

# PROCEEDINGS

## MEMORIAS

### 1ST SUSTAINABLE COFFEE CONGRESS

SEPTEMBER 1996



**SMITHSONIAN MIGRATORY BIRD CENTER**

Proceedings editors/Editores de las memorias:

Robert A. Rice  
Ashley M. Harris  
Jennifer McLean

## DISCURSO PRINCIPAL

### LA BIODIVERSIDAD Y LA AGRICULTURA: ¿AMIGOS O ENEMIGOS?

*Arturo Gómez-Pompa*  
*Universidad de California, Riverside*

En la actualidad, entre nuestras mayores inquietudes se cuenta el impacto que tiene el ser humano sobre la biosfera, a saber, la liberación excesiva de los gases que producen el efecto invernadero, el agotamiento del ozono, la deforestación, la erosión de la corteza terrestre y el uso excesivo de los productos químicos. Los ecosistemas naturales se están convirtiendo rápidamente en diferentes sistemas creados por el hombre (Turner y col., 1990). Un motivo sumamente importante de inquietud es la posibilidad de que causemos una extinción biológica que carezca de antecedentes geológicos en los anales recientes del planeta (Myers, 1989). Dicha extinción podría eliminar las especies y los biotipos que son de crucial importancia para el futuro de la humanidad, o bien, podría tener un impacto sobre la creación o la expansión de nuevos organismos, que, a su vez puedan causar la miseria o la extinción misma de nuestra propia especie.<sup>1</sup>

En 1972, recalcamos la posibilidad de extinción en gran escala de las especies que habitan los bosques pluviales tropicales (Gómez-Pompa y col., 1971). Más recientemente, un gran número de científicos destacados abordó este tema y logró captar la atención de la comunidad conservacionista internacional y el público en general (Heywood y col. 1955; Stork, 1966). Desafortunadamente, los pronósticos respecto a la tasa de extinción son cifras aproximadas, en base a estudios sumamente escasos y parciales.

Sin embargo, como suele ocurrir en el campo de las ciencias, también existen estudios nuevos que presentan un cuadro diferente para algunas zonas. Ariel Lugo, un famoso ecólogo de bosques, no acepta las cifras, puesto que, en su opinión, son altamente exageradas. Sus datos provienen de Puerto Rico, una isla que ha sufrido graves alteraciones y que ha perdido un 99% de sus bosques primarios. Según los datos de Lugo, en los últimos 500 años solo se han perdido cuatro especies de aves endémicas (Lugo, 1988). El atribuye este fenómeno a la capacidad que tienen las aves para adaptarse a los bosques secundarios y a las plantaciones de café en las cimas de las montañas. Desafortunadamente, algunos escritores han malinterpretado este importante dato, por haber extrapolado estos resultados a otra localidad (Easterbrook, 1995).

---

Dedico esta ponencia al Dr. Epifanio Jiménez-Avila, estudiante brillante y colega, quien invirtió los mejores años de su corta vida académica en el estudio del agroecosistema cafetalero.

El estado de Veracruz, en México, ha sufrido profundamente debido al impacto que la obra humana ha tenido allí en los últimos 2.000 años y, más recientemente (durante los últimos cuarenta años), ha perdido 80% de su vegetación original (Chiappy y col. 1995). Su flora es bien conocida (Sosa y Gómez-Pompa, 1994). En dicho Estado no hemos encontrado pruebas de una gran extinción de los taxones locales, o sea, de los escasos taxones locales conocidos como endémicos de esta zona. En la actualidad, el número de esos escasos taxones ha disminuído aun más, o bien se los considera extintos en la localidad. Sin embargo, estos números son bajos.

¿Por qué? Existen tres posibles explicaciones principales: primero, puesto que no contamos con la información precisa actualizada respecto a la distribución de las especies exóticas o endémicas; segundo, debido a la persistencia de algunas zonas inaccesibles - como por ejemplo las cañadas y montañas escarpadas que sirven de refugio a un gran número de taxones; tercero, debido a la existencia de ciertos agroecosistemas que pueden servir de refugio para un gran número de taxones que han perdido su hábitat original; y, por último, por la abundancia de los diversos nichos disponibles que se encuentran en los ecosistemas alterados (Gómez-Pompa, 1971).

Yo siento un profundo interés por la acelerada tasa de conversión de los bosques tropicales a otros ecosistemas y, a la vez, este fenómeno me produce una gran inquietud. Me asombra profundamente la conducta paradójica de la gente que manifiesta puntos de vista diversos respecto al tema de la deforestación. Por una parte, un alto número articula una profunda inquietud. Por otra parte, con sus actos no manifiestan esa inquietud. Al parecer, una idea biofílica peligrosa se arraiga en nuestras conciencias de que no importa lo que le hagamos a la naturaleza, ella siempre logrará recuperarse. Esta cómoda idea de que la naturaleza siempre logra recuperarse probablemente tiene sus raíces en el hecho de que a pesar de que nuestros antepasados transformaron profundamente el mundo natural, ellos sobrevivieron y, al parecer, también sobrevivieron los ecosistemas y la mayor parte de la biota. Al parecer, un gran número de ecosistemas y sus biotas tienen cierta capacidad de adaptación a los efectos causados por los disturbios humanos.

En la historia existen casos de regiones que sufrieron profundas transformaciones recientes o remotas y lograron recuperarse. Conocemos bien la manera en que lograron recuperarse los bosques quemados, las zonas taladas y los campos agrícolas abandonados en Europa y en Norte América.

Por ejemplo, existen altamente detallados estudios sobre la despoblación forestal drástica - arriba de 80% - de Nueva Inglaterra, en el siglo XVIII para abrir nuevos campos agrícolas (Foster, 1992). Estos intentos fracasaron y los bosques y sus biotas resucitaron después del abandono de los años siguientes.

Un gran número de ejemplos se produce en los trópicos americanos, donde florecieron civilizaciones diversas con una alta densidad de población y extensas actividades agrícolas. Gran parte de esas civilizaciones se desplomó con el tiempo, y a continuación se inició un proceso de

regeneración natural que resucitó los ecosistemas altamente diversificados. Es posible que estos sucesos hayan influido sobre nuestra opinión biofílica de que la naturaleza siempre se regenera.

Estos datos sufren de una anomalía. Ellos demuestran que el ecosistema se recupera, sin embargo, no sabemos si la biodiversidad biológica también se recupera, y aun peor, es posible que nunca lo sepamos. No tenemos ni idea de la biodiversidad del pasado, en especial, de aquellos ecosistemas altamente diversos con un gran número de especies endémicas sumamente especializadas, como suele suceder con un gran número de animales y de plantas en los bosques tropicales y en los bosques de nubes.

### **Las alteraciones producidas por el hombre**

Varios estudios demuestran de una manera dramática el impacto que ha tenido el hombre sobre la biodiversidad. Un ejemplo bien documentado de este impacto es la extinción de más de 2.000 especies de aves terrestres y de aves marinas, en las islas del Pacífico. Dicha extinción ocurrió debido a las actividades del hombre por espacio de los últimos 4.000 años (Steadman, 1995). La mayoría de los biólogos consideran que la extinción es una amenaza real, a pesar de que no contamos con los datos precisos. Sin embargo, existen ciertas incertidumbres que precisan estudiarse (Heywood y col., 1994).

Las especies han evolucionado en un ambiente que se encuentra en una evolución perpetua y se preadaptan a los cambios ambientales. De hecho, las alteraciones ambientales le dan auge a la evolución y, en la actualidad, la diversidad de los organismos es el producto de la selección natural de generaciones pasadas. Debido a su frecuencia e intensidad, algunas alteraciones dejan huellas genéticas en la población, como por ejemplo, los bosques que se queman con cierta frecuencia afectan la población de muchas especies y dejan constancia de ello al elegir a aquellos individuos que están mejor equipados para adaptarse a esta alteración. Al parecer, una gran parte del efecto que el ser humano tiene sobre la naturaleza es de esa índole, desde la deforestación hasta los pesticidas.

Existen otras alteraciones mayores - llamadas catástrofes - que no ocurren con tanta frecuencia, ni periódicamente. Estas no dejan huellas en la memoria de la población, pero pueden ofrecer nuevos ambientes para la evolución de los organismos que no hayan sufrido el efecto del suceso, como por ejemplo: las explosiones nucleares, las erupciones volcánicas y los choques de meteoritos, como el de Chicxulub, en Yucatán, que afectó a la tierra y probablemente haya causado la extinción de los dinosaurios.

Los ecosistemas y sus especies han evolucionado bajo una variedad de alteraciones y de catástrofes. El medio ambiente afecta a todos los seres vivos y todos los seres vivos afectan al medio ambiente. Algunas especies tienen un impacto muy obvio sobre el medio ambiente, otras tienen un impacto menos obvio. Sabemos lo suficiente sobre la capacidad que los ecosistemas tienen para recuperarse. Sin embargo, contamos con conocimientos escasos sobre la recuperación

de la diversidad de las especies y sobre la biota del pasado. En la actualidad, sabemos poco sobre la diversidad total de un local. Asumimos que al recuperarse un ecosistema, este puede recuperar una gran parte de sus componentes, pero no tenemos certeza de ello.

El hombre ha sido un factor importante en la alteración de la biosfera en su búsqueda de alimentos, o en sus esfuerzos para convertir los ecosistemas naturales en sistemas para la producción de alimentos. Ellos han creado una variedad de ecosistemas antropogénicos y de alteración. Es sumamente difícil encontrar un ecosistema terrestre que no haya sufrido los efectos de los actos cometidos por el hombre en búsqueda de alimentos.

Los homínidos que se valen de las herramientas han habitado la tierra por espacio de unos dos millones de años (Solbrig y Solbrig, 1994). Nuestra propia especie, el *Homo sapiens*, evolucionó hace unos 200.000 años. Al principio, nuestro impacto se produjo en las pocas zonas donde ellos vivían. Como cazadores y recolectores, fueron una especie más que buscaba alimentos en el ecosistema. Por espacio de más de un 99% de la historia de la humanidad, el hombre ha existido en grupos de cazadores y recolectores, plenamente integrado con los otros organismos (Wilson, 1993). En base a los estudios de las sociedades primitivas se especula que los cazadores-recolectores eran más que recolectores de alimentos. Ellos lograron aprender sobre el medio ambiente que producía sus alimentos favoritos: crearon algunas prácticas en sus ecosistemas naturales que favorecían algunas especies útiles y eliminaban algunas especies indeseables, asegurando así la abundancia de ciertas especies en locales específicos, a los cuales regresan cada año. Empezaron a domesticar su medio ambiente y mediante ese proceso, posiblemente causaron la extinción de algunos animales sumamente grandes, de baja densidad, que se reproducían lentamente. (Baleé, 1994).

### **Los bosques artificiales**

Según los estudios que se elaboraron en diversas partes del mundo existe una abundancia de ciertas especies útiles en los ecosistemas naturales, como por ejemplo, ciertas especies de árboles y de palmas. Sin embargo, según los estudios etnobotánicos de los indios amazónicos, la abundancia de esas plantas se produjo por la manera en que los indígenas han manejado los bosques (Posey, 1983). Ellos han protegido las especies útiles y han eliminado las que compiten con ellas. Mediante su selección, han logrado producir bosques útiles. Entonces, ya sabemos que muchos de los supuestos bosques vírgenes de palmas son bosques artificiales (Gómez-Pompa y Kaus, 1992).

Los bosques tropicales de Mesoamérica son otro ejemplo extraordinario de esa misma tendencia. Si se elabora un relevamiento en esos bosques, se encontrarán diversas especies útiles de árboles y de palmas. La abundancia de los árboles útiles en esta región solo puede explicarse mediante algún tipo de domesticación de bosques. En la actualidad, varios grupos étnicos aun practican el manejo de los árboles en sus bosques, protegen a ciertas especies, introducen otras y eliminan las que carecen de valor (Gómez-Pompa, 1987).

Un gran número de sociedades humanas se ha valido de alimentos que provienen de árboles 'silvestres': la bellota, la nuez de nogal, el piñón, la avellana, la manzana, la pera, la aceituna, el higo, el aguacate, la nuez de ramón (*Brosimum alicastrum*), el fruto del árbol de pan, el mango, el coco, etc.. No es difícil imaginarse a nuestros antepasados aprendiendo a distinguir entre los árboles útiles que producen flores comestibles, semillas o frutas, y los que no son útiles. Muchos de ellos murieron buscando nuevos alimentos, otros se enfermaron, mientras que otros se recuperaron de sus enfermedades al probar nuevas frutas, hojas, raíces o semillas. ¡Así descubrieron las plantas medicinales! Aprendieron sobre la abundancia, la distribución, el crecimiento, la época de la cosecha, etc. Aprendieron sobre las otras plantas y los animales que vivían en los bosques. Pero, más importante aun, aprendieron a apreciar el papel clave que los árboles desempeñan en la vida.

Los árboles y los bosques pasaron a ser una parte integrante de sus mitos, desempeñaron un papel simbólico en la sicología humana y en la religión (Altmann, 1994). En la actualidad, en la ceremonia chack chack de la milpa, los Mayas les piden permiso a los dioses para talar los árboles y abrir nuevos campos agrícolas. Algunos productos que provienen de los árboles, como por ejemplo, la semilla del cacao, se apreciaba de tal manera que se convirtió en moneda para las culturas mesoamericanas prehispánicas.

No es difícil imaginarse el proceso para proteger a los árboles jóvenes y útiles y para eliminar a aquellos que interfieren con su crecimiento. Un observador/experimentador minucioso pudo haber tomado semillas o plántulas de algunos de esos árboles para sembrarlos en lugares selectos en el bosques, en donde podrían crecer con más éxito, o bien para trasladarlos a otras zonas. Este pudo haber sido el principio del cultivo de los árboles.

Es posible que la agricultura en sus primeras manifestaciones pudo haber sido una clase de arboricultura ligada con el manejo de los bosques. Se ha escrito una gran cantidad de material sobre la domesticación de las plantas anuales, pero los conocimientos sobre la domesticación de los árboles son escasos, a pesar de que es posible que las primeras experiencias de domesticación se hicieron con árboles. El hombre ha experimentado con las especies y con las técnicas desde el comienzo de la agricultura, hace unos 10.000 años. En la actualidad, los resultados de esa actividad son asombrosos: Tenemos miles de variedades obtenidas por selección y cientos de miles de especies terrestres que se manejan mediante una gran diversidad de sistemas de cultivo.

La superficie de la tierra y la manera en que ésta se utiliza en el mundo

Tierra domesticada

Area total

Zona de cultivos

Zona de apacentamiento permanente

Bosques y regiones forestadas

Otras tierras

Transformación de las tierras de WRI

Todas estas actividades han domesticado una gran parte de la tierra. Se estima que las zonas de cultivo, así como las zonas de apacentamiento permanente ocupan aproximadamente un 37% de las tierras (cuadro #1). Esta cifra asombrosa asciende cada año. Este crecimiento es posible mayormente a expensas de los campos silvestres, los bosques y otras zonas naturales. Desafortunadamente, el panorama está incompleto, a menos de que reconozcamos las tierras incultas, las tierras abandonadas y las urbanizadas, así como las carreteras que se añaden cada año. Estas tierras se incluyen en las estadísticas mundiales bajo el rubro "tierras para usos varios". Las tierras incultas son a menudo el producto de las prácticas agrícolas ineficaces e insostenibles.

Desafortunadamente, se difunde ampliamente la opinión de que la agricultura moderna es buena y que la agricultura antigua es mala.

Este concepto es errado. Toda agricultura es una mezcla de prácticas antiguas y modernas. Nuestros antepasados produjeron y mejoraron una gran parte de la variedad obtenida por selección. Los agricultores pasajeros fueron responsables por una gran parte de los genes buenos del maíz. La mayor parte de nuestros alimentos provienen de los agricultores antiguos, a saber, el trigo, la papa, la mandioca, el tomate, el mango, la papaya.

Estas cosechas no se produjeron de una manera aislada, sino, más bien en locales, tierras y biota específicos, con las mejores herramientas y métodos que tenían a su disposición. Algunos de los sistemas agrícolas antiguos pueden producir un rendimiento igual al de los sistemas modernos. El estudio de los sistemas tradicionales eficaces y productivos es un tema de gran importancia. Ellos han evolucionado con nuestras especies por espacio de miles de años. Se ha elaborado una gran variedad de sistemas para la producción de los alimentos, en épocas y en localidades diversas. A lo largo de la historia, se ha tenido gran éxito en la producción de alimentos para una sociedad que se encuentra en vías de rápido crecimiento.

En los estudios científicos se le ha prestado escasa atención a la diversidad de los sistemas de cultivo. Una gran parte de los esfuerzos se han dirigido hacia la superación de los cultivos, la selección de las cosechas de calidad superior y de mayor rendimiento, y la superación de la tecnología agrícola.

### **El agroecosistema del cacao**

El agroecosistema del cacao es un sistema de calidad superior que se conoce escasamente. Este antiguo y sobresaliente sistema de cultivo se remonta al pasado. No se conoce con certeza el origen del cacao (*Theobroma cacao L.*) ni el origen del cultivo del cacao en las Américas. Algunos descubrimientos recientes (de la Cruz, 1994) parecen confirmar la hipótesis de que los Mayas cultivaban el cacao criollo. Dicha subespecie de este árbol que crecía silvestre en Mesoamérica se valoraba hasta tal punto, que la semilla del árbol del cacao, de la cual proviene el chocolate, se utilizaba como moneda (Millon, 1955).

El cacao es un árbol silvestre que se encuentra en el estrato inferior de los bosques pluviales perennes de la América tropical, desde la cuenca del Amazonas hasta las tierras bajas del sur de México (Cuatrecasas, 1964). Los habitantes de estas zonas lo conocían puesto que la pulpa blanca de sabor exquisito que envuelve las semilla de este fruto es comestible. Sin embargo, solo las culturas mesoamericanas conocían el uso de la semilla para la producción del chocolate. No hay indicio de que en la época prehispánica se utilizara en Sur América para la producción del chocolate (Coe y Coe, 1996). Esta apreciación del valor de este árbol pudo haber motivado a estos pueblos a buscar una manera de proteger el bosque original en donde crecía el cacao. Luego, es posible que el hombre hubiera empezado a manejar el bosque, favoreciendo el cacaotal, así como algunas otras especies de árboles útiles y eliminando a otras. De hecho, cada plantación era un diseño agrosilvícola empírico.

La primera reacción de los españoles al ver los cacaotales fue de admiración (Gómez-Pompa y Col., 1990). Los primeros historiadores describieron este admirable sistema agrosilvícola en el cual la sombra de varias especies de árboles protegía a los cacaotales. La selección de entre los cientos de árboles disponibles obedecía a un solo motivo: su contribución a la producción y al mantenimiento de la plantación. Juan de Piñeda (1908) ofrece una descripción que se remonta al año 1594:

*"Estas huertas de cacao...si se les da el sol los quema...y si tienen mucha sombra se pudren las mazorcas de cacao. y si les da viento las derriba de los árboles.....y para remedio de que ninguna cosa de las dichas les haga daño, ponen árboles grandes entre medias de los árboles de cacao, que se llaman madres de cacao"*

La sustentabilidad es una característica fundamental del sistema. Imita la estructura, la biodiversidad y el ciclo de nutrientes del bosque. Los nutrientes atraviesan un ciclo natural de varias capas de raíces de especies de árboles que captan los nutrientes de la lluvia, la tierra, las rocas y el aire y los reciclan mediante la producción de la hojarasca. Más recientemente, los científicos se han percatado de que la mayor parte de las especies que le dan sombra al cacao son leguminosas y plantas fijadoras de nitrógeno, o árboles útiles de los cuales se derivan productos para el hogar (*Inga, Gliricidia, Erythrina, Diphysa*). La historia de la domesticación de estos árboles leguminosos de sombra queda por investigarse.

Torquemada dio una descripción de los cacaotales. Al parecer, en ese entonces, los cacaotales eran plantaciones mixtas e incluían muchos otros árboles. La descripción de Torquemada (1723) que se cita a continuación se aplica a los cacaotales en la actualidad:

*"Son estas huertas de cacao muy frescas y muy provechosas: siembra se dentro también otros árboles; que llaman Quauhpatlachli...Ai otros árboles de Guajavas, tzapotes colorados...anonas...aguacates...todas están cercadas de Arboles, de Platanos, piñas, caña dulce, ...que todo junto junto hace muy deleitosa vista"*



El sistema de producción de alimentos de los cacaotales fue de suma importancia para los antiguos Mayas y es muy parecido a las huertas caseras que se ven en la zona Maya, en la actualidad. El sistema agrosilvícola del cacao no sufrió alteraciones después de la conquista. Se utilizaban los mismos árboles para la sombra. Sin embargo, otros aspectos sí cambiaron: el cultivo del cacao se introdujo en otras zonas de las Américas, así como en otros continentes. Nuevos pueblos experimentaron con las variedades mesoamericanas obtenidas por selección. La base genética del cacao cultivado aumentó, al incluirse los "forasteros", es decir, los cacaos silvestres de Sur América. Al corto tiempo, estas variedades obtenidas por selección y sus híbridos se convirtieron en preferidas, debido a su rendimiento y a su resistencia contra las plagas. En la actualidad, los forasteros y sus híbridos integran la mayor parte de los cacaotales en Mesoamérica.

En la época prehispánica el cacao se integró en diversos ambientes. La posible introducción del cacao silvestre de la zona del Gran Petén de Mesoamérica a la zona de los bosques secos del norte de Yucatán es un ejemplo interesante sobre la importancia del cacao en la época antigua (Gómez-Pompa y col. 1990). Al parecer, esta fue una introducción difícil, puesto que el cacao precisa gran humedad todo el año y la zona norte tiene una época de pronunciada sequía. Sin embargo, los Mayas, quienes eran sumamente diestros, trajeron las plantas a los cenotes, el único ambiente propicio para el cultivo de este valioso árbol, debido a la alta humedad. Recientemente, hemos descubierto árboles de cacao semisilvestres en estos cenotes, cerca de la ciudad de Valladolid. Para nuestra mayor sorpresa, según los estudios genéticos (de la Cruz y col., 1995), este cacao criollo es sumamente primitivo - es un residuo que proviene de la introducción antigua, así como una variedad muy distinta a las variedades criollas obtenidas por selección.

Desafortunadamente, el cacao original de Mesoamérica, a saber, la variedad criolla obtenida por selección, está desapareciendo con gran rapidez, puesto que es de producción más baja que la de otras variedades obtenidas por selección. Sin embargo, según los expertos, la variedad criolla es de mejor sabor. En la actualidad, el mercado anda en búsqueda de este cacao. Afortunadamente el cacao criollo aun se cultiva en las huertas familiares de varios grupos étnicos en Mesoamérica. Al parecer, los investigadores cuentan con una magnífica oportunidad para explorar esta antigua cosecha, así como para encontrar sistemas de producción que no solo resuciten esta variedad, sino que también la produzcan según los métodos orgánicos y, por consiguiente, que generen un mejor mercado.

### **El agroecosistema del café**

Otro ejemplo extraordinario de la importancia que tuvieron estos antiguos sistemas agrosilvícolas es el papel que pudieron haber desempeñado en la introducción del café a las Américas. El café silvestre, como el cacao, es un arbusto de sotobosque en algunos bosques tropicales de Africa, que se ha manejado desde los tiempos antiguos para la producción del café. No sabemos precisamente quién introdujo los primeros cafetos en el continente americano, ni cuándo se introdujeron. Al parecer, las primeras plantas se introdujeron en el siglo XVIII, entre los años 1713 y 1798, como legado real en varias regiones de las Américas desde México hasta Paraguay (Wellman, 1961).

Probablemente, la nueva cosecha llegó a las manos de los cultivadores del cacao en Mesoamérica, quienes sencillamente introdujeron el arbusto bajo la sombra de los cacaotales existentes. La introducción del café en el sistema agrosilvícola del cacao tuvo éxito. En la actualidad, en Tabasco, encontramos el café y el cacao creciendo bajo la sombra de los árboles leguminosos. Muchas de las especies de los árboles de sombra que se utilizaban para el cacao en las elevaciones más bajas, se utilizaban también para el café. Sin embargo, se intentó sembrar algunas especies nuevas de los mismos géneros en las elevaciones más altas en donde se podía cultivar el café, pero no el cacao, y algunos de los árboles de sombra de las tierras bajas tropicales.

### **La investigación de INIREB sobre los agroecosistemas del café**

En 1975, tuve la magnífica oportunidad de lanzar un nuevo instituto de investigación en México, el instituto nacional para la investigación de los recursos bióticos [National Research Institute of Biotic Resources] (INIREB) para la investigación científica de la biología aplicada. Entre los temas principales que nos proponíamos estudiar se contaba el de unos sistemas agrícolas tradicionales de alto rendimiento y su papel potencial en el campo de la conservación biológica y ecológica. El agroecosistema del café fue una selección lógica, puesto que Xalapa, la sede del instituto, era la capital del café".

Le propusimos al Instituto Nacional del Café (INMECAFE) un estudio ecológico del agroecosistema del café. El problema subyacente de esta investigación fue la controversia que surgió con INMECAFE respecto a una recomendación crucial por parte de los caficultores: a) el café de sombra en las plantaciones mixtas, según lo proponían INIREB y otros institutos de investigación; o b) el café sin sombra, según lo proponía INMECAFE.

Según el argumento de INMECAFE, el café de sol tiene un mayor rendimiento por unidad de espacio y permite controlar con mayor facilidad las plagas y la maleza. En nuestra opinión, el café de sombra había sido el sistema tradicional comprobado por los caficultores, por espacio de generaciones. Debido a la claridad de su definición, el problema era idóneo para la investigación experimental.

Nosotros pensamos que el agroecosistema tradicional mixto de café era un modelo maravilloso, puesto que tenía una estructura simplificada, y además poseía la mayor parte de los tipos funcionales de organismos que existen en los ecosistemas de los bosques naturales: una cubierta vegetal de árboles más alta, un estrato inferior de cobertura más baja - el café - una capa herbácea y una biota terrestre eficaz para la recuperación de nutrientes. Varios caficultores utilizaron el bosque original como receptáculo para los cafetos.

Algunas especies, o bien una sola, integran la cubierta vegetal superior de los cafetales de sombra tradicionales. La composición de las especies que integran la cubierta vegetal superior puede variar de local en local. Cada caficultor tiene sus propias preferencias, así como sus propias necesidades. Por consiguiente, contamos con una gran diversidad de especies de árboles en los

cafetales de sombra. Algunos combinan el café con otros árboles útiles. Algunos agricultores muy tradicionales introducen el café en sus huertas caseras, mayormente para el autoconsumo. Encontramos que los productores que utilizan solamente una o dos especies de sombra - mayormente del género *Inga* - suelen ser productores de mayor orientación comercial. En varias regiones que estudiamos en aquel entonces, encontramos que una mezcla de todos estos géneros se daba en cualquier región. La mayor parte de los cafetales en México durante los años 70 eran pequeños cafetales de sombra (Nolasco, 1985). En los años 70 el tamaño promedio de un cafetal era de 3,7 hectáreas. Sin embargo, un gran número de productores (45%) tenían cafetales de menos de una hectárea y un 42% contaba con cafetales que oscilaban entre una y cinco hectáreas (cuadro #2).

Encontramos que los caficultores tradicionales de pequeña escala solían tener una variedad de sistemas de cultivo: café-maíz-guisante-calabaza, caña de azúcar y otros sistemas que no son de sombra. Algunos también incluían los animales domésticos que apacentaban en los cafetales. Estos agricultores invertían una gran parte de su propio tiempo, así como una gran parte del tiempo de sus parientes en el manejo de sus cultivos. Su inversión en insumos químicos era escasa.

Una observación fundamental fue la siguiente: los agroecosistemas cafetaleros de sombra desempeñaron un papel importante en la conservación de la biodiversidad. Tienen una gran diversidad de epífitos y muchos agricultores dejaron los árboles nativos en el sistema y/o sembraron una variedad de árboles útiles.

El estudio reveló el siguiente dato importante: en los agroecosistemas cafetaleros existía una gran diversidad de aves. Según Aguilar-Ortiz (1982), el número de especies de aves que existe en el cafetal de sombra es casi igual al número de especies de aves que se encuentra en un bosque de nubes (Cuadro #3), por la razón siguiente: Las cubiertas de copas de los cafetales ofrecen protección y una gran diversidad de alimentos. Tienen varios estratos de árboles que ofrecen microespacios en los cuales se encuentran clases diversas de alimentos. En estos microespacios diversos se desarrollan una fauna y una flora rica y diversa. En este ecosistema se han vuelto a descubrir varias especies de epífitas escasas y en peligro de extinción. Por ejemplo, la siguiente lista de orquídeas que se encuentran en peligro de extinción se encuentran en los cafetales de Veracruz (V. Sosa, comunicación personal): *Acineta barkeri*, *Cyclopogon comosus*, *Lepanthes schiedei*, *Ornithocephalus iridifolius*, *Pleurothallis nubata*, *Oncidium stramineum*, *Epidendrum dressleri*, *Macroclinium pachybulbon*.

Se han efectuado otras investigaciones sobre temas diversos relacionados con el agroecosistema cafetalero (Jiménez-Avila y Gómez-Pompa, 1982; Jiménez-Avila, 1981). En 1983, Juárez efectuó un estudio interesante sobre los musgos de la zona Xalapa. El encontró en el agroecosistema cafetalero todas las especies de musgos que existen en los bosques naturales. Nos fue muy obvio que los cafetales de sombra conservan mucho mejor la biodiversidad que todos los otros sistemas agrícolas de las zonas cafetaleras. Sin embargo, el argumento de la conservación de la biodiversidad no fue el mejor argumento para persuadir a INMECAFE en contra del café de sol.

Según los caficultores que favorecen el café de sombra, un motivo importante que apoya su posición es la protección que la sombra ofrece contra la sequía y las temperaturas bajas que se producen en el invierno. Según un estudio que efectuaron Jiménez-Avila y Golberg (1982), el contenido de agua es más alto en el perfil del suelo de un cafetal de sombra *Inga* que en el del cafetal de sol, en especial durante la temporada seca.

Además, los caficultores locales añadieron los puntos siguientes: se precisa una inversión baja para tener un rendimiento cafetalero de sombra razonable; el café de sombra requiere una intensa mano de obra, generalmente por parte de la familia, para el manejo de la luz, una herramienta fundamental para el aumento del rendimiento, así como para la poda de los cafetos y los árboles de sombra y para substituir los cafetos más antiguos. Aprendimos que estos sistemas pueden mantenerse por largo tiempo sin insumos químicos. Encontramos cafetales productivos en los cuales nunca se habían utilizado pesticidas ni abonos químicos.

El papel que desempeñan los árboles leguminosos de sombra en el presupuesto y en el ciclo de nutrientes es un tema importante en el estudio cafetalero. Joan Roskoski (1982) estudió la fijación del nitrógeno en el cafetal y encontró que los nódulos de *Inga jinquil* abastecían hasta el 78% del nitrógeno que se recomienda en la aplicación del abono. También encontró que el otro *Inga*, *I. leptoloba*, no producía los nódulos. Esta fue una revelación importante que apoya nuestra recomendación de que se utilice el *Inga jinicuil* para la sombra. Es lamentable que el estudio de los árboles fijadores de nitrógeno en los agroecosistemas tradicionales no haya avanzado mucho luego de los primeros estudios pioneros.

Una de las más importantes características de los sistemas silvícolas es su capacidad de fijar y de reciclar los nutrientes de manera muy eficaz. Este reciclaje se hace mediante la producción de la materia orgánica, su descomposición por medio de los microorganismos del suelo y su nueva fijación mediante las diversas capas y su micorriza. Este proceso puede medirse indirectamente, según la cantidad de hojarasca que produzca el sistema. Según un estudio de Jiménez-Avila (1979), el cafetal mixto y el cafetal que contiene *Inga jinicuil* producen una mayor cantidad de hojarasca que la producida por el bosque de nubes (Cuadro #4).

En base a estos resultados, recomendamos que INMECAFE abandonara la idea de fomentar el café de sol entre los caficultores minifundistas, puesto que éste presenta riesgos económicos porque requiere una inversión en efectivo para las plantas nuevas y para los insumos químicos que no se encuentran a la disposición de la mayoría de los caficultores. También, conlleva el peligro de obligarlos a endeudarse en un mercado internacional que es difícil de predecir y, además, pondrá a sus familias en una posición de mayor vulnerabilidad si decae el precio. Por otra parte, el café de sombra ofrece algunas ventajas: requiere una escasa inversión de capital, tiene una vida de mayor duración, precisa una menor cantidad de fertilizantes, no requiere insumos químicos y permite que se siembren otros cultivos. También recomendamos que en el fomento del café se incluyan otros árboles útiles que tengan potencial económico. Además, un motivo fundamental por el cual respaldamos el café de sombra es debido al papel que desempeña para evitar la erosión de la tierra,

así como para la conservación del agua, y para la conservación biológica. La función que desempeña el café en la conservación biológica no fue un argumento de mayor importancia en los años 70, a pesar de que la información generada por INIREB fuera sumamente persuasiva. Sin embargo, no existía en esos años, la opción de un mercado para el café orgánico ni para el café propicio para el medio ambiente.

Los argumentos tuvieron escaso impacto sobre INMECAFE, el cual siguió con su programa de café de sol y de insumos químicos. Afortunadamente, el programa no tuvo éxito. La mayoría de los caficultores minifundistas continuaron con sus prácticas tradicionales. En 1989, después de una de las peores crisis por las que atravesara el precio del café, el gobierno de México cerró INMECAFE, cuando la opción de la agricultura orgánica recién estaba surgiendo. Afortunadamente, algunos productores que se sentían desalentados por los precios bajos, optaron por convertir sus campos a la agricultura orgánica. No fue tan difícil, puesto que los pesticidas y los abonos químicos se utilizaban escasamente. Ellos tuvieron éxito y, como ustedes bien lo saben, muchos otros se sumaron. En la actualidad, México es el productor de café orgánico de mayor importancia.

Es emocionante presenciar el crecimiento del mercado del café orgánico. La señal es buena cuando algunos consumidores recalcan algunos temas agrícolas fundamentales. Desafortunadamente, estamos sumamente atrasados en la investigación de estos campos. La investigación agrícola aun se orienta decididamente hacia la producción alta a cualquier precio. La agricultura orgánica de bajos insumos tiene escasa prioridad en la investigación agrícola. Desalienta ver el continuo apoyo que reciben los sistemas de producción no sostenibles a todos los niveles, como por ejemplo, la cría extensa de ganado que no solo crea escasas posibilidades de trabajo, sino que también causa la deforestación masiva.

### **El proyecto PROAFT**

En los últimos cuatro o cinco años he estado trabajando con la organización no gubernamental (ONG) PROAFT A.C. en un proyecto comunitario de investigación sobre el desarrollo sustentable de la zona tropical de México. Nosotros buscamos planes de microdesarrollo alternativos que tomen en cuenta la cultura local y la conservación de la biodiversidad y, más importante aun, las necesidades y las aspiraciones de la gente para mejorar la calidad de la vida. En este proyecto se están aplicando algunas de las recomendaciones de los estudios agroecológicos de INIREB.

Cada comunidad elige un proyecto silvícola sustentable para implementarlo con nuestra colaboración. Se alienta a la comunidad para que planifique usos variados de la tierra. Por ejemplo, una comunidad en Mochochá, Yucatán, ha decidido trabajar en el campo de la producción minifundista sustentable de ganado. Ellos elaboraron un plan para el uso de la tierra, en base a una serie de sistemas sustentables que incluyen árboles nativos para el sustento de la cría de ganado y la conservación de la biodiversidad. Otros han decidido que sería una mejor alternativa investigar los productos comerciales orgánicos.

En nuestro programa se trabaja con los participantes para ayudarles a encontrar mercados para sus productos. Cada proyecto se basa en un acuerdo llamado Alianza Tripartita (del Amo, y col., 1993), entre la comunidad, una organización local bien conocida y de confianza en la comunidad y nuestro programa (PROAFT A.C.). Tenemos 26 alianzas con diversos grupos campesinos en los trópicos de México. Nos pareció que el mercado de productos orgánicos sería una buena opción parcial, puesto que un gran número de productores mexicanos no utilizan los insumos químicos. En nuestra opinión, la producción orgánica debería complementarse con otras prácticas de conservación: prácticas ambientalistas, biológicas y genéticas. Esperamos que en el futuro se exijan no solo productos de cultivo orgánico, sino también productos cultivados por personas que manifiesten su interés por la conservación biológica y ecológica. Estos productos deberán ser el resultado de prácticas justas hacia la gente que participa en la producción.

El café de sombra con *Inga* u otras especies de árboles es de mayor beneficio para la conservación biológica que la cría de ganado, pero no sustituye la necesidad de proteger algunas zonas naturales de la región. Esta protección es importante para la comunidad, para la región y para el país. Asegura la protección de un gran número de especies desconocidas de plantas, animales y microorganismos que no cuentan con la protección de los agroecosistemas.

Según sus riquezas, los ecosistemas oscilan entre los que poseen escasas especies (la caña de azúcar) y especies variadas (agrosistemas silvícolas del café mixto). Desde el punto de vista genético, existen los ecosistemas pobres (sistemas monoespecíficos de semillas híbridas) y los ricos (huertos tradicionales de tipo casero) (véase el cuadro # 5). Desde el punto de vista ecológico, ciertos agroecosistemas tienen un gran impacto sobre otros sistemas (la ganadería), mientras que otros tienen un menor impacto (sistemas agroforestales).

Una buena mezcla de sistemas artificiales y ecosistemas naturales produce una mejor calidad de vida para todos y, además, los productos pueden tener un mercado más sofisticado. La certificación verde deberá convertirse en un mecanismo más preciso y más regulado, con un mayor acceso para los productores pequeños, que tome en cuenta estas otras actividades. Yo anticipo un crecimiento acelerado del mercado que consume productos de alta calidad que "favorecen el medio ambiente". En ese caso, los productores deberán prepararse colectivamente para negociar y comercializar sus productos con las empresas importantes de productos alimenticios que manifiesten su interés por este mercado. Si esto se hace de manera correcta, se generará un mercado más amplio para los productores, una mayor confianza para los consumidores y un logro importante en la conservación de la biodiversidad.

Los seres humanos se han vuelto el factor más importante en la transformación de nuestro planeta. Hemos tenido un impacto sobre los ecosistemas naturales y los hemos transformado con un alcance, una velocidad y una intensidad sin precedentes. Se anticipa que esta tendencia continuará produciéndose con creces. Los que manifestamos una inquietud por la suerte de nuestro medio ambiente esperamos tener alguna influencia sobre la dirección que tomen los cambios para ayudar

en lo que sea posible a resguardar la diversidad de la vida en nuestro planeta, para nuestro propio beneficio, así como para el beneficio de las generaciones futuras.

Para lograrlo, debemos diseñar agroecosistemas y métodos de mejor calidad para el manejo de la tierra. Debemos preocuparnos no solo por la calidad de los alimentos que ingerimos, sino también por la calidad del medio ambiente ecológico y económico en el cual se producen esos alimentos. Como científicos, productores, consumidores y conservacionistas, tenemos una obligación hacia los niños del futuro.

### Referencias

- Aguilar-Ortiz, F. 1982. Estudio ecológico de las aves del cafetal. En: Jiménez-Avila E. y Gómez-Pompa, A. (eds). 1982. *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero*. México, D.F.: CECSA-INIREB. pp. 103-128.
- Altman, N. 1994. *Sacred Trees*. Sierra Club Book. 244 pp.
- Baleé, William L. 1994. *Footprints in the Forest: Ka'apor ethnobotany-- the historical ecology of plant utilization by an Amazonian people*. New York: Columbia University Press.
- Barbault, R. (coordinador). 1996. Generation, maintenance and loss of biodiversity. En: Heywood, V.H. (editor). *Global Biodiversity Assessment*. UNEP. Cambridge University Press. pp. 193-274.
- Cuatrecasas, J. 1964. Cacao and its Allies: a Taxonomic Revision of the Genus *Theobroma*. *Contr. U.S. National Herbarium* 35 (6): 379-614.
- Chiapi, C., M. Soto, L. Giddings & L. Gama. 1995. *Modificaciones ecológico-paisajísticas*. Manuscrito.
- Coe, S. D. & M.D. Coe. 1996. *The True History of Chocolate*. New York: Thames and Hudson. 280 pp.
- de la Cruz, M. 1994. Origin and Evolution of *Theobroma cacao*. L. Tesis de doctorado. Universidad de California, Riverside.
- de la Cruz, M., R. Whitkus, A. Gómez-Pompa y L. Mota-Bravo. 1995. Ancient cacao cultivar confirmed with molecular markers. *Nature* 375: 542-543.
- del Amo R., S. A. Gómez-Pompa, A. Roldán & A. Kaus. 1993 Tripartite alliances: lessons for conservation and sustainable development. En: Ferrera Cerrato, R. y R. Quintero Lizaola (eds.). *Agroecología, sostenibilidad y educación*. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados Montecillo, Estado de México. pp. 8-18.
- Easterbrook, G. 1995. *A moment on the Earth*. Penguin Books. pp. 560-561.

- Foster, D. R. 1992. Land-use history (1730-1990) and vegetation dynamics in Central New-England, U.S.A. *Journal of Ecology* 80(4): 753-772.
- Gómez-Pompa, A. 1971. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. *Biotropica* 3: 125-135.
- Gómez-Pompa, A. 1987. On Maya Silviculture. *Mexican Studies* 3(1): 1-17.
- Gómez-Pompa A., J.S. Flores-Guido, M. Aliphath. 1990. The Sacred Cacao Groves of the Maya. *Latin American Antiquity* 1: 246-257.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1992. Taming the Wilderness Myth. *BioScience* 42 (4): 271-279.
- Gómez-Pompa, A. C. Vásquez-Yanes, S. Guevara. 1972. The Tropical Rain Forest: a Non Renewable Resource. *Science* 177: 762-765.
- Heywood, V.H. (editor). 1995. *Global Biodiversity Assessment*. UNEP Cambridge University Press.
- Heywood, V. H., G. M. Mace, R. M. May and S. N. Stuart. 1994. Uncertainties in Extinction Rates. *Nature* 368 (6467): 105.
- Jiménez-Avila, E. 1979. Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero: I Estructura de los cafetales de una finca cafetalera en Coatepec, Veracruz, México, *Biotica* 4:1-12.
- Jiménez-Avila, E. 1979. Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero: II Producción de materia orgánica en diferentes tipos de estructura. México. *Biotica* 4 (3)109-126.
- Jiménez-Avila, E. 1981. *Ecología del agroecosistema cafetalero*. Tesis de doctorado (ciencias). Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Jiménez-Avila, E. y A. D. Golberg. 1982. Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero. III. Efecto de diferentes estructuras vvegetales sobre el balance hídrico del cafetal. En: Jiménez-Avila E. y Gómez-Pompa A. (eds.). 1982. *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero*. México, D.F.: CECSA-INIREB.
- Jiménez-Avila E. y Gómez-Pompa, A. (eds.). 1982. *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero*. México, D.F.: CECSA-INIREB. 143 pp.
- Juárez, L. G. 1983 Los Musgos de Coatepec. *Biotica* 8(1): 49-58.
- Lugo, A. 1988. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. En: E. O. Wilson. *Biodiversity*. National Academy Press. pp. 58-70.
- Millon, R. F. 1955. When Money Grew on Trees: A Study of Cacao in Ancient Mesoamerica. Tesis de doctorado, Columbia University.



- Myers, N. 1989. Extinction Rates Past and Present. *Bioscience* 39(1): 39.
- Nolasco, M. 1985. *Café y sociedad en México*. Centro de Ecodesarrollo. México, D.F. 454 pp.
- Pimm, S.L. y J.L. Gittleman. 1992. Biological Diversity: Where is it? *Science* 255 (5047): 940.
- Piñeda, Juan de. 1908. Descripción de la Provincia de Guatemala, 1594 En: Manuel Serrano y Sanz (ed.) *Relaciones históricas y geográficas de América Central*. pp. 415-471. Madrid.
- Posey, D. A. 1983. A Preliminary Report on Diversified Management of Tropical Forest by the Kayapo Indians of the Brazilian Amazon. En: G.T. Prance y J.A. Kallunki eds. *Ethnobotany in the Neotropics*. pp. 112-126. New York Botanical Garden.
- Roskoski, J. P. 1982 Nitrogen Fixation in a Mexican Coffee Plantation. *Plant and Soil* 67:283-291.
- Steadman, D.W. 1995 Prehistoric Extinctions of Pacific Island Birds: Biodiversity Meets Zooarchaeology. *Science* 267:1123-1131.
- Solbrig, O. y D.J. Solbrig. 1994. *So Shall You Reap: Farming and Crops in Human Affairs*. Washington, D.C.: Island Press.
- Sosa, V y A. Gómez-Pompa. 1994. Lista florística. *Fascículos de la Flora de Veracruz* 83: 1-245.
- Stork, N.E. 1996. Measuring Global Biodiversity and its Decline. En Reaka-Kudla, M. L., D.E. Wilson & E. O. Wilson (eds.). *Biodiversity II*. Joseph Henry Press. pp. 41-68.
- Torquemada, Juan de. 1723. *Los veinte i un libros rituales i Monarchia Indiana*, 3 tomos. Madrid.
- Turner II, B.L. y col. (editores). 1990. *The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere Over the Past 300 Years*. Cambridge University Press with Clark University.
- Wellman, F.L. 1961. Coffee. En: N. Polunin (editor). *World Crops Books*. University Press, Aberdeen.
- Wilson, E. O. 1993. Biophilia and the Conservation Ethic. En: Kellert, S. R. & O. Wilson. (eds.) *The Biophilia Hypothesis*. Island Press. pp. 31-41. 1993.