

## Capítulo 6

# Café y el medio ambiente

[Peter S. Baker; Gloria Lentijo J.; Jorge E. Botero E.; Néstor M. Riaño H.,  
Alvaro Jaramillo R.; Siavosh Sadeghian Kh.; Hernando Duque O.]



## 1. Biodiversidad en zonas cafeteras ■■

En los últimos años el café se ha convertido el centro de un interés considerable dada su relación con la biodiversidad. En muchos países de América Latina el café ha reemplazado al bosque natural que, como hemos visto en capítulos anteriores, provee muchos servicios esenciales.

Los conservacionistas han indicado que el café tradicional bajo sombra da soporte a muchas especies similares como bosques naturales y por esto deben ser más promovidos. Este reto ha sido tomado por Rainforest Alliance y otros que buscan proveer un café producido bajo un régimen de sombra predeterminado y vendido comercialmente con un premio por el servicio ambiental que éste presta. Actualmente cerca de 50.000 ha en café han sido certificadas y los caficultores han recibido mejores precios.

Estas actividades han recibido mucho interés por parte de los donantes, comerciantes y los consumidores de los países desarrollados, por tanto es importante que los extensionistas aprendan más sobre estos temas.

### 1.1 Aves, sol y café

Las aves se han convertido en un emblema para los problemas de biodiversidad porque cada cual puede apreciarlos muy de cerca; ellas son relativamente fáciles de ver y escuchar [además puede utilizarse la cantidad presente como un indicador] y la mezcla de especies en cualquier localidad da a los expertos un buen indicador del estado de la vegetación que está alrededor. Además, algunas especies sólo se encuentran en el bosque y algunas son muy sensibles a cualquier interrupción de sus ambientes, aunque otras prosperan en ambientes más heterogéneos. Por tanto, los aves son un buen indicador porque reflejan el estado del medio ambiente, se puede saber su número sin equipos especiales y él público en general puede relacionar fácilmente el concepto de la diversidad de aves y estar de acuerdo con su importancia.

La diversidad de aves ha sido el centro de muchas de las más recientes polémicas relacionadas con el café a la sombra. Expertos de Estados Unidos han notado que las visitas de aves inmigrantes a Norteamérica ha disminuido y han culpado en parte a la desaparición de plantaciones tradicionales de café, que proveen importantes recursos de comida para las poblaciones que emigran durante el invierno.

Como consecuencia, el café al sol ha comenzado a tener un mal nombre porque refugia poca cantidad de especies de aves. Una estadística frecuente está relacionada

con: “Estudios en Colombia y México encontraron 94-97% menos especies de aves en café a libre exposición solar que el café que crece bajo sombra<sup>1</sup>.” Como vamos a explicar en este capítulo la realidad es diferente.

De hecho el colombiano Borrero [1986], fue el primero en notar que la vida de las aves declina debido a la renovación del sombrío. En sombrío tradicional él estima un número de especies de aves entre 150 y 200, y en café al sol [“caturrales” como él les llama] entre 5 y 10 especies. Expresado como un porcentaje estas cantidades declinan en rango de 93 a 97,5%, muy similar al encontrado en la portal del Smithsonian. El estudio, sin embargo, no fue cuantitativo y no se hizo una comparación directa entre café al sol y a la sombra.

En los años subsecuentes muchos estudios cuantitativos han sido llevados a cabo, la mayoría en México y Centroamérica [por ejemplo, Greenberg *et al.* 1997]. Ellos han encontrado menos especies de aves en café al sol pero la situación no es tan desfavorable como Borrero sospechaba inicialmente. Por ejemplo, Lindell & Smith [2003] estudiaron la diversidad y mortalidad de aves en el bosque y en plantaciones de café al sol en Costa Rica. Aves del bosque están virtualmente ausentes en cafetales al sol, pero este café tecnificado albergó a muchas especies de aves incluyendo un gran número de nidos de aves, atrapamoscas, tángaras, etc. Los autores sugieren que las plantaciones de café son hábitat adecuados para que gran número de especies anide, debido a la estructura de las plantaciones. Por ejemplo, las filas de árboles proveen algún espacio abierto alrededor de los nidos de las aves para detectar y además escapar con facilidad de un daño potencial. Para las especies estudiadas, la mortalidad en los nidos fue similar o menor en café que en bosque o pastos. Ellos concluyeron, “las plantaciones de café que dominan el sur de Costa Rica, aquellas con poca sombra o sin ella, proveen potencialmente el hábitat para nidos de un número de especies de campo abierto, algunas de bordes de bosque y/o especies de dosel, y unas pocas especies interiores del bosque.” Sin embargo, Znajda [2000], también trabajando en Costa Rica, encontró más especies en café con sombrío denso mientras en café con más luminosidad fue relativamente menor el número de especies; típicamente esta pobreza de sombra sólo provee entre el 20 y el 40% del número y la abundancia de aves encontradas en la mayoría de las fincas con variedades de café a la sombra. No obstante, no describe qué prácticas fueron utilizadas en dichos cafetales [uso de plaguicidas, por ejemplo].

En México, Perfecto *et al.* [2003], midiendo la diversidad de aves, hormigas y mariposas, encontró una disminución general con el incremento de los niveles de

<sup>1</sup> [http://nationalzoo.si.edu/ConservationAndScience/MigratoryBirds/Fact\\_Sheets/default.cfm?fxsht=1](http://nationalzoo.si.edu/ConservationAndScience/MigratoryBirds/Fact_Sheets/default.cfm?fxsht=1)  
<http://concessions.nps.gov/document/WhyMigratoryBirds.pdf>; la frase también aparece en otros documentos y en artículos populares, todos aparentemente derivados del sitio Smithsonian

intensificación del cultivo y al nivel más intenso encontró entre la mitad y un cuarto del número de especies de bosque. Pero esta disminución no fue uniforme y el estudio sugiere que tratar de definir condiciones mínimas para una alta diversidad puede ser difícil.

El Proyecto de la Iniciativa Darwin-Cenicafé, en un estudio reciente sobre biodiversidad en 80 fincas de los municipios de Manizales y Palestina en Caldas, Colombia. Se registraron 100 especies de aves pertenecientes a 30 familias. Las familias predominantes fueron atrapamoscas [Tyrannidae 16 especies], tángaras [Thraupinae 14 especies] y arañeros [Parulinae 11 especies]. Otras familias representativas fueron 6 especies de colibríes [Trochilidae] y 8 especies de semilleros [Emberizinae].

Los hábitat de rastrojo, guadual y café tecnificado presentaron todas las categorías [gremios] alimenticias de las aves [nectarívoro, insectívoro, frugívoro, granívoros, omnívoros, rapaces y subcategorías de éstos]. Además, en estos hábitat se registraron la mayoría de las especies de los gremios con mayor riqueza. El rastrojo presentó el 85% de los insectívoros de suelo y el 76% de los granívoros. En el café tecnificado se observaron la mayoría de los insectívoros atrapamoscas. Se presentaron muy pocos frugívoros de dosel, y ningún hábitat presentó todas las especies de este gremio de aves. Se registraron 11 especies migratorias en el área del estudio. En el 60% de las fincas de Manizales se registraron especies migratorias, mientras que en Palestina solamente el 20% de las especies. Sin embargo, el estudio encontró muy pocas aves que pudieran ser vulnerables como extrañas o en peligro, por esto no se descarta que estas áreas han sido altamente modificadas.

Mientras que la avifauna estaba empobrecida, pues se encontraron pocas especies propias de bosques sin perturbación, las fincas incluidas en este estudio soportan una relativa colección biodiversa de aves. La presencia de diferentes hábitat dentro de las fincas [guadales, rastrojos, cañadas, cafetales con árboles dispersos, algunos con semisombra, otros cultivos, cercas vivas y jardines] contribuyen a elevar la riqueza de especies en zonas con caficultura tecnificada. En el futuro, no será muy difícil imaginar una programa práctico para fomentar gradualmente el establecimiento de una mayor diversidad [p.e. árboles maderables aquí, un cultivo intercalado allí, algunos árboles de frutales para atraer frugívoros de dosel, entre otros], que pueden gradualmente construir diversidad sin afectar la producción de café.

Es quizás sorprendente encontrar las fincas tecnificadas soportando mucha vida de aves [100 spp.] y más sorprendente ha sido encontrar [Más & Dietsch 2003, 2004] que la famosa Finca Irlanda en México, con su reserva de bosque y su

producción orgánica, no tiene un puntaje significativamente más alto en especies de aves o mariposas que su vecino comercial más próximo. Ibarra-Núñez *et al.* [1995] encontraron dos fincas que compartían un nivel similar de biodiversidad de dos grupos de insectos. Ramos [2001] y Hall [2003] encontraron algo similar con escarabajos de tierra en Costa Rica. Otros estudios han encontrado diferencias [Nestel *et al.* 1993; Perfecto & Snelling 1995; Perfecto & Vandermeer 2002].

Entonces, los estudios sugieren que la diferencia entre fincas altamente tecnificadas y fincas con sombrío no es tan grande como se pensaba previamente, o que el cambio real en biodiversidad ocurre entre un sistema de cultivo rústico de sombra densa y un esquema de sombra comercial.

De hecho el número de especies de insectos asociadas al café alrededor del mundo es sorprendentemente alto [más de 1.400 especies, de las cuales la mitad son parasitoides y predadores<sup>2</sup>]. Potencialmente un cultivo de café tecnificado puede producir una gran abundancia de insectos debido a la gran fertilización, promoviendo un más vigoroso crecimiento y el incremento de arvenses, si éstas no están bajo control químico.

## 1.2. Mariposas, sol y café

Estas conclusiones están soportadas en estudios recientes sobre biodiversidad de mariposas en Colombia en el Eje Cafetero. Valencia *et al.* [2005], han producido evidencia sustancial que ambos cultivos, café de sol y sombra son más ricos en especies que los relictos de bosque en el Eje Cafetero. En los tres hábitat se registraron 222 especies de mariposas en café a la sombra teniendo la más alta diversidad, seguido de café al sol y después bosque. Las unidades café bajo sombrío y sol compartieron 103 especies, bosque y sombrío 77 especies y bosque y sol 67 especies. Sin embargo, el bosque presentó mayor uniformidad en cuanto a la distribución de abundancia de las especies presentes. En el capítulo 8 se verán algunas especies de mariposas que son típicas de cada hábitat, de tal forma que

### Cuadro 6.1. El valor de conservación del café.

“El valor de conservación de café es hipotético. Su realidad depende del número de suposiciones, esperanzas y deseos que son difíciles o imposibles de imponer o validar”.

[Rapolle, King, Vega-Rivera 2003]

<sup>2</sup> Fuente: Base de datos de insectos en café de M. J. Bigger, comunicación personal.

podrá iniciarse el desarrollo de indicadores que los agricultores y los extensionistas podrían usar para ser más conscientes acerca de los tipos de hábitat presentes en una finca específica o vereda.

### 1.3. Un debate amplio

Recientemente algunos han comenzado a dudar que las iniciativas de café a la sombra tendrán mucho efecto en la conservación. Rappole *et al.* [2003] han sugerido que si los incentivos económicos de café a la sombra son suficientes, entonces los agricultores destruirían o modificarían drásticamente los fragmentos de bosque con el fin de sembrar más café a la sombra. Ellos también muestran que el término “sombra” abarca un amplio rango de posibilidades, de condiciones de crecimiento y que un nivel de sombrío para el café no significa que el café es especialmente biodiverso. El problema es esencialmente uno de “free-riders”: una finca certificada por Rainforest Alliance [RA] debe asegurar que la finca no ha sido recientemente cubierta de bosque y que el sombrío cumple estrictamente un estándar mínimo. Pero hay cafés en el mercado que buscan ser cafés de sombra sin una certificación específica.

O'Brien & Kinnaird [2003] señalan que el café Robusta se produce usualmente al sol y que para liberar la presión sobre las reservas forestales, a través de la conversión del café bajo sombra sería mejor incrementar la productividad de las fincas cafeteras establecidas al sol.

#### Cuadro 6.2. La ley de las consecuencias impensables.

Damodaran [2002] registra que muchos productores de la India están preocupados por las barreras de exportación debido a la legislación fitosanitaria. Dos de los problemas principales han sido la regulación de los residuos de insecticidas y los problemas de ochratoxina causados por contaminación de hongos durante el secado. Esta ha incrementado los costos de producción, pero sin incrementos en la producción. Un reconocimiento a 282 fincas en el estado de Karnataka [India], mostró que estas fincas que no cumplen con las regulaciones usaron 575 hombres-día/ha/año, lo cual implicó un incremento del 43%. Un análisis económico comparó los costos totales de las fincas que no cumplían con aquellas que si cumplían totalmente desde la resiembra. Se encontró que el punto de equilibrio en tiempo, era tres años más tarde en las que cumplían en comparación con las que no lo hacían. Al mismo tiempo, Damodaran encontró que en el caso de las fincas que cumplen actividades que atentan contra la biodiversidad fue sustancialmente mayor a las fincas que no cumplen [Tabla 6.1.].

Tabla 6.1. Actividades contra la biodiversidad de fincas cafeteras en la India, relacionado a la proporción de ellos que cumplen con las leyes fitosanitarias. \*

Actividades	Fincas que no cumplen	Fincas que cumplen
Tala de los bosques endémicos	0,11	0,65
Podas fuertes de la sombra no-endémica	0,14	0,80
Conversión de lagos en almacenamiento de residuos hídricos	0,54	0,76
Relleno de zonas húmedas para sembrar mas café	0,06	0,15
Tamaño de muestra	133	93

\* [Damoran, 2002].

Philpott & Dietsch [2003] también señalan que a un nivel global, los detalles del debate del sombrero son insignificantes: en México, Centro América, el Caribe y Colombia los pastos permanentes cubren cerca de 2,2 billones de ha [37% del total de la tierra] mientras que todo el café cubre solo 3,6 millones de ha [0,6% de la tierra]. Sin embargo, por la proximidad de los cafetales a los hotspots, el café ocupa una importante posición y el sombrero del café ofrece un colchón útil.

En el momento los esquemas de sombra son aún muy pequeños como para hacer una gran diferencia en la biodiversidad regional o en la protección de especies en peligro y a la fecha, las bonificaciones ofrecidas no han sido muy altas, especialmente teniendo en cuenta los costos de conservación, la reducción de la producción y la certificación. Sin embargo, ellos han manifestado una preocupación legítima acerca de la conservación de la biodiversidad en el sector público y sobre la base comercial. La esperanza es que los esquemas como aquellos apoyados por RA serán tomados a gran escala y hay algunas señales de que esto puede pasar con Kraft y Procter & Gamble, compañías que compran café certificado por RA. Pero la situación actual es que los agricultores continuarán destruyendo el bosque [para sembrar café u otro cultivo] si ellos piensan en su interés, y es improbable que cualquier esquema de bonificación, por muy bien intencionado, haga mayor diferencia en esto. Más adelante se verá que muchos productores de café en Colombia tienen interés en volver al sombrero, pero sólo si el precio es mejor.

#### 1.4. Sol versus sombra: una sinopsis

Se ha dedicado algún espacio en este documento, pensando que podría haberse escrito mucho más: la razón es que en este momento el debate sol vs. sombra es un debate comercial, académico, de donantes y de ONGs,- entonces se ha convertido en un tema de discusión que los extensionistas necesitan conocer.

Desde un punto de vista ecológico, existen el consenso general que el bosque natural es más rico en biodiversidad, seguido del café a la sombra y de una progresiva disminución de biodiversidad en café al sol. Pero pensamos en un malentendido básico que ha surgido: las plantaciones de café comerciales están lejos de ser los desiertos biológicos estériles como muchos lo han sugerido. Otras críticas hechas al café al sol y algunos argumentos pueden verse en la Tabla 6.2.

Es cierto que el café al sol es un sistema de alta producción y de altos costos por hectárea, sujeto inherentemente a un potencial mayor abuso que cualquier sistema tradicional, de menores costos. Sin embargo, existen muchas tecnologías y prácticas de manejo disponibles para reducir los efectos nocivos de una producción de café intensiva. Como por ejemplo, el uso de cercas vivas, tecnología de aspersión con ultra bajo volumen, selección de arvenses nobles, aplicación de fertilizante en el tiempo adecuado y en las cantidades apropiadas, manejo integrado de plagas, manejo integrado de arvenses, utilización del análisis de suelos, que hacen que estos aspectos puedan ser manejados sin causar impactos ambientales mayores. Cenicafé ha sido pionero de este trabajo en Colombia.

Se ve claro de todo el conocimiento académico recopilado [por ejemplo: Beer *et al.* 1998; Staver *et al.* 2001; Muschler 2004] que por un número de razones agronómicas, los niveles de sombra tienen que ser asignados de acuerdo con los requerimientos locales. En algunos casos esto es fácil de decidir cuando el estrés del calor y la sequía hacen del café al sol una actividad poco viable. Otros factores como la altitud y el tipo de suelo pueden ser también importantes [Figura 6.1.].

Pero en muchos otros casos no es fácil determinar la mezcla más adecuada y esto dependerá de los ensayos y errores de los productores y de sus propias necesidades

**Tabla 6.2. Argumentos en pro y en contra del café al sol.**

Argumentos en contra del café al sol	Argumentos a favor del café al sol
Causa excesiva erosión del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles plantados densamente y una permanente cobertura del suelo pueden reducir la erosión casi a cero.</li> </ul>
Contaminación por fertilizantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La contaminación del agua puede ser reducida si el N es aplicado apropiadamente.</li> </ul>
Contaminación por plaguicidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso de herbicidas puede reducirse si el establecimiento de coberturas se incrementa.</li> <li>• Regímenes adecuados de aspersión limitan la escorrentía. Variedades resistentes. MIP.</li> </ul>

Continúa...

...Continuación

Baja biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de producción intensivo al sol limitan más la deforestación.</li> <li>• Los estudios muestran que el café al sol no es biológicamente desierto.</li> <li>• Las fincas tienen bosques pequeños biodiversos y jardines con potencial de mejoramiento.</li> </ul>
Riesgo de monocultivo [boom & bust] árboles de sombra pueden ser una alternativa de ingreso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocas alternativas viables para café.</li> <li>• Dificultades de caficultores pequeños para comercializar más de un producto.</li> </ul>
La calidad de taza es mejor en café a la sombra.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muchos compradores no están interesados en calidad.</li> <li>• El café al sol puede tener una alta calidad si la altura es adecuada y el beneficio es bien realizado.</li> </ul>
El café a la sombra retiene más agua, facilitando el ciclo hidrológico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En algunos lugares la sombra compite con el café por una lluvia moderada.</li> <li>• El café al sol retiene más agua que el pasto o los cultivos de ciclo corto.</li> </ul>
El café a la sombra reduce el estrés de calor/sequía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En algunos lugares el estrés no es un problema.</li> </ul>
Menos plagas y enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay acuerdo aquí – el café a la sombra reduce algunos problemas pero crea otros peores, todo esto depende de las condiciones locales.</li> </ul>

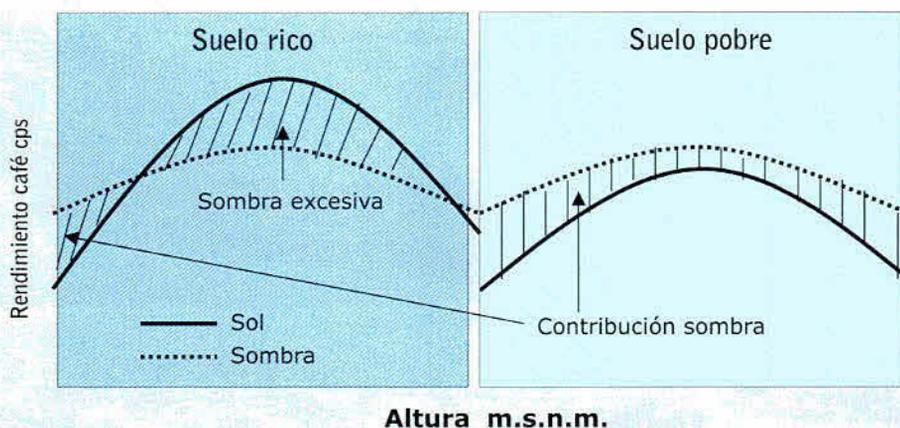


Figura 6.1. Efectos hipotéticos de sombra y altura sobre el rendimiento del café [Muschler 2004].

y metas. La opinión de los extensionistas deben ser consultada y no hay una regla simple que pueda darse, pues todo lo que los extensionistas pueden hacer es informar de las diferentes ventajas y desventajas, riesgos y recompensas de cada régimen [Figura 6.2. y Tabla 6.2.].

Todo esto tiene una consecuencia desafortunada para la certificación: si hay un nivel de sombra estándar único, entonces es poco razonable esperar una mayoría de caficultores adoptando esto porque sería inapropiado para algunos y menos rentable para muchos. Pero el esquema para ser exitoso necesita ser ampliamente adoptado para que tenga un impacto sobre la biodiversidad a nivel regional. Esto implica que los estándares de sombra podrían ser idealmente ajustados a las condiciones locales, pero nosotros simplemente no conocemos lo suficiente como para establecerlo. De este modo, una certificación de sombra corre el riesgo de ser un ideal y que sólo unos pocos puedan adoptarla a un costo bajo.

Puede verse que como están las cosas, muchos productores de café alrededor del mundo no tienen las condiciones ideales de sombra para su finca. Znajda [2000] encontró que la principal duda relacionada con sembrar más sombra, de los caficultores de Costa Rica fue en relación con el incremento en enfermedades, especialmente de la roya y la gotera. En esto están probablemente equivocados:

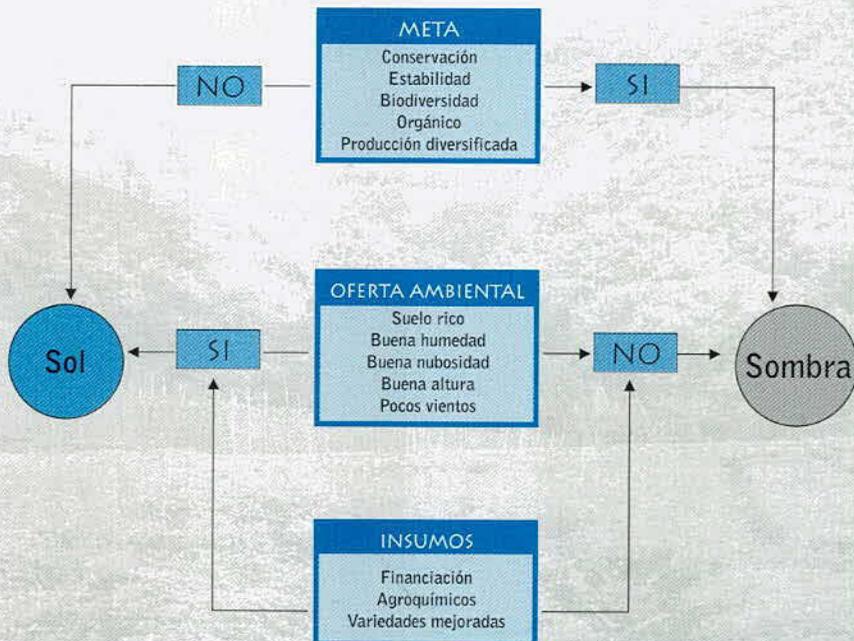


Figura 6.2. El dilema sol-sombra [Muschler 2004].

de las enfermedades comunes citadas por Znajda, ninguna se ha exacerbado por el incremento de la sombra, de acuerdo con las estimaciones de Staver *et al.* [2001] del análisis de los datos de campo de Nicaragua. En condiciones de tierras bajas del sur de Costa Rica – con algunas condiciones extremas de sequía – la sombra puede tener más ventajas agronómicas que desventajas; en condiciones inusuales de humedad los agricultores pueden siempre reducir sombra podando. Contrario a esto, en condiciones de calor o sequía inusual ellos pueden renunciar a las podas normales, como ocurre en Guatemala durante el pasado Fenómeno de El Niño cuando ANACAFE recomendó a los agricultores no podar la sombra.

Las tierras cafeteras colombianas por esto pueden soportar una diversidad de población de aves y mariposas, aunque aparentemente estas ofrecen soporte limitado a especies raras. Éstas solo pueden ser protegidas asegurando o re-estableciendo los hábitat naturales de estas especies. Esto podría ocasionar una alteración radical de las condiciones en las que crece el café y los costos, los cuales parecen ser todavía muy altos para ser asumidos por los agricultores. Si, como anticipamos, el calentamiento global continúa, entonces probablemente más caficultores sembrarían más sombra para protegerse ellos mismos de las condiciones extremas y para diversificar la producción. Los caficultores de la India, que siembran pimienta en los troncos de los árboles de sombra, encontraron que durante la reciente crisis obtuvieron mejores ganancias por la pimienta que por café [Figura 6.3.] [Duque y Baker 2002].

En este punto debe dejarse como reflexión las palabras de Greenberg *et al.* [1997] que sugieren: *“las plantaciones deben tener una gran estructura y una posible diversidad florística y aún así deben permitir retornos económicamente viables”*.



Figura 6.3. Café y pimienta en la India.

## 2. Agua en las zonas cafeteras ■■■

Ya hemos visto en los capítulos 2 y 4 la importancia del agua para las regiones y los problemas asociados con ésta; se espera que estos problemas se incrementen. Como la biodiversidad, el café y el agua son temas complejos.

### 2.1. Ciclo hidrológico

Las zonas cafeteras en Colombia normalmente son ricas en agua y en las fincas cafeteras es común observar fragmentos de bosque cuya función principal es preservar la calidad de las fuentes. Con relación al ciclo hidrológico, se conoce que en los bosques naturales como la selva amazónica, se ha estimado que hasta el 40% de la lluvia se debe a la evaporación del agua lluvia interceptada en la superficie de las hojas. Cuando se remueven áreas importantes de vegetación natural, la lluvia disminuye tal como se sugiere para el caso de los bosques de niebla de Costa Rica [Lawton 2001]. No se ha estudiado en detalle cuál es la importancia del café prestando un papel o servicio similar, pero es probable que contribuye a este proceso, razón por la cual requiere estudiarse. Por ejemplo, ¿cuál es el efecto en el clima local si se cambia más café por pastos y cultivos de ciclo corto?

### 2.2. Ciclo hidrológico en una cuenca

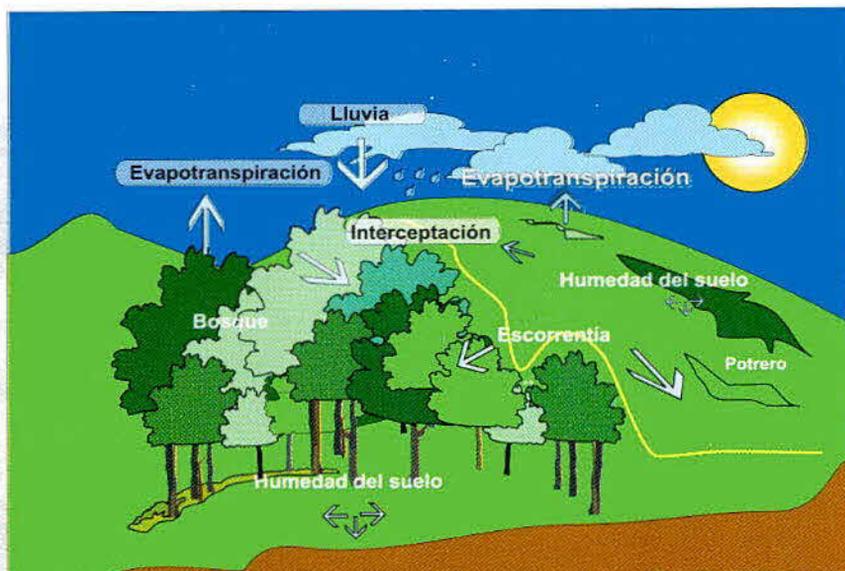
El ciclo hidrológico en una región está conformado por componentes que constituyen entradas y salidas de agua de un sistema, como son la lluvia, la evaporación y la transpiración [evapotranspiración], el agua interceptada por la parte aérea de la planta, la escorrentía y el agua almacenada en el suelo. El tipo de cobertura de la superficie del suelo es determinante en la magnitud de cada uno de esos componentes, como se observa en la Figura 6.4.

En general, en la región andina de Colombia ocurren altos valores de precipitación anual; sin embargo, hay regiones con limitaciones de agua en algunas épocas debido a inadecuada distribución de las lluvias o con condiciones de alta evaporación, por lo cual la lluvia no es suficiente para suplir la demanda de agua.

### 2.3. Ciclo hidrológico en un cafetal

A continuación se presentan algunos datos y una corta explicación del proceso ocurrido a nivel de finca relacionado con el ciclo hidrológico.

Cuando ocurre una lluvia sobre un sistema vegetal se inicia una redistribución del agua dentro de él; inicialmente ocurre un proceso de captación en la superficie de

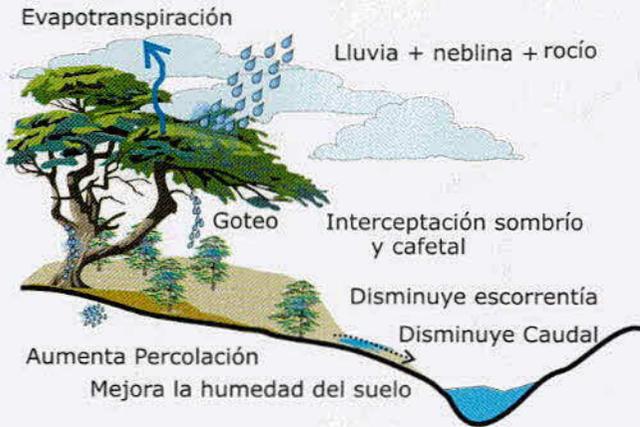


**Figura 6.4. El ciclo hidrológico a nivel de cuenca, en el bosque la escorrentía es menor y se conserva una mayor cantidad de agua en el suelo.**

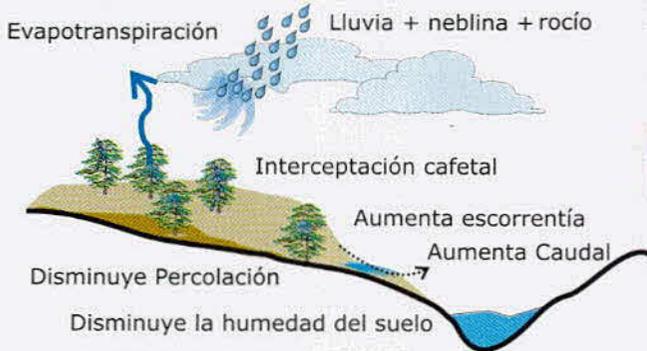
las hojas, tallos y otros órganos de la planta [interceptación], de la cual una fracción puede evaporarse o escurrir por el tallo o alcanzar la superficie del suelo en donde se redistribuye, una parte se evapora, una proporción corre superficialmente [escorrentía], otra es retenida por el suelo [humedad del suelo] o pasa a través del perfil [drenaje profundo].

Medidas de balance hídrico demuestran que la máxima evapotranspiración real se presenta cuando el suelo está cubierto con cobertura viva y el menor valor cuando el suelo presenta cobertura muerta, lo cual indica que la mejor economía del agua en regiones secas o con períodos de deficiencia de agua acentuados se logra con un suelo cubierto con cobertura muerta, que podría lograrse cortando las arvenses al inicio del período seco.

Para un bosque y cafetales a libre exposición solar y bajos diferentes sombríos la mayor proporción de la lluvia externa que ingresa al sistema es retenida por la parte aérea de la planta, con valores de interceptación del 56%; solamente un 44% de la lluvia llega a la superficie del suelo, un 38% se infiltra en el perfil del suelo y un 6% como escorrentía. Los valores altos de la interceptación son de gran importancia en regiones secas ya que una cobertura densa del sombrío podría limitar el agua disponible para el cultivo del café. Igualmente, la gran proporción de agua que se infiltra puede ser significativa en regiones muy húmedas por el lavado de los nutrientes a través del perfil del suelo.



**Cafetal con sombrío con poca cobertura de arvenses**



**Cafetal a libre exposición con pocos arvenses**



**Cafetal a libre exposición solar con arvenses**

**Figura 6.5. Aspectos del ciclo hidrológico en un cafetal.**

Por esta razón los agricultores necesitan tener control en tres aspectos:

- **Intercepción:** La cantidad de agua que se mantiene bajo la tierra en los cultivos y árboles de sombra.
- **Percolación:** La cantidad de agua que se filtra dentro de la tierra.
- **Escorrentía:** la cantidad de agua que corre sobre el suelo.

Por ejemplo, agricultores con suelos similares, de alta percolación, como muchos en tierras cafeteras de Colombia pero en diferentes climas, aprovechan las expectativas de lluvias anual en diferentes formas [Tabla 6.3.].

Un agricultor en presencia de precipitaciones altas deseará proteger sus árboles y permitir que alguna de esta agua se evapore de nuevo. Querrá controlar la escorrentía con hojarasca [las arvenses no crecen bien bajo sombra] y debe estar dispuesto a ser cuidadoso con el uso de agroquímicos por la alta infiltración.

El agricultor con precipitación media pensará en reducir sombra porque en un año de poca lluvia necesitará de ésta para desarrollar su cultivo, pero va a querer mantener algún sombrío. Precipitación media puede significar alta insolación y el riesgo de quemaduras solares, o sequías muy rápidas. Si se tienen árboles de sombra el tomará las decisiones basado en la expectativa de que el año va a tornarse seco o será lluvioso.

El agricultor con baja precipitación querrá remover la sombra para que toda la lluvia alcance el suelo. Él anhelará una cobertura de arvenses si estas no incrementan la transpiración demasiado, ya que de otra forma preferirá una capa de hojarasca.

**Tabla 6.3. Control del almacenamiento y la escorrentía de acuerdo con diferentes regímenes de lluvia.**

Precipitación	Control de Almacenamiento	Control de Escorrentía	Percolación en suelos de alta penetración
Alta	Árboles de sombra	Bajarla con hojarasca	Alto riesgo de infiltración de agroquímicos
Media	Poca sombra	Bajarla con arvenses o siembra densa	Medio riesgo de infiltración de agroquímicos
Baja	Sin sombra	Bajarla con hojarasca y cerca viva o siembra densa	Aumentar materia orgánica para retener humedad

Esencialmente, los caficultores están tratando de modificar el ciclo hidrológico para optimizar la producción de sus cultivos. La mayoría de los agricultores hacen esto intuitivamente y mediante ensayo y error, y pueden llegar a un buen arreglo a través de los años. Pero ahora con el cambio climático es posible que el caficultor continúe con un régimen que esté cada vez más en desacuerdo con las cambiantes condiciones.

Como en la sección anterior, esto tiene consecuencias desafortunadas para la certificación de sombra, un estándar simple no es probable que sea corregido por la mayoría de los caficultores. Éstos podrían cambiar a un régimen de sombra con el fin de obtener una certificación y sólo encontrar que han perdido producción o provocado otros problemas.

En el futuro otros interesados comenzarán a tener mayor interés en esto y ellos podrían chocar con el esquema propuesto al encontrar resultados indeseables. Además, una empresa suministradora de agua querrá más café al sol para incrementar el riego dentro de una presa, pero al mismo tiempo querrá que el agua no tenga unos niveles altos de contaminación. Por otro lado, los medioambientalistas querrán más diversificación con sombra y también incrementar la evapotranspiración con el fin de alimentar más la humedad del aire para los bosques altos de niebla.

## 2.4. Beneficio húmedo

El proceso de remover la pulpa, la fermentación para remover el mucílago, más el lavado subsiguiente puede causar una fuerte contaminación del agua [en algunos países cafeteros la contaminación causada puede ser equivalente a la de una ciudad importante]. Un problema crítico es la gran cantidad de nutrientes liberados que causan proliferación de muchos microorganismos en el agua y remoción del oxígeno disuelto en el agua, de tal forma que se afecta la vida de otros microorganismos [Roa *et al.* 1999].

Una parte del problema es que la contaminación comienza rápidamente con la cosecha y justo en este momento los niveles de agua de los ríos son muy bajos, por esto hay un chance más reducido de que se diluya.

Datos recientes sobre contaminación del agua causados por los subproductos del café son difíciles de encontrar. Conocemos que Costa Rica ha realizado esfuerzos para reducir la contaminación Ramírez-Corrales [2000] establecieron que la contaminación de la cuenca Virilla - Tárcoles se ha reducido desde una situación pre-1990 donde la contaminación del café alcanzaba el 77% de la contaminación del agua a una situación post-1990 con una contribución del 30%. En Costa Rica se

permite descargar 1.500 mg/L DQO y 1.250mg/L DBO<sup>3</sup> pero estos niveles son mucho más altos que los permitidos en países desarrollados. Costa Rica es uno de los países mejor regulados; en otros, se deduce [de anécdotas y fuentes confidenciales] que los afluentes pueden estar en un rango entre 10.000-15.000mg/L DQO y DOB, niveles muy altos por cierto.

Colombia ha promovido el uso de tecnologías ambientalmente limpias desarrolladas por Cenicafé como el Becolsub [Beneficio Ecológico con Manejo de Subproductos], que ofrece la posibilidad de que la contaminación del agua pueda reducirse prácticamente a cero. Tarde o temprano la industria del café tendrá que considerar estas tecnologías para vencer estas dificultades, ya que la fermentación tradicional se volverá incompatible con la disminución de la cantidad de agua usada en estos procesos.

De cualquier forma, los extensionistas deben saber que la contaminación del agua es un tema que volverá en el futuro. Colombia es afortunado porque ha desarrollado una tecnología limpia pero no hay mucha complacencia porque muchos aún no operan con esta nueva tecnología.

### 3. Contaminación por los agroquímicos ■■

#### 3.1. Nitrógeno

Como señala Vaast [1995], el monocultivo de café a largo plazo y la acidificación del suelo, provocada por la alta fertilización con N, reducen considerablemente la diversidad micorrízica, resultando en el predominio de una o de algunas especies que no siempre son las más efectivas para proveer la asimilación de nutrientes. Por tanto, esto puede tener unos resultados que decepcionan a los caficultores con la producción resultante de aplicación de fertilizantes y de la tendencia de sobrefertilizar para compensar, lo cual causa más contaminación del agua. No se tienen casos así en Colombia pero es un problema conocido en otros países [Cuadro 6.2.].

<sup>3</sup> La demanda química de oxígeno es la cantidad de oxígeno requerida para degradar los componentes orgánicos presentes en el agua contaminada. Cuando el valor es mayor, más demanda de oxígeno es demandada del cuerpo de agua. Demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno requerida para la biodegradación de compuestos de los microorganismos que crecen bajo condiciones aeróbicas [oxigenadas]. Concentraciones promedio para tratamiento de alcantarillas en países desarrollados [RU], están generalmente entre 200 y 600 mg/L.

Babbar & Zak [1995] encontraron que la lixiviación de nitratos del Valle Central de Costa Rica es tres veces mayor en plantaciones sin sombrero que en plantaciones con sombrero. En el mismo lugar Reynolds-Vargas & Richter [1995] encontraron los niveles de nitrato de 0,37, 1,7 y 4,4 mg/L en acueductos entre 1.600 y 2.300m, 1.200 y 1.300m y 900 y 940m, respectivamente<sup>4</sup>. Por tanto, en áreas donde el nitrógeno es encontrado en acueductos, el café a la sombra es parte de la respuesta.

Una vez el agua subterránea se contamina se requieren muchos años para que el nitrato salga del sistema naturalmente.

### Cuadro 6.2. Contaminación por café en Costa Rica.

Las empresas de agua del Valle Central de Costa Rica surten de agua fresca a cerca de un millón de personas. Estas reservas subterráneas están empezando a ser contaminadas por nitratos y posiblemente por otros contaminantes.

Muchas de las evidencias han sido provistas por los análisis de los isótopos. Esta técnica permite a los científicos examinar la concentración de los pesos de diferentes átomos [isótopos] en una muestra de agua. Esto da un perfil "huella digital" de una muestra, y permite entonces medir la trazabilidad del agua tomada de un acueducto desde el área en donde es tomada como lluvia. Los métodos pueden ser usados para determinar las fuentes de los contaminantes, como el <sup>15</sup>N y <sup>18</sup>O isótopos encontrados en nitratos, y encontrar donde estos entran al sistema. Si, por ejemplo los agricultores están usando irrigación en áreas que son sólo zonas para recargar los acueductos, los cambios en la contaminación del agua subterránea deben ser altos.

Los equipos de Costa Rica han usado los métodos para encontrar cómo los nitratos se han estado moviendo a través de los suelos y rocas volcánicas. En algunos manantiales y pozos, los niveles de nitrato han alcanzado ya el límite máximo recomendado por la Organización Mundial de la Salud, y cuando se descubren, estos nitratos, se encuentran como parte de fertilizantes usados en las plantaciones de café.

Pruebas de campo en algunas plantaciones del Valle Central mostraron que las plantas de café sólo estaban absorbiendo entre el 30 y el 40% del nitrógeno suministrado a través de los fertilizantes y que parecía haber caído a un 6% hacia el final de la época de crecimiento. El nitrógeno que no es tomado por el cultivo en crecimiento es un desperdicio de insumos, así como un riesgo de contaminación.

[[www.new-agri.co.uk/02-4/focuson/focuson2.html](http://www.new-agri.co.uk/02-4/focuson/focuson2.html)]

<sup>4</sup> En Estados Unidos el límite legal para nitrógeno en agua potable es de 10 mg/L.

## 3.2. Plaguicidas

El endosulfán continúa siendo uno de los insecticidas más usados en café en muchos países. Esta es una sustancia muy tóxica para los humanos y también muy tóxica para peces. Éste nunca debe alcanzar las fuentes de agua.

Como en el caso del nitrógeno, la ocurrencia de casos de contaminación por plaguicidas para el café son muy débiles. Los mejores datos disponibles son de Jamaica donde los niveles de  $\alpha$  y  $\beta$  endosulfán debido a café en finca se encontraron en el agua de los ríos Spanish y Swift en un rango desde 1,2 a 2,7  $\mu\text{g/L}$ , mientras niveles en sedimentos y en fauna de estos ríos el rango estuvo entre 0 y 24  $\mu\text{g/L}$ <sup>5</sup>. De más de 4,9 millones de resúmenes de la base de datos de CABdirect el estudio de Robinson & Mansingh [1999] fue el único encontrado en este tema tan importante [Es importante hacer un reconocimiento a estos dos científicos por su singular logro].

## 3.3. Cobre

El cobre es usado intensivamente como un fungicida, especialmente contra la roya. Así como todos los metales pesados es extremadamente tóxico<sup>6</sup>. Los niveles pueden alcanzar altos niveles en el suelo. Así Msaky *et al.* [2002] registran niveles en suelos cafeteros de Tanzania entre 153 y 451 mg/kg. En Costa Rica Kretzschmar *et al.* [1998] reportan acumulaciones entre 100 y 330 mg/kg y Dickinson *et al.* [1988], niveles en suelos cafeteros de Kenya con un exceso de 100mg/kg; ellos también reportaron que dejar de asperjar por dos años no tuvo efectos en los niveles de este metal en el suelo. Los niveles en suelos cafeteros colombianos son típicamente menores que un décimo de este nivel.

El café por sí mismo parece ser tolerante a niveles de cobre en el suelo, y afortunadamente la planta no almacena cobre en el grano. Pero para algunos cultivos que crecen con el café el cobre causa síntomas tóxicos. Para cultivos comestibles existe también el riesgo de que los niveles se concentren en los tejidos finos y comiencen a ser peligrosos para la salud. Afortunadamente el uso de cobre en el café colombiano es mucho menor que en muchos otros países debido al desarrollo de las variedades resistentes a la roya como la var. Tabi y la var. Castillo<sup>®</sup>.

<sup>5</sup> The European Drinking Water Standard es menos 0,1  $\mu\text{g/L}$  endosulfan.

<sup>6</sup> El umbral para los síntomas gastrointestinales está en una dosis entre 0,01 y 0,02 mg Cu/kg.

Lo que esto significa para los extensionistas: con el crecimiento de las preocupaciones sobre la protección de las fuentes de agua, la preferencia de algunos caficultores por variedades no resistentes a la roya y la recolección de datos de nuevos institutos colombianos, todo esto probablemente incremente la preocupación acerca de la contaminación del agua. Durante muchos años la Federación de Cafeteros ha tomado una posición proactiva sobre la contaminación causada por el cultivo y el proceso del café a través del desarrollo del Becolsub [DOB/DQO], las variedades resistentes a la roya [cobre], el manejo integrado de plagas, el manejo integrado de arvenses [herbicidas] y las recomendaciones precisas sobre la salud del suelo y la fertilización [nitrógeno], lo cual ubica al país en una situación mejor [más sostenible] que muchos otros productores de café. A pesar de lo sugerido, no hay una complacencia general por la gran demanda de agua en partes densamente pobladas del país que están alejadas del café.

## 4. Suelos en las zonas cafeteras ■■■

### 4.1. Erosión

Si en las calles del cultivo, entre los árboles, se eliminan todas las arvenses, dejando el suelo desnudo, podrá ocurrir una erosión sustancial, especialmente en los lotes pendientes. Sin embargo, si algunas arvenses son manejadas apropiadamente el problema de la erosión pueda ser controlado.

La producción tecnificada en Colombia implica que los árboles de café están creciendo más juntos, por ésto hay menos tierra visible entre árboles, de lo cual se deduce que los árboles de café reducen la velocidad del agua que corre por la superficie del suelo y por tanto se reduce la erosión. Es importante también considerar que las raíces de *Coffea arabica* penetran en el perfil del suelo, alcanzando hasta 4 m de profundidad [Wrigley 1988], lo que implica que el café desempeña un papel muy importante en la reducción de la erosión y de la probabilidad de que ocurran deslizamientos.

Algunos estudios clásicos realizados por Cenicafé [Suárez de Castro & Rodríguez 1962] han cuantificado la erosión bajo un amplio rango de circunstancias. La Tabla 6.4. muestra una fracción muy pequeña de este cuidadoso trabajo.

Entonces es claro que el café puede estar creciendo virtualmente sin una pérdida de suelo, pero igualmente es claro que si las reglas no se obedecen, una alta erosión puede ocurrir.

Un punto importante es que aunque la erosión en suelos cubiertos de pastos es muy baja, las causas de compactación cambian la relación suelo-agua-aire como lo

Tabla 6.4. Pérdidas de suelo y agua por escorrentía para diferentes cultivos, Cenicafé [1951- 1965].

Tratamiento	Suelo perdido t/ha/año	Escorrentía mm agua/ha anual	% escorrentía de lluvia anual
Café al sol, desyerba con azadón, renovación total	4,9	90	3,6
Café con sombrío	2,2	143	5,6
Maíz y yuca, desyerba azadón, barreras vegetativas	1,9	80	3,0
Café al sol coberturas nobles renovación total	0,5	175	7,0
Café al sol coberturas nobles renovación parcial	0,5	125	4,9
Pastos	0,3	242	9,0

encontraron Sadeghian *et al.* [2001] en suelos de potrero en el Quindío. Un estudio similar mostró que las pendientes cubiertas de pasto en Honduras igualmente compactan el suelo, conduciendo a la pérdida de filtración de agua e incremento en el flujo de agua sobre la tierra; por otro lado las plantaciones de café tienen altas tasa de filtración [Hanson *et al.* 2004]. Suelos compactados pierden la habilidad de mantener el aire y el agua y son mucho menos fértiles – por esto, responden menos a la fertilización y por su alta pendiente, la compactación es más intensa. Esto significa que si el agricultor más adelante quiere volver a café, encontrará una menor producción y plantas más susceptibles a enfermedades. Por esto la conversión a pastos puede significar un paso sin retorno.

#### 4.2. Arvenses, plantas nobles

Estas pueden reducir la erosión del suelo como se ha mostrado en Puerto Rico [Tabla 6.5.] donde estas arvenses fueron sembradas al transplantar el café en el campo. *Paspalum dilatatum* suprime las malezas más efectivamente que el glifosato de acuerdo a aplicaciones del estudio de Semidey *et al.* [2002].

Cenicafé ha producido una serie de la publicación Avances Técnicos, en los cuales se presentan detalles de cómo seleccionar las arvenses nobles para controlar las arvenses agresivas.

Tabla 6.5. Pérdida de suelo a partir de un cultivo de café bajo cinco regímenes de arvenses.\*

Arvenses nobles	Pérdida de suelo [t/ha/año]
<i>Brachiaria subquadriflora</i>	1,4
<i>Paspalum notatum</i>	1,3
<i>Axonopus compressus</i>	0,4
<i>Arachis krestchmeri</i>	0,1
<i>Paspalum dilatatum</i>	1,1
Suelo desnudo	15,4

\* [Semidey *et al.* 2002].

### 4.3. Suelo, biodiversidad y materia orgánica

La materia orgánica [MO] es crucial para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Unos niveles altos crean una buena textura de suelo donde el agua, el aire y los nutrientes están bien balanceados y disponibles para la planta. Donde los niveles de MO son bajos el café es muy dependiente de la aplicación de nitrógeno. Durante el periodo de precios bajos una finca con alta materia orgánica en el suelo podrá mantener mejor su rendimiento con aplicaciones reducidas de fertilizante. La materia orgánica se incrementa de los árboles de sombrero; estudios realizados en el Departamento del Quindío mostraron que un régimen de café tradicional con árboles de sombra tuvo mayores niveles de materia orgánica [Sadeghian *et al.* 2001]. Las hojas del guamo son altas en contenido de lignina la cual decae más lentamente en el suelo que las hojas de café y por esto el guamo proporciona un recurso más duradero para la materia orgánica del suelo.

Debido a la abundancia de materia orgánica, el suelo vive con su propia comunidad de animales y hongos. Este es un mundo poco entendido por los agricultores y no ha recibido la atención que debería por los conservacionistas. El movimiento orgánico ha insistido siempre que un “suelo vivo” es el elemento más importante de la agricultura sostenible. En la práctica, cuando miramos los suelos del Eje Cafetero, podemos encontrar una amplia gama de insectos, ácaros, lombrices, hongos y muchos otros. Estudios en el Quindío mostraron la gran diversidad del suelo bajo guadua o café a la sombra. Una menor diversidad se encontró en la ganadería, relacionada con la degradación física de estos suelos por compactación [Sadeghian 2001].

## 5. El aire en las zonas cafeteras ■■

El café captura cantidades sustanciales de dióxido de carbono. De acuerdo con Riaño<sup>7</sup> los valores promedio de carbono almacenado en el café de Colombia están cercanos a 16 t/ha, asumiendo 5.000 árboles/ha y una componente de sombra promedio. Con un ciclo de 5 años esto podría equivaler a 3 t/ha/año. Pero debido a los actuales precios para carbono en los mercados globales, que son bajos [cerca de US\$8/t], esto ofrece poca esperanza de un mayor ingreso para los caficultores de esta fuente.

Muchos productores usan tallos y ramas luego del zoqueo de los cafetales como combustible, el cual es renovable y ambientalmente amigable a diferencia de los combustibles fósiles. De hecho, en el desarrollo de diagnósticos sobre la sostenibilidad de fincas cafeteras en el departamento de Caldas, dentro del proyecto de la Iniciativa Darwin, se encontró que la madera proveniente de las zocas de café era la fuente principal de combustible para el 98% de las fincas.

### Cuadro 6.3. Algunos datos básicos acerca de la captura de carbono.

Globalmente 125 Gt [Gt = gigatonelada = mil millones de toneladas] son intercambiadas anualmente entre la vegetación, el suelo y la atmósfera. Los bosques trabajan por un 80% de esta cantidad. Por tanto, los bosques contienen cerca de la mitad de todo el carbono presente en la vegetación terrestre y en el suelo, cerca de 1.200 Gt. El carbono almacenado está dividido entre planta y suelo: los bosques tropicales americanos tienen una vegetación con cerca de 130 t/ha, mientras que en el suelo pueden encontrarse 120 t/ha.

Tasas típicas de captura de carbono por reforestación en los trópicos están entre 3,2 y 10 t/ha/año. Se estima que 38 Gt de carbono podrían ser capturadas en los siguientes 50 años a través de los bosques. Algunos estudios también sugieren que de 11,5 a 28,7 Gt de carbono podrían adicionalmente ser capturadas a través de regeneración de 217 millones de ha de tierras degradadas.

Las emisiones globales de combustibles fósiles están cercanas a 6,2 Gt/año. Desde 1850 hasta 1980, cerca de 100 Gt Carbono fueron liberadas a la atmósfera debido a la actividad humana.

<sup>7</sup> Riaño, N. Captura de carbono en café. Cenicafé. Comunicación personal. Cenicafé, Julio de 2003.

#### Cuadro 6.4. Evaluación de las existencias de carbono en el café de Indonesia.

La biomasa total de café bajo sombra, entre 2 y 30 años de edad de las plantaciones, estuvo alrededor de 92 t/ha, de las cuales 25 correspondió a tallos, árboles muertos y plantas de sotobosque.

Se calcularon incrementos en el stock anual de carbono de 1 y 2 toneladas para café bajo sol y sombra respectivamente. Para plantaciones con un promedio de 25 años, se estimó un stock de entre 52 a 82 t/ha, para café al sol y a la sombra.

Estos niveles son sustancialmente menores que aquellos encontrados en los bosques remanentes en Indonesia [262 t carbono/ha] o en bosques jóvenes secundarios [96 toneladas C/ha].

Los autores mencionan que el precio global del carbono en los mercados, al momento del estudio era de USD 8/ton., ofreciendo un posible incentivo atractivo para convertir sol a sombra. Sin embargo, ellos notaron que las oportunidades para que los pequeños productores cafeteros recibieran estos recursos eran bajas, debido a los altos costos de transacción. Los contratos debían ser hechos a nivel regional, para obtener un buen nivel de costo/efectividad.

[Van Noordwijk et al. 2004]

Ha sido calculado<sup>8</sup> que el calentamiento global potencial de la producción, transporte, tostado y consumo de 1 t de café verde podría variar entre 0,7 y 2,8 t de carbono. Esta cifra se compara razonablemente con estimaciones para cantidades de carbono capturado por hectárea de café mencionado arriba y también con Indonesia [Cuadro 6.4.], si se considera una producción de 1t de café verde/ha, aunque en realidad el rendimiento del café podría ser más alto.

Así en términos de la economía del carbono y el consumo de energía, el café es razonablemente amigable con el medio ambiente pero muchas partes de la industria cafetera consumen energía de forma intensiva. A través del secado, despulpado, clasificación, transporte, vaporización [café Robusta], tostado, preparación y conservación del calor, el café consume mucha energía. Esto significa que debe haber gran presión a la industria en el futuro para ser energéticamente más eficiente sobre todo la parte que transforma los granos a la bebida caliente [Cuadro 6.5.].

<sup>8</sup> EDE Consulting, 2001.

## 6. Resumen ■■

Como conclusión puede plantearse que si el café es cultivado apropiadamente [ésta es una de las funciones básicas de los extensionistas: ayudar a los agricultores a cultivar café dentro de un contexto de sostenibilidad], el café es uno de los

### Cuadro 6.5. Balance de carbono y energía en fincas de Estados Unidos.

La agricultura de EU produce 146 millones de t C equivalentes/año. La tierra de fincas de EU secuestra 1,8 millones t C/año.

La producción agrícola de alimentos en los Estados Unidos consume solo el 20% del total de la energía consumida en el sistema alimentario. La fabricación de fertilizantes y plaguicidas usa casi el 40% de la energía asignada a la producción agrícola. Otro 25% es el consumo de combustible diesel.

Cuesta aproximadamente 7,3 unidades de energía fósil para producir una unidad de energía del alimento en el sistema alimentario de EU. El tamaño de los refrigeradores en un hogar Americano continúa incrementando mientras al mismo tiempo, se disminuyen las comidas que se consumen en casa.

[USEPA 2004; Heller & Keoleian 2000]

mejores cultivos para cultivar, especialmente en áreas montañosas y pendientes, entre 1.200 y 1.700 m sobre el nivel del mar. Adicionalmente a las consideraciones sobre biodiversidad, el café es también una fuente importante de empleo rural y el pergamino seco es un producto básico mucho más manejable que la mayoría de los productos perecederos.

Sin embargo, a nivel mundial existe un debate considerable y alguna confusión acerca de cómo el café debe crecer.

Algunos stakeholders quieren café por ser un recurso significativo de biodiversidad, y han sugerido una forma de alcanzar esto, pero actualmente el mercado es pequeño.

Otros sienten que el café, en ciertos ecosistemas, aún ofrece el mejor resultado para muchos caficultores, lo cual sugiere un acercamiento menos demandante: minimizar la contaminación, incrementar la biodiversidad donde sea posible.

Pero en muchos lugares del mundo el café no crece de acuerdo con los principios de sostenibilidad y obedece sólo a una regla cardinal – generar ganancias. En comparación, Colombia ha sido un líder en tecnologías sostenibles y ahora debe tratar de construir dentro de esta percepción una estrategia de sostenibilidad a largo plazo que incluya a todos los relacionados como comunidades, industria y sociedad civil en general.

## Bibliografía

- BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38:139-164. 1998.
- DICKINSON, N.M.; LEPP, N.W.; SURTAN, G.T.K. Further studies on copper accumulation in kenyan *Coffea arabica* plantations. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 21: 81-190. 1988.
- DUQUE O., H.; BAKER, P.S. Devouring profit the socio-economics of coffee berry borer IPM. Chinchiná, Commodities Press-CABI-Cenicafe, 2003. 106 p.
- GREENBERG, R.; BICHER, P.; CRUZ A., A.; REITSMA, R. Bird populations in shade and sun coffee plantations in Central Guatemala. *Conservation Biology* 11: 448–459. 1997.
- HALL, S. Biodiversity conservation in agroecosystems: a comparison of surface-dwelling beetle diversity in various shade coffee production systems in Costa Rica. FES Outstanding Graduate Student Paper Series 7 [2]:1-27. 2003.
- HANSON, D.L.; STEENHUIS, T.S.; WALTER, M.F.; BOLL, J. Effects of soil degradation and management practices on the surface water dynamics in the Talgua river watershed in Honduras. *Land Degradation & Development* 15:367-381. 2004.
- IBARRA N., G.; GARCÍA, J.A.; MORENO, M.A. Diferencias entre un cafetal orgánico y uno convencional en cuanto a diversidad y abundancia de dos grupos de insectos. In: CONFERENCIA Internacional IFOAM sobre Café Orgánico, 1. Chapingo, Universidad Autónoma de Chapingo, 1995. p. 115-129.
- JARAMILLO R., A. El clima Andino y café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 2005. 192 p.
- LAWTON, R. O.; NAIR, U. S.; PIELKE, S. R.; WELCH, R. M. Climatic impact of tropical lowland deforestation on nearby montane cloud forests. *Science* 294:584-587. 2001.
- LINDELL, C.; SMITH, M. Nesting bird species in sun coffee, pasture, and understory forest in southern Costa Rica. *Biodiversity and Conservation* 12: 423–440. 2003

- MAS, A.H.; DIETSCH, T. An index of management intensity for coffee agroecosystems to evaluate butterfly species richness. *Ecological Applications* 13:1491–1501. 2003
- MAS, A.H.; DIETSCH, T. Linking shade coffee certification to biodiversity conservation: butterflies and birds in Chiapas, Mexico. *Ecological Applications* 14:642–654. 2004.
- MSAKY, J.J.; TANAKA, U.; MIZUTA, J.; KOSAKI, T. Copper levels in soils treated with fungicides under traditional agroforestry [Kihamba] system in Moshi District, Tanzania. *Japanese Journal of Tropical Agriculture* 46: 230-238. 2002.
- MUSCHLER, R. Shade management and its effect on coffee growth and quality. In: WINTGENS, J.N. [Ed.]. *Coffee: growing, processing, sustainable production. A guide for growers, processors, traders, and researchers*. Weinheim, Wiley-VCH Verlag, 2004. p. 391-418.
- NESTEL, D.; DICKSCHEN, F.; ALTIERI, M. Diversity patterns of soil macro-coleoptera in mexican shaded and unshaded coffee agroecosystems: an indication of habitat perturbation. *Biodiversity and Conservation* 2:70-78. 1993.
- O'BRIEN, T.G.; KINNAIRD, M.F. Caffeine and conservation. *Science* 300:587. 2003.
- PERFECTO, I.; SNELLING, R. Biodiversity and the transformation of a tropical agroecosystem: ants in coffee plantations. *Ecological Applications* 5[4]:1084-1097. 1995.
- PERFECTO, I.; VANDERMEER, M. Quality of agroecological matriz in a tropical montane landscape *Conservation Biology* 16:174-182. 2002
- PERFECTO, I.; MAS, A.H.; DIETSCH, T.; VANDERMEER, J. Species richness along an agricultural intensification gradient: A tri-taxa comparison in shade coffee in southern Mexico. *Biodiversity and Conservation* 12:1239-1252. 2003.
- PHILPOTT, S.M.; DIETSCH, T. Coffee and conservation. A global context and the value of farmer intervention. *Conservation Biology* 17:1844-1876. 2003
- RAMÍREZ C., J.M. Cuantificación de la contaminación de los ríos en la cuenca 24: Virilla-Tárcoles. In: SIMPOSIO Latinoamericano de Caficultura, 19. San José, Octubre 2-6, 2000. Memorias. San José, ICAFE-PROMECAFE, 2000. p. 483-491.
- RAMOS, M.P. Diversidad de hormigas en bosque mesófilo y cafetales en la reserva La Sepultura, Chiapas. In: Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación, Simposio Café y Biodiversidad, 5. San Salvador, 2001. Resúmenes.
- RAPPOLE, J. H.; KING, D. I.; VEGA R., J. H. Coffee and conservation. *Conservation Biology* 17:334-336. 2003.

- ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; DÁVILA A., M.T.; ÁLVAREZ H., J.R.; ZAMBRANO F., D.A.; PUERTA Q., G.I.; RODRÍGUEZ V., N. Beneficio ecológico del café. Chinchiná, Cenicafé, 1999. 273 p.
- ROBINSON, D.E.; MANSINGH, A. Insecticide contamination of jamaican environment. IV. Transport of residues from coffee plantations in the Blue Mountains to coastal waters in eastern Jamaica. *Environmental Monitoring and Assessment* 54:125-141. 1999.
- SADEGHIAN K., S. Efecto del uso de la tierra sobre meso y macroorganismos del suelo en la zona cafetera del Quindío. *Suelos Ecuatoriales* 31:64-68. 2001.
- SADEGHIAN K., S.; MURGUEITIO R., E.; MEJÍA, C.; RIVERA, M. Ordenamiento ambiental y reglamentación del uso y manejo del suelo en la zona cafetera. In: *SUELOS del Eje Cafetero*. Pereira, Proyecto UTP-GTZ, 2001. p. 96-108.
- SEMIDEY, N.; ORENGO S., E.; MAS, E.G. Weed suppression and soil erosion control by living mulches on upland coffee plantations. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 86[3-4]:155-157. 2002.
- STAVER, C.; GUHARAY, F.; MONTERROSO, D.; MUSCHLER, R. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems* 53: 151–170. 2001.
- SUÁREZ DE C., F.; RODRÍGUEZ G., A. Investigaciones sobre la erosión y conservación de suelos en Colombia. Chinchiná, FNC, 1962. 473 p.
- VAAST, P.J. The effects of vesicular arbuscular mycorrhizae and nematodes on the growth and nutrition of coffee. California, University of California, 1995. 171 p. [Tesis: Philosophy Doctor].
- VALENCIA M., C.A.; GIL P., Z.N.; CONSTANTINO C., L.M. Mariposas diurnas de la zona central cafetera colombiana: guía de campo. Chinchiná, Cenicafé-FNC-Colciencias, 2005. 244 p.
- WRIGLEY, G. Coffee. Harlow, Longman Scientific and Technical, 1988. 639 p. [Tropical Agricultural Series].
- ZNAJDA, S.K. Habitat conservation, avian diversity and coffee agrosystems in southern Costa Rica. North York, York University. Faculty of Environmental Studies, 2000. p. 45-90. [Tesis: Master in Environmental Studies].