

# El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras\*

The Impact of Coffee Production on Biodiversity, Landscape Transformation and Invasive Exotic Species

L'impact de la production de café sur la biodiversité, la transformation du paysage et les espèces exotiques envahissantes

Ángela Rojas Sánchez\*\*, Karen Hartman Ulloa\*\*\*, Rafael Almonacid Márquez\*\*\*\*

*Recibido: 2012-02-15 // Aceptado: 2012-02-17 // Evaluado: 2012-03-22 // Publicado: 2012-06-30*

Cómo citar este artículo: Rojas, A.; Hartman, K.; Almonacid, R. (2012). El impacto de la producción de café sobre la biodiversidad, la transformación del paisaje y las especies exóticas invasoras. En *Ambiente y Desarrollo XVI* (30); 93-104

Código SICI: 0121-7606(201206)16:30<93:IPCSLB>2.0.TX;2-L

## Resumen

El presente estudio es el resultado de una investigación sistemática en seis bases de datos de publicaciones académicas: Ebsco Host Academic, ProQuest, ScienceDirect, ISI Web of Science, JSTOR y BioOne. Se implementaron 16 criterios de búsqueda para los cuales se utilizó el operador booleano AND entre palabras clave como Coffee, crops, plantations, biodiversity, landscape, Agroforestry, invasive species, fragmentation. El objetivo del estudio fue describir de manera sintética el impacto de los sistemas de producción de café sobre el paisaje y la biodiversidad, incluyendo la introducción de especies exóticas invasivas, a nivel global y específico en Colombia. Los resultados permiten constatar que el efecto de la transformación del paisaje actúa como una reacción en cadena, la suma de los impactos locales logran alterar la biodiversidad a nivel global, los procesos ecológicos y climáticos, como también el ámbito socioeconómico, así mismo, se destacaron los beneficios del café con sombra en la conservación de especies de flora y fauna nativas, ya que presenta características similares a las de los bosques que aún no han sido intervenidos por el hombre.

**Palabras clave:** café, biodiversidad, especies invasoras, transformación del paisaje, Colombia

**Palabras clave descriptores:** Procesamiento del café, diversidad biológica, evaluación del impacto ambiental.

---

\* Este artículo es de revisión y surge como producto de la investigación en la maestría en Gestión Ambiental de la Pontificia Universidad Javeriana.

\*\* Microbióloga, Universidad de los Andes. E-mail: ang.roja@gmail.com

\*\*\* Microbióloga Industrial, Pontificia Universidad Javeriana. E-mail: nerak\_59@hotmail.com

\*\*\*\* Antropólogo, Universidad Externado de Colombia. E-mail: almonacid18@hotmail.com

## Abstract

This study is the result of a systematic research in six databases of academic publications: Ebsco Host Academic, ProQuest, ScienceDirect, ISI Web of Science, JSTOR and BioOne. We implemented 16 search criteria and used the Boolean operator AND between keywords such as coffee, crops, plantations, biodiversity, landscape, agroforestry, invasive species, fragmentation. The purpose of this study was to synthetically describe the impact of coffee production systems on landscape and biodiversity, including the introduction of invasive exotic species both globally and specifically in Colombia. The results allow us to confirm that the effect of landscape transformation works as a chain reaction; the conjunction of local impacts alters global biodiversity, ecological and climate processes, as well as socio-economic conditions. The benefits of shade-grown coffee in flora and fauna conservation are particularly outstanding, as it has characteristics similar to those of forests that have not been altered by humans.

**Key words:** coffee, biodiversity, invasive species, landscape transformation, Colombia.

**Key words plus:** Coffe –processing, biological diversity, environmental impact analysis.

## Résumé

Cette étude est le résultat d'une recherche systématique dans six bases de données de publications académiques: Ebsco Host Academic, ProQuest, ScienceDirect, ISI Web of Science, JSTOR et BioOne. Seize (16) critères de recherche ont été implémentés et pour eux aussi, il a été utilisé l'opérateur booléen «AND» parmi les mots clés comme: coffee, crops, plantations, biodiversity, landscape, Agroforestry, invasive species, fragmentation. Le but de l'étude a été celui de décrire d'une manière résumée l'impact des systèmes de production du café sur le paysage et la biodiversité en incluant l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, à niveau global et spécifiquement en Colombie. Les résultats permettent de constater l'effet de la transformation du paysage qui agit comme une réaction en chaîne, l'addition des impacts locaux qui arrive à modifier la biodiversité à niveau global, les processus écologiques et climatiques et aussi, le milieu socioéconomique. Également, les bénéfices du café d'ombre en la conservation d'espèces de flore et faune native sont mis en évidence car ils présentent des caractéristiques similaires à celles des bois qui n'ont pas encore été intervenus par l'homme.

**Mots-Clés:** Café, biodiversité, espèces envahissants, transformation du paysage, Colombie.

**Mots-clés descripteur:** Traitement du café, biodiversité, évaluation de l'impact de l'environnement.

## Introducción

El paisaje cultural cafetero, que se distingue como la región donde se produce y cultiva café, ha ocupado un lugar especial desde el punto de vista social, económico y cultural, desde el siglo XIX hasta la actualidad (Macip-Rios et al., 2008). La transformación de paisajes en las regiones tropicales y la intensificación de los monocultivos ha sido una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, heterogeneidad de ecosistemas y cambios en la estructura vegetal, entre otros (Guhl, 2004). La agricultura reemplaza los ecosistemas más diversos y heterogéneos por ecosistemas homogéneos y simples (Guhl, 2009).

Los sistemas de café se caracterizan por presentar diversas formas de manejo, haciéndolo más amigable con los ecosistemas en cuanto a la oferta de bienes y servicios ambientales. Teniendo en cuenta la tipología de Moguel y Toledo, creada para los cafeteros en México, se pueden identificar cinco tipos de sistema de producción, basados en el sombrío y el dosel, tres de caficultura tradicional (rústico, policultivo tradicional, policultivo comercial) y dos de sistemas intensivos (sombrío de una sola especie y monocultivo sin sombra) (Guhl, 2009).

A continuación se presenta una caracterización de los sistemas productivos:

- Rústico: el café es sembrado bajo la sombra de los árboles originales de la selva tropical. Este tipo de sistema está asociado a un bajo consumo de insumos.
- Policultivo tradicional: el café es sembrado bajo el bosque original, con otro tipo de cultivos de frutas y maderas. Se caracteriza por ser un sistema más complejo.
- Policultivo comercial: los árboles originales del bosque son reemplazados por otras especies útiles como sombrío.
- Sombrío de una sola especie: se usan los árboles de especies leguminosas como sombrío solamente.
- Monocultivo sin sombra: sistema de intensificación, sin sombra, el cual requiere de más insumos y fertilizantes (Guhl, 2009).

El sistema de producción del cafeto y su intensificación, ha jugado un papel importante en la historia de Colombia a nivel social, económico y político, generando un gran impacto sobre el paisaje de algunas regiones del país. Se ha identificado en los Andes colombianos dos grandes transformaciones de paisaje asociadas con el café. La primera fue la consolidación de la economía cafetera (1850-1970) y la segunda la intensificación de la producción del grano, (1970-presente), cada una asociada a un sistema de producción diferente, el primero bajo el sistema tradicional o bajo sombra, y el segundo bajo un sistema tecnificado. Es común en ambos sistemas encontrar otro tipo de cultivos como maíz, yuca, frijol, guadales, potrero principalmente (Guhl, 2004). El uso de la sombra excesiva puede llevar a que se vea afectada o limitada la producción, a diferencia del exceso del sol que aumenta la demanda del uso de fertilizantes, por pérdida de nutrientes y erosión del suelo. En Colombia la tradición se dirige especialmente hacia los sistemas de producción más intensivos, aunque existen regiones en donde estos modelos no son funcionales, por sus condiciones climatológicas. El café sembrado en la Sierra Nevada de Santa Marta o en Santander, con temporadas de sequía prolongadas, hacen necesario la implementación de modelos bajo sombra, lo que hace de éstos, un sistema agroforestal más diverso y amigable con la biodiversidad (Guhl, 2009). El sistema tradicional de cultivo bajo sombra en Colombia, se ha dado mediante la utilización de árboles altos, con la función principal de ofrecer sombra permanente, protegiendo tanto el cultivo como los suelos de la intensidad lumínica producida por los rayos del sol (Cortés, 2004), conservando las características fisicoquímicas y la temperatura del suelo (Paz et al., 2007). Múltiples estudios han comprobado que el desarrollo de los cultivos de café ha mejorado, debido a la optimización de las propiedades organolépticas a través de la práctica tradicional del cultivo de café bajo sombra (Bosselmann et al., 2009). El objetivo de este artículo es describir de manera sintética el impacto que tienen los sistemas de producción de café en países productores a nivel global y especialmente en Colombia, basados en tres parámetros: (1) la transformación del paisaje; (2) la biodiversidad; y (3) las especies invasoras.

## Métodos

### La búsqueda de fuentes

Se realizó una investigación sistémica en seis bases de datos de publicaciones académicas: Ebsco Host Academic, ProQuest, ScienceDirect, ISI Web of Science, JSTOR y BioOne, para ello, se utilizaron 16 criterios de búsqueda a través del operador booleano AND, entre palabras claves como Coffee, crops, plantations, biodiversity, landscape, Agroforestry, invasivespecies, fragmentation, entre otras.

### Fase I

Para cada uno de los tres objetivos: 1) Configuración del paisaje, 2) Biodiversidad nativa y 3) Especies exóticas invasoras, con base en la experiencia de las primeras búsquedas, (Coffee, crops, plantations, biodiversity, landscape, Agroforestry, invasive species, fragmentation) se definieron criterios más específicos con el ánimo de filtrar la información. Se utilizó un único operador booleano (AND) para unir las palabras clave identificadas en un mismo criterio de búsqueda. En total se necesitaron más de 16 criterios compuestos, para la búsqueda.

### Fase II

Se hizo la búsqueda puntual de algunos artículos referidos de Google Academic, Redalyc y en Cenicafé, el Centro Nacional de Investigaciones del Café.

### Selección de fuentes y sistematización

Debido a la amplia información que permite evidenciar la extensa producción científica sobre los factores asociados a la biodiversidad, al uso del suelo y a la transformación del paisaje en el sistema productivo del café, se realizó una matriz con el fin de organizar los resultados recopilados durante las fases descritas. Esta incluyó el nombre de la base de datos, el criterio de búsqueda (por ejemplo: CoffeePlantations AND InvasiveSpecies), el nombre del artículo, y las referencias bibliográficas.

### Análisis de la información

Al completar el proceso de sistematización, se elaboró una nueva matriz para el análisis de la información. Se realizó un filtro de selección para cada uno de los objetivos: Configuración de paisaje, biodiversidad nativa y especies exóticas invasoras, con el fin de elaborar un paneo sobre el sistema productivo del café, desde lo general hasta lo particular. En este caso, a nivel global en Latinoamérica, y finalmente en Colombia.

Esta matriz de análisis incluyó para su elaboración y en cada uno de los tres objetivos: el nombre del artículo, número de referencia, a que fue incluido al final del estudio; la ubicación espacial de la investigación, Global, Latinoamérica, Colombia; síntesis del resumen, así como la síntesis presentada de los resultados, las conclusiones del estudio y los temas principales.

### Resultados

Después del proceso descrito se identificó que existe un debate entre el tipo de producción cafetera con sombra y aquella que no la utiliza, convirtiéndose en un eje transversal de vital importancia para conocer y comprender los tipos de biodiversidad presente, su variación, y las dinámicas en la transformación del paisaje que se presentan en los sistemas de producción del café.

## Transformación del paisaje

La transformación del paisaje se puede entender como una respuesta a las necesidades básicas demandadas por el hombre, la cual genera una fuerte presión sobre los sistemas ecológicos. La deforestación descontrolada para sostener la expansión agrícola y ganadera ha sido uno de los principales causantes de transformación. Las zonas más vulnerables al cambio son aquellas que tienen mayor accesibilidad a los asentamientos humanos (Etter, Mcalpine, Wilson, Phinn & Possingham, 2006).

La agricultura ha alterado radicalmente los paisajes y ecosistemas del planeta. Estas transformaciones cambian la oferta de bienes y servicios ambientales y, por ende, afectan el bienestar de la sociedad. La agricultura moderna ha generado impactos ambientales muy serios. Ante este escenario se han fortalecido sistemas productivos que reducen el impacto ambiental y mejoran las condiciones de vida de los productores. El cultivo del café bajo sombra es uno de los sistemas productivos más amigables con el entorno (Guhl, 2009).

La transformación de la región Andina se ha dado por el aumento de la población y la necesidad de encontrar tierras cultivables para conseguir alimentos, lo cual ha llevado a la colonización de las mismas. En Colombia las zonas que presentan una mayor transformación están entre 500 m y 3000 m a diferencia de las zonas bajas que presentan pocas, pero con una mayor proporción de pastos; en alturas superiores a los 3500 m la transformación tiende a ser nula por las condiciones climáticas extremas (Etter et al., 2000).

De manera general, se ha identificado que el proceso de transformación del paisaje, se presenta entre sistemas de café con sombrero a menos sombra, o lo más frecuente, cultivos sin sombra, (Rice, 1999). La producción de café, ha traído una atención considerable a nivel mundial, debido a su importancia económica, social y ecológica (Perfecto & Vandermeer, 2002). Sin olvidar que una de las principales causas de intensificación de estos sistemas agroforestales es el amplio acceso a los mercados y al uso de productos agroquímicos, impulsándolos a convertirse en nuevos sistemas más intensivos y simplificados, como los monocultivos (García, Bhagwat, Ghazoul, Nath, Konerira, Kushalappa, Raghuramulu, Robert, & Vasst, 2010). Así se estima que alrededor del 67 por ciento de 3.1 millones de hectáreas de tierra de café, en el norte de Latinoamérica han sido afectadas por la intensificación (tecnificada o semi-tecnificada). Actualmente nuevos enfoques de conservación y desarrollo, abordan explícitamente, paisajes compuestos por tierras agrícolas y forestales, en lugar de áreas protegidas y bosques. La tendencia de la intensificación de sistemas agroforestales de café, no es sólo en Latinoamérica sino también es un fenómeno a nivel mundial. Por ejemplo, en un estudio realizado en Kodagu, India, además de comprobar la misma tendencia a la intensificación de sistemas agroforestales, la posibilidad de que la producción agrícola pueda ser compatible con la conservación de la biodiversidad, tanto en Kodagu como en otros lugares del mundo, parece ser muy difícil (García et al., 2010).

En Latinoamérica se encontró una tendencia a la reducción de cultivos de café con sombrero, así mismo una preocupación entre los conservacionistas, debido a sus posibles implicaciones para la pérdida de biodiversidad (García et al., 2010). Los resultados obtenidos en estudios realizados en Colombia, indican que, la intensificación de la producción cafetera está acompañada de una reducción del área en café y pastos, aumentando el área de cultivos agrícolas (en su mayoría monocultivos) lo que sugiere una diversificación del paisaje. Es por esto que los sistemas de producción han cambiado en el 48% de los municipios cafeteros; también se halló que, la presencia de árboles de sombrero además de contribuir a la protección de los suelos y del hábitat para distintos organismos, pueden generar alguna fuente de ingreso para la subsistencia de algunos caficultores, debido a que los árboles de sombrero y sus productos asociados representan entre el 20% y 30% de los ingresos de un pequeño productor, (Guhl, 2006). Al analizar los efectos de la sombra en la calidad física del café y en la calidad sensorial de la taza de café, se realizó un estudio con 94 parcelas, en 16 granjas, en dos municipios (Timaná y Oporapa), que se encuentran en un rango de altura entre 1272 a 1730 msnm, en el departamento del Huila, Colombia. El estudio fue diseñado con énfasis en la variación de la cubierta de sombra dentro de cada una de las áreas estudiadas, con el objetivo de reducir al mínimo la variabilidad del medio ambiente, y así mismo,

los sistemas de producción diferentes al de sombra. El procesamiento poscosecha, demostró que los atributos sensoriales fueron influenciados negativamente por la sombra, y que los atributos físicos fueron influenciados positivamente por la altitud (Bosselmann, Dons, Oberthur, Olsena, Reabilda, & Usmac, 2009). Se estimaron algunas propiedades físicas de suelos cultivados con café en Colombia, evidenciando que los suelos bajo sombra, presentan una mayor densidad de materia orgánica, con una mejor capacidad de retención de la humedad, comparado con los suelos a libre exposición, lo cual determinan un mayor índice de estabilidad estructural en los cafetales con sombrero medio y sin sombrero (Paz & Sánchez, 2007).

## Sobre la biodiversidad

La intensificación del sistema de producción de café impacta directamente la biodiversidad, debido a que va degradando la cobertura vegetal y reduciendo el número de especies animales y vegetales nativas de la zona de plantación.

Sin embargo, se ha evidenciado una diferencia entre el monocultivo sin sombra y aquel que lo implementa. En el estudio de Moguel & Toledo (1999), en México, se demuestra que los monocultivos con sombra protegen al bosque de la deforestación, lo que permite que se preserve y aumente la biodiversidad nativa porque sirve de refugio para las especies de plantas y animales como árboles, epífitas, mamíferos, aves, reptiles, anfibios y artrópodos, comparado con los monocultivos bajo el sistema intensificado (Moguel & Toledo 1999). La diversidad de especies encontradas en los cafetales bajo sombra es similar a la encontrada en bosques naturales (Tejada-Cruz & Sutherland, 2004). En la revisión de literatura, vale resaltar, también se encontró un estudio en contra de las afirmaciones anteriores donde se pone en duda, si es una estrategia más económica que conservacionista (Rappole, King, & Vega, 2003).

Los paisajes que son transformados para establecer cafetales, tienden por lo general a ser bosques mesófilos y tropicales perennes, a los que se asocian especies de anfibios (Santos-Barrera & Urbina-Cardona, 2011), reptiles, artrópodos y mamíferos propios de la región (Macip-Ríos & Muñoz-Alonzo, 2008). Los agroecosistemas cafeteros con vegetación compleja, ayudan a mantener una alta riqueza de especies, a mayor distancia del bosque, como es el caso de las plantas epífitas en los bosques nativos y en los cafetales conformados en policultivos (Moorhead, Philpott, & Bichier, 2010).

Es también uno de los pocos sistemas productivos capaces de sostener una comunidad de mamíferos de muy diversas especies, a pesar de la transformación de la vegetación original, ya que mantiene los estratos arbóreos del café de sombra, lo que proporciona una buena fuente de alimento, refugio, nidos y protección para los mamíferos. Los mamíferos más susceptibles serían las especies que dependen de los árboles, principalmente: el oso hormiguero, el puercoespín, el tigrillo, el mapache y el coati (Faminow & Rodríguez, 2001).

En el caso de las especies de amplia distribución como las aves migratorias (Tejada-Cruz & Sutherland 2004), y los murciélagos (Kraken-Castañeda & Pérez-Consuegra, 2011), además existen estudios que muestran al café bajo sombra como refugio de paso para este tipo de animales. Un estudio realizado en el departamento del Cauca en Colombia con mariposas, determinó el efecto del tamaño del parche sobre la población, el cual no evidenció un aumento de población, pero sí una mayor movilidad hacia la matriz de café de sombra, frente a la de café de sol (Velasco, Roper, & Armbrrecht, 2010).

No existen estudios con información exacta de la diversidad de la herpetofauna dentro del agroecosistema cafetero con sombra o sin sombra (Faminow & Rodríguez, 2001). Un estudio realizado en México por Santos-Barrera & Urbina-Cardona determinó que la diversidad y abundancia de los anfibios dependen del tipo de matriz adyacente al bosque; el interior del bosque proporciona a los anfibios mayor humedad relativa, lo que hace del café bajo sombra un mejor refugio para estas especies, comparado con otro tipo de monocultivos (Santos-Barrera, & Urbina-Cardona, 2011).

A su vez, el Centro Nacional de Investigaciones de Café en Colombia (CENICAFÉ-FNC), ha efectuado estudios con el objetivo de conocer y conservar la biodiversidad de las diferentes regiones cafeteras del país, entre las cuales se encuentra el departamento de Santander, la Sierra Nevada de Santa Marta, los departamentos de Antioquia, Huila y Nariño, y la zona cafetera del Quindío, Armenia y

Manizales, principalmente. Un avance técnico-cuantitativo fue el estudio para identificar a nivel regional la biodiversidad de las zonas cafeteras, en el que los resultados arrojaron una amplia diferencia en el número de especies de aves, anfibios, reptiles, artrópodos y mamíferos por hábitat. La mayor diversidad de plantas se encontró en los parches de bosques secundarios o de rastrojos altos (60% y 70%), cuya composición está menos alejada de las actividades humanas. En cuanto a las aves, la mayoría se encuentran en los cafetales con sombra, ya que es un hábitat dominante, que a pesar de ser un sistema productivo, la presencia de árboles provee recursos necesarios para una gran diversidad de especies (50% a 70%). Por último, el mayor número de especies de hormigas fue encontrado en áreas que posiblemente cumplen la función de corredores de fauna como son las cercas vivas y los cafetales con sombra en cañada (Clavijo, Durán, Vélez, García, & Botero, 2008).

En la Tabla 1 se observan las cinco especies más abundantes en plantas, aves y hormigas en tres regiones cafeteras colombianas.

**Tabla 1:**  
Cinco especies más abundantes de plantas, aves y hormigas, en las localidades de El Cairo, Támesis, y Santander

	<i>El Cairo</i>	<i>Támesis</i>	<i>Santander</i>
	Café ( <i>Coffea arabica</i> )	Café ( <i>Coffea arabica</i> )	Café ( <i>Coffea arabica</i> )
	Arbusto Asteraceae ( <i>Austroeupeatorium inulaefolium</i> )	Arbusto ( <i>Austroeupeatorium inulaefolium</i> )	Árbol Myrtaceae ( <i>Calycolpus moritzianus</i> )
Plantas	Guamo rabo de mico ( <i>Inga codonantha</i> )	Tuno ( <i>Miconia caudata</i> )	Chagualo ( <i>Myrsine guianensis</i> )
	Plátano ( <i>Musa X paradisiaca</i> )	Lechero rojo ( <i>Euphorbia cotinifolia</i> )	Carate ( <i>Vismia baccifera</i> )
	Guayabo ( <i>Pisidium guajava</i> )	Nogal cafetero ( <i>Cordia alliodora</i> )	Mestizo ( <i>Cupania americana</i> )
	Tiranuelo matapalos ( <i>Zimmerius viridiflavus</i> )	Azulejo ( <i>Thraupis episcopus</i> )	Azulejo ( <i>Thraupis episcopus</i> )
	Mirla ollera ( <i>Turdus ignobilis</i> )	Tiranuelo matapalos ( <i>Zimmerius viridiflavus</i> )	Tiranuelo matapalos ( <i>Zimmerius viridiflavus</i> )
Aves	Azulejo ( <i>Thraupis episcopus</i> )	Semillero cariamarillo ( <i>Tiaris olivaceus</i> )	Tángara rastrojera ( <i>Tangara vitriolina</i> )
	Pío-Judío ( <i>Saltator striatipectus</i> )	Amazilia coliazul ( <i>Amazilia saucerrottei</i> )	Mierlero común ( <i>Coereba flaveola</i> )
	Turpial montañero ( <i>Icterus chrysater</i> )	Tángara rastrojera ( <i>Tangara vitriolina</i> )	Sirirí ( <i>Tyrannus melancholicus</i> )
	Hormiga colorada ( <i>Solenopsis sp. 1</i> )	Hormiga colorada ( <i>Solenopsis sp. 1</i> )	Hormiga colorada ( <i>Solenopsis sp. 1</i> )
	Hormiga colorada ( <i>Solenopsis sp. 4</i> )	Hormiga colorada ( <i>Solenopsis sp. 4</i> )	Hormiga colorada ( <i>Solenopsis sp. 4</i> )
Hor- migas	Hormiga colorada ( <i>Solenopsis sp. 3</i> )	Hormiga cabezona ( <i>Pheidole sp. 3</i> )	Hormiga legionaria ( <i>Labidus praedator</i> )
	Hormiga arbórea ( <i>Linepithema sp. 2</i> )	Hormiga legionaria ( <i>Eciton burchellii</i> )	Hormiga de suelo y vegetación ( <i>Brachymyrmex sp. 2</i> )
	Hormiga cabezona ( <i>Pheidole sp. 3</i> )	Hormiga depredadora ( <i>Octostruma balzani</i> )	Hormiga cabezona ( <i>Pheidole browni</i> )

Fuente: Clavijo, Durán, Vélez, García & Botero, 2008.

## Las especies exóticas invasoras

Existe un fuerte impacto de las especies introducidas sobre las especies nativas de los cafetales, ya que una vez éstas se establecen, inician un proceso de proliferación difícil de controlar. Generalmente, este tipo de especies intervienen en los ecosistemas a través de predación, competencia o alteración del hábitat, llevando muchas veces a la extinción algunas especies nativas (Reporte Humboldt, 2008).

Los monocultivos introducidos como el café tienden a traer consigo plagas, las cuales logran reducir severamente el éxito reproductivo de especies vegetales endémicas amenazadas, sobre todo, cuando son congéneres (Kaiser, Hansen & Muller, 2008).

Los estudios realizados en las montañas occidentales de la India sobre los altos niveles de biodiversidad, han mostrado el impacto del café como especie invasora en los fragmentos de bosques de reserva, donde el café es normalmente sembrado cerca al borde del bosque, y animales como el elefante asiático y el oso perezoso logran dispersar las semillas del cafeto al interior de los parches, demostrando la capacidad de esta planta de adaptarse y crecer bajo sombra (Mudappa & Raman, 2009).

Los cultivos de café bajo sombra, en términos generales, presentan pocos problemas de plagas debido a la alta abundancia y diversidad de los predadores, pero a raíz de la intensificación del cultivo, las plagas han presentado un aumento significativo. Se muestra en algunos estudios realizados en México, donde se observaron poblaciones de hormigas arbóreas (*Azteca instabilis*), que siendo predatoras logran mantener bajas las poblaciones del minador de la hoja de café en plantaciones bajo sombra (De la Mora, Livingstone, Philipott, & Joshi, 2008). Caso similar ocurre en estudios hechos en Brasil, entre avispa predatoras (*Hymenoptera Vespidae*) y el minador de la hoja del cafeto (Domingos-Scalon, Lopes-Avelar, Alves & Zacarias, 2011).

La broca del café (*Hypothenemushampei*), es una de las principales plagas que más afectan la producción y la calidad del grano, fue dispersada a través de los frutos contaminados a nivel mundial. Se han observado varios casos de la introducción del minador de la hoja del cafeto, originario del continente africano, el cual ocasiona un daño importante en el área foliar de la planta (De la Mora et al., 2008).

## Discusión

Teniendo en cuenta que la transformación del paisaje genera un gran impacto sobre los ecosistemas naturales, los sistemas agroforestales deben ser entendidos de manera sistémica basándose en la relación entre el hombre y la naturaleza. El sistema agroforestal cafetero bajo sombra se ha caracterizado por ser un modelo de desarrollo sustentable, el cual busca un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades que viven de la producción de esta semilla. La presencia de árboles de sombrío además de contribuir a la protección de los suelos y del hábitat para distintos organismos, pueden generar alguna fuente de ingreso para la subsistencia de algunos caficultores (Guhl, 2006). Según resultados de los estudios revisados se encontró que, los cultivos bajo sombra tienen un efecto positivo en los suelos, ya que éstos presentan una mayor densidad de materia orgánica, con una mejor capacidad de retención de la humedad, comparado con los suelos a libre exposición (Paz et al., 2007). Como cita Guhl (2009), la agricultura reemplaza ecosistemas más heterogéneos y diversos por ecosistemas más simples y homogéneos. La tendencia de la intensificación de sistemas agroforestales de café, no es solamente en Latinoamérica sino también es un fenómeno a nivel mundial. Esta intensificación de sistemas agroforestales es causado por el amplio acceso de los mercados y la implementación de productos agroquímicos, lo que conlleva a que se incrementen los monocultivos (García et al., 2010). La modernización de la producción cafetera en América Latina a partir de 1970 ha estado acompañada de una reducción importante de la sombra y una transición hacia los sistemas productivos con menos diversidad de especies de sombrío, lo cual ha impactado de manera significativa a muchos organismos que tenían en este tipo de sistema productivo un hábitat favorable. Al desaparecer el sombrío, desaparecen el hábitat y, por ende, muchos organismos (Guhl, 2009).

Las regiones tropicales se caracterizan por presentar terrenos quebradizos y una alta tasa de precipitación; normalmente son transformados con cultivos de café, logrando concentrar una gran diversidad de especies; sin embargo, la alteración de la cobertura vegetal nativa ha llevado a generar un gran disturbio en las comunidades de diferentes especies, y así mismo a la introducción de especies exóticas en los hábitats cafeteros. La cobertura arbórea depende de elementos que tienden a aumentar la biodiversidad, tales como cercas vivas, bordes de cañada, potreros, entre otros, los cuales son esenciales para conservar la diversidad de especies en los sistemas productivos de café. Conocer la biodiversidad y la transferencia de energía dentro de los cultivos de café bajo sombra permite entender y destacar las ventajas de los sistemas agroforestales en cuanto a la conservación. La mayoría de los estudios se ha centrado en caracterizar los sombríos, sin tener en cuenta el importante papel que juegan la existencia, el tamaño y la disposición de otros hábitats en la configuración de la biodiversidad en una región (Clavijo et al., 2008).

Históricamente en Colombia, el modelo de agroecosistema cafetero bajo sombra, ha sido un ejemplo en cuanto a desarrollo sustentable y económico. En el año de 1927, surgió la Federación Nacional de Cafeteros (FNC) como una de las ONG rurales más grandes del mundo, en busca del bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de los cafeteros. Su eje central es el productor de café y su familia, de forma que su negocio sea sostenible, generando un desarrollo para la comunidad de manera responsable. También ha generado desarrollo científico a través del Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ), en busca de favorecer la conservación de la biodiversidad en las zonas cafeteras y la adaptación y mitigación al cambio climático con la ayuda de organizaciones internacionales con el fin de generar prácticas amigables con el ambiente (FNC). Otro gran ejemplo, es el desarrollo del café orgánico en la Sierra Nevada de Santa Marta, a cargo de las comunidades indígenas, las cuales ofrecen un producto libre de fertilizantes y de excelente calidad, hoy en día es una empresa importante dentro de la comunidad cafetera nacional e internacional.

## Conclusiones

Entre las conclusiones que deja este trabajo, se puede decir que los sistemas de cultivo bajo sombra presentan un efecto positivo para los tres parámetros analizados (transformación del paisaje, biodiversidad y especies exóticas invasoras) porque aportan a la conservación de los ecosistemas en cuanto a cobertura vegetal, composición de suelos y así mismo a la preservación de las especies nativas de la región cafetera.

El cultivo bajo sombra por ser un sistema de producción más amigable con el entorno, puede llegar a reestablecer suelos erosionados o perdidos, ya que logra adaptar características similares a las de los bosques mesófilos y además generar una alternativa para que las comunidades campesinas mejoren su calidad de vida.

El desarrollo sostenible de los agroecosistemas se debe tomar como un incentivo para que la comunidad obtenga beneficios de los bienes y servicios que le otorga la naturaleza, y también que contribuya a la conservación de la misma. Por esta razón, es necesario implementar el uso de buenas prácticas de manejo en los agroecosistemas, con el fin de lograr un desarrollo sustentable y no sólo sostenible para la comunidad. El modelo de organización que se ha desarrollado alrededor del café en Colombia debe tomarse como ejemplo para cualquier tipo de monocultivo.

## Referencias

- Bosselmann, A., Dons, K., Oberthur, T., Olsena, C., Reabilda, A., & Usmac, H. (2009). The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129, 253-260.
- Clavijo, L. M., Durán, S., Vélez J.G., García, R., & Botero, J. (2008). Estudios regionales de biodiversidad en la zona cafetera de Colombia. *Avance Técnico Cenicafe* 378.
- Cortés, L. (2004). *Guía práctica. Producción de café con sombra de maderables*. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.
- De la Mora, A. Livingstone, G., Philipott, S., & Joshi, A.A. (2008). Arboreal ant abundance and leaf miner damage in coffee agroecosystems in Mexico. *Biotropica*, 40, (6), Nov.: 742-746.
- Etter, A., Mcalpine, C., Wilson, K., Phinn, S., Possingham, H. (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 114, 369-386.
- Etter, A., Van Wyngaarden, W. (2000). Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. *Ambio*, 29 (7), Nov: 432-439.
- Faminow, M., & Rodríguez, E. (2001). *Biodiversity of flora and fauna in shaded coffee systems*. [Report prepared for the Commission for Environmental Cooperation]. [Mayo de 2001].
- Federación Nacional de Cafeteros –FNC. Recuperado de <http://federaciondefcafeteros.org/> el 29 de marzo de 2012.
- García, C.A., Bhagwat, S., Ghazoul, J., Nath, C.D., Konerira, M.N., Kushalappa, C.G., Raghuramulu, Y., Robert, N., & Vasst, P. (2010). Biodiversity conservation in agricultural landscapes: Challenges and opportunities of coffee agroforests in the Western Ghats, India. *Conservation Biology*, 24 (2), 479 - 488.
- Gillison, A., Liswanti, N., Budidarsono, S., Van Noordwijk, M., & Tomich, T. (2004). Impact of cropping methods on biodiversity in coffee agroecosystems in Sumatra, Indonesia. *Ecology and Society*. 9, (2): Art. 7.
- Guhl, A. (2004). Café y cambio de paisaje en la zona cafetera colombiana entre 1970 y 1997 *Cenicafe*, 55(1), 29-44.
- Guhl, A. (2006). *Cambios ambientales en perspectiva histórica. Ecología Histórica y Cultura Ambiental*, Universidad Tecnológica de Pereira, vol. 2
- Guhl, A. (2009). Café, bosques y certificación agrícola en Aratoca, Santander. *Revista de Estudios Sociales*. Universidad de los Andes, No. 32
- Hien, T. NGO. (2008). *Bee diversity in coffee agroecosystems of Costa Rica*. [Thesis]. York University Toronto. Enero.
- Humboldt Reporte (2008). *Especies invasoras atentan contra la biodiversidad* / Informes del Instituto Humboldt. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/iavh/component/k2/item/272-especies-invasoras-atentan-contra-la-biodiversidad/>-informes-del-instituto-humboldt el 28 de noviembre de 2011
- Johnson, M.D. (2000). Effects of shade tree species and crop structure on the winter arthropod and bird communities in a Jamaican shade coffee plantation. *Biotropica*, 32 (1), marzo: 133-145. .
- Kaiser, C.N., Hansen, D.M., & Muller, C.B. (2008). Exotic pest insects: another perspective on coffee and conservation. *Oryx* 42 (1), 143-146.
- Kraker-Castañeda, C., & Pérez-Consuegra S. G. (2011). Contribución de los cafetales bajo sombra en la conservación de murciélagos en la antigua Guatemala. Guatemala. *Acta Zoológica Mexicana*, 27 (2), 291-30.,

- Lambin, E. & Helmut G. (2001). Global land-use and land-cover change: What have we learned so far? *Global Change Newsletter*, jun.: 27-30.
- Larellano, M.E., & Favila, C. (2005). Diversity of dung and carrion beetles in a disturbed Mexican tropical montane cloud forest and on shade coffee plantations. *Biodiversity & Conservation*, 14 (3), 601-615.
- Macip-Ríos, R., & Casas-Andreu, G. (2008). Los cafetales en México y su importancia para la conservación de los anfibios y reptiles. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 24 (2), 143-159
- Macip-Ríos, R., & Muñoz-Alonzo, A. (2008). Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79, 185-195.
- Marín, V. A., Toro, R. L., & Uribe, S. S. (2008). Conectividad estructural del paisaje cafetero en la cuenca alta del río San Juan. Sur oeste antioqueño, Colombia. *Boletín de ciencia de la tierra*, 23, 43-54. [Universidad Nacional de Colombia].
- Mcneely, J. (2001). *Invasive species: A costly catastrophe for native biodiversity* IUCN Biodiversity Programme, Gland, Switzerland Land Use and Water Resources Research.
- Moguel, P., & Toledo, V. (1999). Biodiversity conservation in traditional Coffee system of Mexico. *Conservation Biology*, 13, (1), 11-21.
- Moorhead, L.C., Philpott, S. M., & Bichier, P. (2010). Epiphyte biodiversity in the Coffee agricultural matrix: Canopy stratification and distance from forest fragments. *Conservation Biology*, 24 (3), Jun:737-746. .
- Mudappa, D., & Raman, T. (2009). Brewing trouble: Coffee invasion in relation to edges and forest structure in tropical rainforest fragments of the Western Ghats, India. *Biological Invasions*, 11 (10), 2387-2400.
- Muriel, S. B. & Kattan, G. H. (2009). Effects of patch size and type of coffee matrix on ithomiine butterfly diversity and dispersal in cloud-forest Fragments. *Conservation Biology*, 23 (4) agosto: 948-956.
- Paz, I.E., & Sánchez, de P. (2007). Relación entre dos sistemas de sombrero de café y algunas propiedades físicas del suelo en la meseta de Popayán. *Facultad de ciencias agropecuarias*, 5 (2), agosto: 40-46.
- Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2002). Quantitative classification of coffee agroecosystems spanning a range of production intensities in central Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 16 (1), feb: 174-182.
- Philpott, S.M., Arendt, W.J., Armbrrecht, I., Bichier, P., Diestch,T., Gordon, C., Greenberg, R., Perfecto, I., Reynoso-Santos, R., Soto-Pinto, L., Tejada-Cruz, C., Williams-Linera, G.,Valenzuela, J., & Zolotoff, J.M. (2008). Biodiversity loss in Latin American Coffee Landscapes: Review of the evidence on ants, birds, and trees conservation, *Biology* 22 (5). Octubre: 1093-1105.
- Pineda, E., Moreno, C., Escobar, F., & Halfter, G. (2005). Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19 (2), 400-410, Abril a Junio.
- Rappole, J., King, D., & Vega, J. (2003). Coffee and Conservation. *Conservation Biology*, 17 (1), 334-336.
- Rice, I., & Robert, A. (1996). Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. Perfecto, *BioScience*, 46 (8), 598, Sept..
- Rice, R.A. (1999). A place unbecoming: The coffee farm of Northern Latin America, *Geographical Review*, 89 (4) 554-579.
- Rocha-M.F., Passmani, M., & Louzada, J. (2011). A small mammal community in a forest fragment, vegetation corridor and coffee matrix system in the Brazilian Atlantic forest. *PLoS ONE*, 6 (8), 1-8.
- Romanoff, S. (2010). Shade Coffee in Biological Corridors: Potential Results at the Landscape Level in El Salvador. *Culture & Agriculture*, 32 (1), 27-41, Junio

- Russell, G., Bichier, P., Angon, A. C., Macvean, C., Pérez, R., & Cano, E. (2000). The impact of avian insectivory on arthropods and leaf damage in some Guatemalan coffee plantations. *Ecology*, 81(6), 1750-1755 the Ecological Society of America, Smithsonian Migratory Bird Center, Department of Zoological Research, Washington, D.C. USA, 2 Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala City, Guatemala.
- Santos-Barrera, G. & Urbina-Cardona, N. (2011). The role of the matrix-edge dynamics of amphibian conservation in tropical montane fragmented landscapes. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(1), 679-687.
- Scaloni-Domingos, J., Lopes-Avelari, M.B., Alves-De Freitas, G., & Zacarias, M.S. (2011). Spatial and temporal dynamics of coffee-leaf-miner and predatory wasps in organic coffee field in formation. *Ciencia Rural, Santa Maria*, 41 (4), 646-652.
- Tejeda-Cruz, C., & Sutherland, W. J. (2004). Bird responses to shade coffee production. *Animal Conservation* (2), May: 169-179.
- Valencia, A., Restrepo, L., & Uribe, S. (2008). Conectividad estructural del paisaje cafetero en la cuenca alta del río San Juan, suroeste antioqueño, Colombia. *Revista Boletín Ciencias de la Tierra*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/9238/11132> el 28 de marzo de 2012
- Velasco, Y. A., Roper, M. C., & Armbrrecht, I. (2010). Interacciones entre hormigas e insectos en follaje de cafetales de sol y de sombra, Cauca-Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 36 (1), 116-126.