Borer: New Approaches to Integrated Pest Management. Starkville, May 1-5, 2000 Starkville, Mississippi State University, 2000. 14 p.
- DUQUE O., H.; CHAVES C., B. Estudio sobre adopción del manejo integrado de la broca del café. Chinchiná, Cenicafé, 2000.89 p.
- DUQUE O., H.; SILDARRIAGA S., F.; LÓPEZ Q., J. J.; OLIVEROS T., C. Economía del secado del café:

- Un estudio de caso. Avances Técnicos Cenicafé No. 286: 1-8. 2001.
- DUQUE O., H.; BUSTAMANTE G., E. Determinantes de la productividad del café. Chinchiná, Cenicafé, 2001. 34 p. (No Publicado).
- DUQUE O., H.; CASTRO, C., B. L.; MONTOYA R., E. C. Importancia económica de la Llaga macana del café. Avances Técnicos Cenicafé No. 314: 1-4. 2003.
- EARLES, R. Sustainable agriculture: an introduction. AURA, Appropriate Technology Transfer for Rural Areas, 2002. 4 p [www.attra.ncat.org].
- ECHEVERRIL, M. La fertilización de los cafetales basada en el análisis de suelos, la mejor inversión. Avances Técnicos Cenicafé No. 202: 1-8. 1994.
- ELLIS, E. Peasant Economics: Farm households and Agrarian Development. Wye Studies in Agricultural and Rural Development. Cambridge. Cambridge University Press, 1996. 309 p.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Sistema de Información Cafetera, SICA. Encuesta Nacional Cafetera. Informe Final. Santafé de Bogotá, Federacafé, 1997. 178 p.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Costos de producción de café: Zona central cafetera. Santafé de Bogotá. Federacafé. Gerencia Técnica. División de Producción y Desarrollo Social. Café y Administración Rural. Bogotá. 2001. 13p.
- FLINN, J. C.; JAYASURIYA, S. K.; MARANAN, C. Enterprise, partial and parametric budgets. International Rice Research Institute, IRRI. Basic procedures for agroeconomic research. Philippines, IRRI, 1991. p31 -46
- GARCÍA A., S. M.; RAMIREZ G., C. A.; DUQUE O., H.; OLIVEROS T., C. E.; MONTOYA H., E. C. Estudios de caso para determinar los costos del beneficio tradicional y el Becolsub. Manizales, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Administración de Empresas, 2000. 80 p. (Tesis: Administrador de Empresas)
- GÓMEZ A., A.; RIVERA P, H. La conservación de los suelos y la sostenibilidad de la productividad en la zona cafetera. Avances Técnicos Cenicafé No. 190: 1-8. 1993.
- GÓMEZ A., A.; RIVERA P, H. Recomendaciones para establecer el manejo integrado de malezas. Avances Técnicos Cenicafé No. 204: 1-4. 1994.
- GÓMEZ D., D. S.; CASTRO C., B. L. El aplicador de contacto: herramienta eficaz para el manejo de la Llaga macana del café. Avances Técnicos Cenicafé No. 319: 1-8. 2004
- GUARÍN P., C. M.; DUQUE O., H. Perspectivas de producción de fincas cafeteras del departamento de Risaralda, bajo el actual entorno del sector [avances]. Informe anual escrito Disciplina de Economía. Cenicafé, 2003.
- GUZMÁN G., C. G.; RIAÑO H., N. Respuesta de plantas de café en etapa de almácigo a la fertilización foliar. Avances Técnicos Cenicafé No: 1-4. 232. 1996.
- HARRINGTON, L. Ejercicios sobre el análisis económico de datos agronómicos. Documento de trabajo. México. Centro Internacional de Maíz y Trigo, CIMMYT, 1982. 69 p.
- HERTFORD, R.; GARCÍA, J. Competitividad de la agricultura en las Américas. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, y Pontificia Universidad Católica de Chile, 1999. 88 p. Serie de Economía e Impacto 1.
- LOPERA P, J. La tecnología, los factores de producción y la productividad: consideraciones económicas. Seminario sobre Productividad y Economía Campesina. Comité Departamental de Cafeteros de Caldas. Programa de Administración Rural. Manizales, 1991. 40 p.
- LOPERA P, J. Lecturas sobre economía campesina y desarrollo tecnológico. Bogotá, CORPOICA - SENA. Bogotá, 1999. 141 p.
- LÓPEZ R., J. A.; LENIS, A. M.; VIVAS V, F. "El Colorao", un maíz para intercalar con zocas y nuevas siembras de café. Avances Técnicos Cenicafé No. 275: 1-8. 2000
- MESTRE M., A. Utilización de la pulpa en almácigos de café. Avances Técnicos Cenicafé No. 28: 1-2. 1973.
- MESTRE M., A. La desyerba de los cafetales produce ganancias. Avances Técnicos Cenicafé No. 87: 1-4. 1979.
- MESTRE M., A.; SALAZAR A., N. Comparación de cinco formas de aplicación de fertilizantes en café. Cenicafé 40 (3): 80-85. 1989.
- MESTRE M., A.; SALAZAR A., N. La investigación agronómica del café en Colombia. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ, 50 años de

- Cenicafé, 1938-1988. Conferencias Conmemorativas. Chinchiná, Cenicafé, 1990. p. 65-69.
- MESTRE M., A.; SALAZAR A., N. Efecto del zoqueo en la producción de la variedad Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé No. 159: 1-2. 1991.*
- MESTRE M., A. Algunas consideraciones sobre manejo de cafetales. Chinchiná, Cenicafé, 1992. 28 p. (No publicado).
- MESTRE M., A.; OSPINA O., H.F. Estabilización de la producción en las fincas cafeteras. *Avances Técnicos Cenicafé No. 200: 1-4. 1994.*
- MESTRE M., A.; OSPINA O., H.F. Manejo de los cafetales para estabilizar la producción en las fincas cafeteras. *Avances Técnicos Cenicafé No. 201: 1-8. 1994.*
- MESTRE M., A.; SALAZAR A., N. Producción de cafetales establecidos con una y dos plantas por sitio. *Avances Técnicos Cenicafé No. 213: 1-2. 1995.*
- MESTRE M., A.; SALAZAR A., N. Productividad de siembras nuevas y zocas de café. *Avances Técnicos Cenicafé No. 215: 1-4. 1995.*
- MESTRE M., A.; SALAZAR A., N. Mejore sin costo adicional, la productividad de cafetales sembrados en bala densidad. *Avances Técnicos Cenicafé No. 218: 1-2. 1995.*
- MESTRE M., A. Respuesta del café bajo sombra a la fertilización. *Avances Técnicos Cenicafé, No. 231: 1-4. 1996.*
- MESTRE M., A.; ARBOLEDA V., C. Aumente la densidad de población de los cafetales y la productividad, sin costos adicionales. *Avances Técnicos Cenicafé No. 263: 1-3. 1999.*
- MOKATE, K. M. Evaluación financiera de proyectos de inversión. Santafé de Bogotá. Facultad de Economía, Universidad de los Andes, 1994. 240 p.
- MORENO B., A. M.; POSADAS., H.; MESTRE M., A. Obtenga ingresos adicionales al intercalar frijol en siembras nuevas de café. *Avances Técnicos Cenicafé No. 219: 1-4. 1995.*
- MORENO B., A. M.; POSADA S., H.; MESTRE M., A. Obtenga ingresos adicionales al intercalar maíz en siembras nuevas de café. *Avances Técnicos Cenicafé No. 220: 1-4. 1995.*
- MORENO B., A. M.; MESTRE M., A. Obtenga ingresos adicionales intercalando tomate de mesa con café en nuevas siembras. *Avances Técnicos Cenicafé No. 221 1-4. 1995.*
- MORENO R., L. G.; ALVARADO A., G. La variedad Colombia: veinte años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del café. Chinchiná, Cenicafé, 2000. 32 p. (Boletín Técnico No. 22)
- MOSCARDI R., E. Desafíos tecnológicos en el agro frente a la apertura y globalización de las economías. In: Reunión de Asociación Colombiana de Economistas Agrícolas, ACEA, Cali, Noviembre 13-14. 1992. 10p.
- OLIVEROS T., C. E.; ROA M., G. El desmucilaginado mecánico del café. *Avances Técnicos Cenicafé No. 216: 1-8. 1995.*
- OLIVEROS T., C. E.; SANZ U., J. R.; RAMÍREZ G., C. A.; ALVAREZ H.,J.; ROA M., G.; ALVAREZ G., J. Desmucilaginosos mecánicos de café. *Avances Técnicos Cenicafé No. 217: 1-4. 1995.*
- OLIVEROS T., C. E.; SANZ U., J. R.; RAMÍREZ G., C. A.; ALVAREZ H.,J.; ALVAREZ G., J. El Becolsub 300. *Avances Técnicos Cenicafé No. 253: 1-8. 1998.*
- OLIVEROS T., C. E.; ALVAREZ G., J.; ALVAREZ M., E; RAMÍREZ G., C. A.; ALVAREZ H.,J.; El Becolsub 300: Beneficio ecológico para pequeños productores. *Avances Técnicos Cenicafé No. 261: 1-4. 1999.*
- POSADA S., H. Variedades de frijol para la zona cafetera. *Avances Técnicos Cenicafé No. 222: 1-4. 1995.*
- PUERTA Q., G. I. Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. *Avances Técnicos Cenicafé No. 276: 1-8. 2000.*
- PUERTA Q., G. I. Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida. *Cenicafé. 51 (2): 136-150.2000.*
- RAE, A. N. Crop management economics. Great Britain, Crosby Lockwood Staples, 1977. 525 p.
- RIVERA E, H. Construya su equipo para aplicación racional de herbicidas y establezca coberturas nobles en su cafetal. *Avances Técnicos Cenicafé No. 260: 1-8. 1994.*
- RIVERA P., H. Establezca coberturas nobles en su cafetal utilizando el selector de arvenses. *Avances Técnicos Cenicafé No. 235: 1-8. 1997.*
- RIVERA E, H. Arvenses y su interferencia en el cultivo del café. *Avances Técnicos Cenicafé No. 237: 1-8. 1997.*

- RIVERA P., H. El manejo integrado de arvenses en cafetales aumenta los ingresos y evita la erosión. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 259: 1-4. 1999.
- RIVERA P., H. El selector de arvenses modificado. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 271: 1-4. 2000.
- RIVILLAS O., C. A.; LEGUIZAMÓN C., J. E.; GIL V., L. F. Recomendaciones para el manejo de la roya del café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 36 p. (Boletín Técnico No. 19)
- ROA M., G.; OLIVEROS T., C.; SANZ U., J. R.; ALVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C. A.; ALVAREZ H., J. Desarrollo de la tecnología Becolsub para el beneficio ecológico de l café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 238: 1-8. 1997
- ROA M., G.; OLIVEROS T., C.; ALVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C. A.; SANZ U., J. R.; DÁVILA A., M. T.; ALVAREZ H., J.; ZAMBRANO E., D.; PUERTA Q., G.; RODRÍGUEZ V., N. Beneficio ecológico de café. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 273 p.
- ROA M., G.; OLIVEROS T., C. Utilice la energía solar para secar correctamente el café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 281: 1- 4. 2000.
- ROA M., G.; OLIVEROS T., C.; RAMÍREZ G., C. A. El secado mecánico de café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 282: 1- 8. 2000.
- SADEGHIAN S.; DUQUE O., H. Análisis de suelos: importancia e implicaciones económicas en el cultivo del café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 308: 1-8. 2003.
- SALAZAR A., N.; MESTRE M., A. Utilización de la gallinaza como abono en almácigos de café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 148: 1-2.1990.
- SALAZAR A., N.; MESTRE M., A. El uso de la cenicaza como abono orgánico para almácigos de café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 162: 1-2. 1991.
- SALAZAR A., N. Efecto del tamaño de la bolsa sobre el desarrollo de colinos de café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 170: 1-4. 1991.
- SALAZAR A., N. La pulpa de café transformada por la lombriz es un buen abono para almácigos de café. *Avances Técnicos* No. 178: 1-2.1992.
- SALAZAR A., N.; MONTESINOS S., J. T. Uso de estiérco de ganado como sustrato en almácigos de café *Avances Técnicos Cenicafé* No. 207: 1-4. 1994.
- SALAZAR A., N. Efecto del tamaño de la bolsa del almácigo sobre la producción de café. *Cenicafé*. 47 (3): 115-120. 1996.
- SALDARRIAGA S. E; LOPEZ, J. J. Comentarios acerca del comercio de cafés húmedos. Comité Departamental de Cafeteros del Risaralda (Informe preliminar, No Publicado). Pereira, 2000. 5 p.
- SUMANTH, D. J. Ingeniería y administración de la productividad. México, McGraw Hill, 1994. 547 p.
- URIBE H., A. Influencia de la densidad de población sobre la producción de café. Chinchiná, Cenicafé. 1965. 4 p. (proyecto C-7 de lo Sección de Café, mecanografiado).
- URIBE H., A.; MESTRE M., A. Efecto del nitrógeno, el fósforo y el potasio sobre la producción de café. *Cenicafé* 27(4): 158-173. 1976.
- URIBE H., A. Constantes físicas y factores de conversión en café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 65: 1 -4. 1977.
- URIBE H., A. Zoqueo de cafetales. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 1111: 1-4. 1977.
- URIBE H., A.; SALAZAR A., N. La pulpa del café es un excelente abono. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 1111: 1-4,1983.
- URIBE H., A.; SALAZAR A., N. Epoca de fertilización de las zocas de café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 117: 17-20. 1984.
- URIBE H., A.; MESTRE M., A. Efecto de la distancia de siembra y del número de plantas por hoyo sobre la producción de café (*Coffea arabica* L. var. Caturra). *Cenicafé* 39 (1): 15-27. 1988.
- URIBE H., A.; MESTRE M., A. Efecto de la densidad de población y de la disposición de los árboles en la producción de café. *Cenicafé* 39 (2): 31-42. 1988.
- VALENCIA A., G. Utilización de la pulpa de café en los almácigos. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 17: 1-2. 1972.
- VALENCIA A., G. Fertilización foliar en almácigos de café. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 49: 1-2. 1975.
- VALENCIA A., G. Encalado del suelo en cafetales. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 140: 77-80. 1988.

- VALENCIA A., G. Fertilización de los cafetales. Avances Técnicos Cenicafé No. 175: 1-6. 1992.
- VALENCIA A., G.; CARRILLO P., E. Interpretación de análisis de suelos para café. Avances Técnicos Cenicafé No. 115: 5-12. 1983.
- VALENCIA A., G.; CARRILLO P., E. Uso de fertilizantes simples en cafetales. Avances Técnicos Cenicafé No. 149: 1-6. 1990.

WEERAHEWA, J. Technological change in the agricultural sector and its impacts on poverty in Sri Lanka. Sri Lanka. Department of Agricultural Economics, University of Peradeniya, 2004. 18 p. [web.idrc.ca/uploads/user-S/102-88174090techchange-sri-lanka.doc]

6. Agradecimientos

El autor agradece a las siguientes personas que contribuyeron con sus comentarios, opiniones e información a la elaboración de este documento. Aparecen en orden alfabético.

| | |
|--|--|
| Celso Arboleda | Jefe Estación Central Naranjal. Cenicafé |
| Jaime Arcila | Investigador Cenicafé |
| Carolina Aristizábal | Joven Investigadora — Disciplina de Economía, Cenicafé |
| Juan C. García | Jefe Sub-estación Paraguaicito, Quindío |
| Gabriel Cadena | Director Cenicafé |
| Andrés Duque | Servicio de Extensión, Palestina, Caldas |
| Gabriel García | Servicio de Extensión, Palestina, Caldas |
| Héctor L. Hoyos | Servicio de Extensión, Sta. Rosa, Risaralda |
| Siavosh Sadeghian | Investigador Cenicafé |
| Ademo López | Investigador Cenicafé |
| Alfonso Mestre | Investigador Cenicafé. |
| Carlos A. Rivillas | Investigador Cenicafé. |
| Bertha L. Castro | Investigador Cenicafé |
| Jorge M. Tamayo | Servicio de Extensión, Chinchiná, Caldas |
| Caficultores de Chinchiná y Palestina, Caldas. | |