



Servicios ecosistémicos del control natural en el cultivo del café

Zulma Nancy Gil Palacio*

* Investigador Científico II, Disciplina de Entomología, Centro Nacional de Investigaciones de Café
<https://orcid.org/0000-0001-7013-1231>

Como citar:

Gil-Palacio, Z. (2020). Servicios ecosistémicos en el cultivo del café. En P. Benavides Machado & C. E. Góngora (Eds.), *El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano* (pp. 186-203). Cenicafé.
https://doi.org/10.38141/10791/0001_8



Estructura y composición de los agroecosistemas cafeteros

En Colombia la caficultura se desarrolla en la región Andina, que ofrece un gran potencial no sólo para el cultivo del café, sino también para el aprovechamiento de otros sistemas productivos asociados. El café se establece a plena exposición solar y con cobertura arbórea; es así como de las 920.200 hectáreas cultivadas con café, cerca del 50% se encuentra bajo algún tipo de sombrío, dadas las diversas condiciones climáticas y de suelo de las zonas cafeteras colombianas (Farfán, 2014).

El café, por naturaleza, es uno de los cultivos más apropiados para preservar los recursos naturales en el trópico, debido a que en la mayoría de las regiones cafeteras existe una alta heterogeneidad espacial, que se constituyen en mosaicos, en los que además de café existen otros tipos de cultivos, usos del suelo y coberturas vegetales. Algunos cultivos son perennes, como frutales o forestales, y otros son transitorios o anuales, como maíz, tomate y caña panelera. Además de cultivos hay potreros, jardines, cañadas arborizadas y fragmentos de bosque o rastrojos. Cada uno de estos componentes del paisaje cafetero es lo que se denomina “elemento del paisaje”, como se muestra en la Figura 22 (Botero et al., 2014). A esta diversidad de paisajes se suman las fincas cafeteras que en su mayoría son pequeñas propiedades, en las que se cultiva el café a libre exposición o en asocio con otros cultivos, bajo una semisombra de plátano o bajo un sombrío que puede variar en su cobertura y estructura, lo que genera diversidad de hábitats y, por consiguiente, alta diversidad biológica (Botero et al., 2014).

Dentro de los elementos del paisaje, los fragmentos de bosque y las cañadas

Figura 22.

Elementos del paisaje en un agroecosistema cafetero.



arborizadas son herramientas de conservación y juegan un papel importante en la diversidad biológica presente en los agroecosistemas cafeteros; son delimitados a pequeñas áreas a las que han quedado reducidas los bosques que antiguamente cubrían grandes extensiones de la región Andina (Figura 23), que con frecuencia están localizados en sitios escarpados o a lo largo de ríos y cañadas, proporcionan fuente de alimento y refugio para otras especies que no son totalmente dependientes del bosque, pero que buscan en él parte de los recursos para subsistir. Las cañadas arborizadas unen fragmentos de bosque y con los cultivos del café forman corredores biológicos (Figura 23), albergan plantas con polen, semillas y otras fuentes de alimento para diversos taxones, entre ellos los artrópodos; son refugio de varias especies de insectos que contribuyen a la polinización en los cultivos y otras especies que contribuyen al control de insectos plaga (López et al., 2012).

Como es de notar, los agroecosistemas cafeteros presentan una alta diversidad de hábitats con potencial para proveer servicios ecosistémicos, tanto a la humanidad como al ecosistema mismo, contribuyendo a la mitigación del impacto ambiental de las acciones realizadas por el hombre.

Procesos ecológicos y servicios ecosistémicos en el cultivo del café

Un enfoque común para la conservación de la naturaleza es identificar y proteger los “activos” naturales, como los ecosistemas y las especies. Muchos tipos de procesos ecológicos sostienen la biodiversidad, incluidos los procesos climáticos, la productividad primaria, los procesos hidrológicos, la formación de hábitats biofísicos, las interacciones entre especies, los movimientos de organismos y los regímenes de perturbación natural. Estos procesos ecológicos, sinónimo de funciones ecológicas, se consideran como servicios ecosistémicos (Fisher et al., 2009; Montes, 2007).

Los servicios ambientales (SA) o servicios ecosistémicos (SE) son un enfoque con controversias, los cuales se entienden como aquellos beneficios que obtienen los seres humanos de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment Program, 2005). Estos servicios incluyen algunos aspectos básicos como aire y agua limpia, producción de alimentos, regulación del



Figura 23.
Fragmentos de bosque como elemento del paisaje de los agroecosistemas cafeteros.



Figura 24.
Cañadas arborizadas que hacen parte de los agroecosistemas cafeteros.

clima y enfermedades, control de la erosión y escorrentía, polinización y control de plagas. Desde la década de 1960 se ha incrementado el interés por analizar y valorar los beneficios de estos servicios ambientales y se han realizado esfuerzos por categorizarlos, existiendo cierto consenso en cuatro tipos de servicios: a. de regulación, b. de provisión, c. de soporte y d. culturales (Figura 25), y se generan gracias a la biodiversidad y a los procesos naturales

de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment Program, 2005).

Los agroecosistemas cafeteros se han convertido en un ejemplo en el estudio de la relación entre la agricultura y su contribución a la conservación de la biodiversidad, y entre la diversidad de especies y la oferta de servicios ecosistémicos al sector agropecuario (Perfecto et al., 1996).





Figura 25. Síntesis de los servicios ecosistémicos de acuerdo a Millennium Ecosystem Assessment Program (2005).

Son innumerables los servicios ambientales que los agroecosistemas cafeteros, en especial los sistemas agroforestales, prestan a la humanidad; por ejemplo, los árboles de sombra ayudan al mejoramiento de los suelos aportando materia orgánica a través de la hojarasca, ayudan a proteger el suelo de la erosión, reducen las temperaturas, interceptan las lluvias y dan longevidad a la plantación (Muschler, 2001). Estos agroecosistemas brindan otros beneficios ecológicos como el mantenimiento de la biodiversidad y la polinización de cultivos (Klein et al., 2003; Ricketts et al., 2004), así como la provisión de agua y el secuestro de carbono. También permiten la conservación de la flora y la fauna manteniendo el equilibrio biológico, así como la conectividad entre paisajes, la producción de madera y la obtención de leña, medicinas, ornamentales, alimento y materiales para la elaboración de artesanías (Beer et al., 2003; Díaz et al., 2005).

Esta revisión centrará la atención en los servicios de regulación, más específicamente en la polinización y regulación de plagas a través del control natural.

Biodiversidad y multifuncionalidad

La biodiversidad se refiere al número, la abundancia y la composición de genotipos, poblaciones, especies, comunidades y unidades del paisaje en un sistema dado. La biodiversidad es a su vez, la variable de respuesta que se ve afectada por los cambios climáticos, la disponibilidad de recursos y la perturbación; es un factor con el potencial para influir en la tasa, magnitud y dirección de los procesos ecosistémicos y, por lo tanto, determinante de la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios a las poblaciones humanas (Díaz et al., 2005; Hooper et al., 2005; Balvanera et al., 2006). En particular, la composición de especies y en menor medida su número, son importantes para la provisión de servicios ecosistémicos (Mason et al., 2013).

En la amplia definición de los servicios ecosistémicos, los insectos como los organismos multicelulares más diversos en el planeta, tanto en especies como en

grupos taxonómicos (Hawksworth et al., 1995), evidentemente tienen una importancia funcional crítica. Los diversos roles ecológicos incluyen la polinización, la regulación de las poblaciones y el control de plagas, la descomposición, dispersión y protección de semillas y el suministro de alimentos a otros organismos, incluidos los humanos.

Se requieren insectos polinizadores para más del 65% de las especies de angiospermas del mundo (Axelrod, 1960). Diversas poblaciones de plantas silvestres están más limitadas por falta de polinizadores que por otros recursos (Burd, 1994; Ashman et al., 2004). Los insectos son reguladores importantes de otros organismos y como tal pueden proporcionar beneficios directos para el bienestar humano, a través del control de las plagas y de la reducción de las pérdidas por el daño que estas causan a los cultivos (Pimentel, 1998).

En Colombia, el cultivo de café *Coffea arabica* (L.) alberga una gran diversidad de artropofauna asociada, que se alimenta de este y que coexiste en el agroecosistema cafetero en equilibrio con la fauna benéfica.

Control natural: estudios de caso *Planococcus citri*, *Coccus viridis* y moscas de las frutas

El control natural es uno de los servicios ecosistémicos más importantes en la agricultura, debido a que mantiene la estabilidad de los sistemas agrícolas. En el corto plazo, regula las poblaciones de las plagas y mejora el rendimiento de los cultivos, mientras que en el largo plazo, mantiene el equilibrio biológico que evita que los insectos herbívoros alcancen el estatus de plaga (Naylor & Ehrlich, 1997). En los agroecosistemas, las plagas están reguladas a través de las acciones de los depredadores que son generalistas (pájaros, murciélagos, arañas, artrópodos, entre otros), por los parasitoides que son insectos más especializados, así como por hongos entomopatógenos, nematodos, virus y bacterias (Way & Heong, 1994; Naylor & Ehrlich, 1997).

La idea de que en la agricultura los productores puedan aprovechar la naturaleza para controlar las plagas no es nueva. En el año 304 DC, los agricultores chinos mantenían en sus huertos la hormiga cítrica *Oecophylla smaragdina* (Fabricius) (Hymenoptera: Formicidae), para controlar los ataques de plagas (Huang & Pei, 1987). Siglos más tarde, en 1888 surgió el concepto de control biológico clásico, nuevamente en los huertos de cítricos, pero esta vez en California, cuando el escarabajo depredador *Rodolia cardinalis* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), causó el colapso de una plaga conocida como la escama algodonosa *Icerya purchasi* (Maskell) (Hemiptera: Margarodidae) (Caltagirone & Doult, 1989). Desde entonces, es ampliamente conocido que el buen manejo de los sistemas agrícolas favorece a los enemigos naturales de las plagas y proporcionan una valiosa estrategia de control con un beneficio significativo para los agricultores.

En café, en Colombia se reportan casos exitosos donde el control natural ejerce la regulación de las poblaciones de las plagas, haciendo innecesario la implementación de otra estrategia de manejo como el control químico, estos casos son: el control de la cochinilla harinosa de las ramas del cafeto, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), el control de la escama verde del café, *Coccus viridis* (Green) (Hemiptera: Coccidae), y el control de las moscas de las frutas.

La cochinilla harinosa de las ramas del cafeto, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae)

Planococcus citri no es una plaga clave para la caficultura colombiana, el incremento de las poblaciones está relacionado con variables climáticas y prevalencia de períodos secos, así como a la aplicación de insecticidas de amplio espectro para el control de otras plagas presentes en el café y cultivos asociados como naranja, limón, mandarina, pomelo, aguacate, cacao, guanábana, lulo, guayaba, plátano, yuca, papa, mango, granada y varias especies de plantas ornamentales (Costa et al., 2009; Cárdenas & Posada, 2001).



En Colombia, los primeros registros de *P. citri* en café se tienen desde el año 1978 en la Estación Experimental Naranjal de Cenicafé, localizada en Chinchiná (Caldas). Desde entonces, se han continuado registrando focos esporádicos, pero en ningún caso con características de plaga, gracias al control que ejerce la fauna benéfica presente en los agroecosistemas cafeteros. Lo contrario ocurre en Brasil, donde es controlada con diversas moléculas de síntesis química y es considerada una de las principales plagas del cultivo del café (Costa et al., 2009).

En estudios realizados por Cenicafé, se observó que el control natural es el mejor medio para que las poblaciones de *P. citri* se reduzcan y no causen daños económicos. Este control es ejercido por el depredador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, (Coleoptera: Coccinellidae) (Figura 26) especialista en la familia Pseudococcidae y se ha observado en altas poblaciones alimentándose de ninfas. Igualmente, otras tres especies de coccinélidos de hábitos generalistas depredan larvas y adultos de *P. citri* tales como *Harmonia axyridis* (Pallas), *Tenuisvalvae* sp. y *Diomus* sp. (Constantino et al., 2013) (Figuras 27 a, b y c).

Con relación a los parasitoides, en el municipio de Santuario (Risaralda, Colombia), se registraron dos especies de avispas Hemiptera:



Figura 26. Adulto de *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) depredador de *Planococcus citri*.

Encyrtidae parasitando adultos de *P. citri*, siendo *Leptomastix dactylopii* Howard la especie más importante (Figura 28). *Leptomastix dactylopii* es un endoparásitoide que se desarrolla dentro del cuerpo de la cochinilla y empupa cuando la ha consumido completamente. Los puparios de la avispa son de color castaño y quedan expuestos sobre las colonias de *P. citri* (Figura 29); cuando la avispa emerge hace un corte circular en el extremo de la pupa. Esta es una especie de avispa originaria de Sur América y está siendo actualmente criada en laboratorios comerciales para el control biológico de *P. citri*. También se encontró una especie no determinada del género *Anagyrus* sp. (Hemiptera: Encyrtidae), así como larvas y adultos de *Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae) (Constantino et al., 2013).

La escama verde del café, *Coccus viridis* (Hemiptera: Coccidae)

La escama verde del café, *Coccus viridis*, es la especie más común en cafetales menores a dos años de edad en donde se observa en focos, forma numerosas colonias que cubren todas las nervaduras por el envés de las hojas, así como el peciolo y la corteza de ramas y tallos. Es una plaga cosmopolita, que se encuentra en todas las regiones en donde se cultiva el café. En Colombia, además del café ataca aguacate, cítricos, cacao y guayaba (Cárdenas & Posada, 2001). La escama verde succiona la savia de las plantas y debilita los árboles, particularmente cuando están jóvenes. Este insecto secreta una sustancia azucarada referida como miel de rocío, que cubre las hojas y favorece el crecimiento del hongo *Capnodium* sp., denominado comúnmente como fumagina, el cual reduce la actividad fotosintética de la planta.

En el medio colombiano, *C. viridis* cuenta con numerosos enemigos naturales (insectos y hongos) que mantienen las poblaciones a niveles muy bajos, por lo tanto, no se requiere de otra estrategia de control, ya que la regulación natural es suficiente para evitar que produzca daño económico. El agente de control más eficiente en la reducción de poblaciones de esta escama ha sido el hongo *Lecanicillium lecanii* (Zimm) Zare & W.Gams,



Figura 27. Adultos de Coleoptera: Coccinellidae, depredadores de *P. citri*. **A.** *Harmonia axyridis*, **B.** *Tenuisvalvae* sp. y **C.** *Diomus* sp.

el cual invade y destruye la escama (Figura 30 a, b y c). Posterior a la infección, el hongo crece afuera del cuerpo de la escama para producir un micelio blanco que se extiende sobre la hoja de café (Bustillo, 2008).

Otros agentes de control natural que mantienen en equilibrio a *C. viridis* son los parasitoides; se han registrado siete especies de parasitoides que la controlan, de igual manera algunos depredadores como el coccinélido *Azya orbiger* Mulsant y moscas de la familia Syrphidae (Figura 31) (Bustillo, 2008).

Moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae)

Las moscas de las frutas han sido reportadas como insectos plagas de cafetales en algunos países. Los daños lo realizan las larvas cuando se alimentan de la pulpa de la cereza del café, pero hasta el momento no se han asociado daños a la almendra. La especie *Ceratitis capitata* (Wiedemann), ataca los frutos en todos sus estados de desarrollo produciendo



Figura 28. Adulto de *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera: Encyrtidae) parasitoides de *P. citri*.

caída prematura, disminución de peso en el café pergamino seco y alteración de la bebida (Portilla et al., 1994). Para el caso de especies del género *Anastrepha* no se han evaluado los posibles daños que ocasionan en el cultivo del café (Giraldo-Jaramillo et al., 2015).

Figura 29.
Pupas de
Leptomastix
dactylopii
(Hymenoptera:
Encyrtidae).

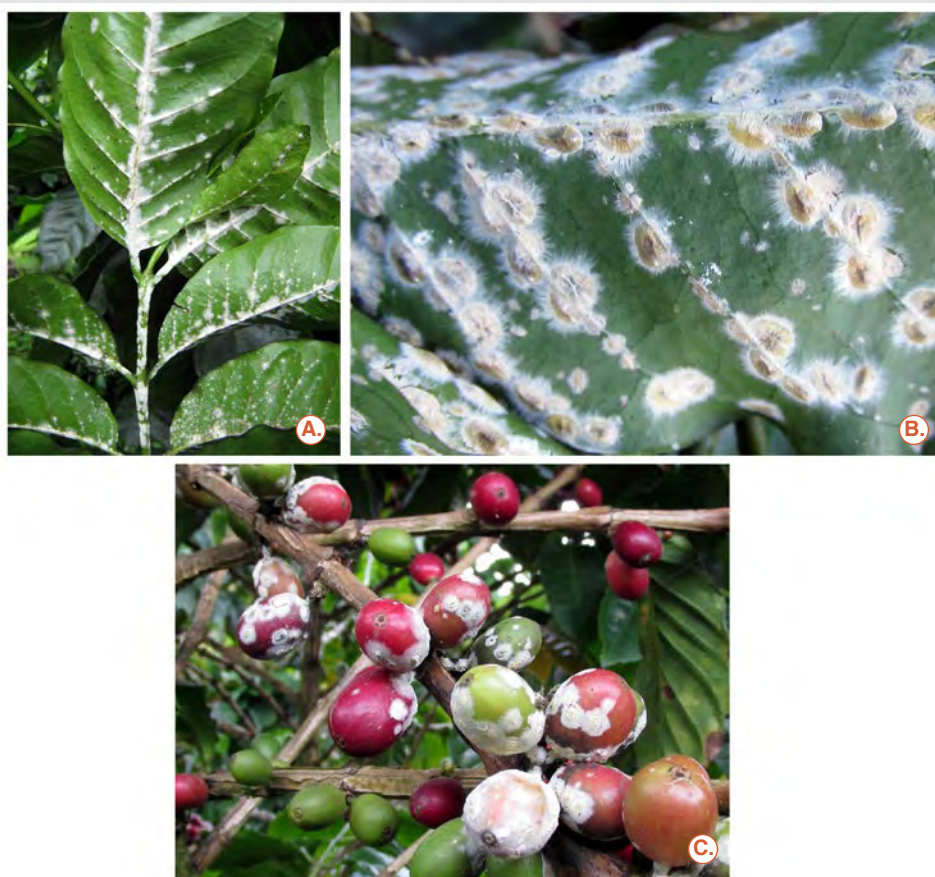


Figura 30.
La escama *Coccus viridis*
controlada por el hongo
Lecanicillium lecanii.
A. Ramas con las
escamas infectadas; **B.**
Crecimiento micelial de
L. lecanii; **C.** Escama en
frutos de café controlada
por el hongo.

En Colombia existen algunos reportes del impacto que la mosca del Mediterráneo, *C. capitata*, podría ocasionar en los cultivos de café; sin embargo, no son consideradas

plagas de importancia económica. No obstante, Giraldo-Jaramillo et al. (2015) evaluaron la presencia de las moscas de las frutas en tres sistemas de producción de

café, sombrío tradicional, plena exposición y sombrío en caficultura orgánica; en este estudio los autores encontraron nueve especies del género *Anastrepha* como son: *A. pallidipennis* Greene, *A. distincta* Greene, *A. fraterculus* (Wiedemann), *A. obliqua* (Macquart), *A. grandis* (Macquart), *A. leptozona* Hendel, *A. mucronota* Stone, *A. striata* Schiner y *A. manihoti* Lima, una especie del género *Toxotrypana*: *T. curvicauda* Gerstaecker, y no fue capturado ningún espécimen de *C. capitata*. De todas estas especies, solamente *A. fraterculus* y *A. striata* causan daño físico a la cereza del café (Núñez et al., 2004). En este mismo estudio, Giraldo-Jaramillo et al. (2015) encontraron que de las especies capturadas *A. fraterculus* fue la más frecuente (>80%) y constante en los tres sistemas de producción, mientras que *A. distincta* lo fue para los cafetales orgánicos y tradicionales con sombrío; también indican que el control natural parece ser el mejor medio para que sus poblaciones no se incrementen y causen daño económico en el cultivo del café en Colombia, debido a que encontraron niveles de parasitismo superiores al 20% en cafetales con sombrío.

En reportes realizados por diferentes autores y recopilados por Núñez et al. (2004), para Colombia se registra la distribución de nueve especies de himenópteros de la familia Braconidae parasitoides de moscas de las frutas a saber: *Asobara anastrephae* (Muesebeck), *Doryctobracon areolatus* (Szepliget), *D. crawfordi* (Viereck), *D. zeteki* (Muesebeck), *Microcrasis* sp., *Opius anastrephae* Viereck, *Opius* sp., *Phaenocarpa* sp., *Utetes anastrephae* (Viereck); dos especies del mismo orden de la familia Fitigidae *Aganaspis pelleranoi* (Brethés) y *Odontosema anastrephae* Borgmeier; una especie de la familia Eulophidae: *Aceratoneuromyia indica* (Silvestri) y una especie no identificada de la superfamilia Proctotrupeoidea. Todas las especies anteriores actúan como parasitoides de larvas y emergen de las pupas; adicionalmente reportan la especie *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae) como parásito de pupas.



Figura 31.
Larva de *Azya orbigera* depredando ninfas y adultos de *Coccus viridis*.

Las anteriores especies de parasitoides atacan moscas de las frutas que se hospedan en 12 especies de plantas, entre ellas el café *C. arabica*, y otras que están asociadas como las Mirtaceas guayaba *Psidium guajava* L. y feijoa *Feijoa sellowiana* (O.Berg.); mango *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) y guamo *Inga edulis* Mart. (Fabaceae), esta última utilizada como sombrío.

El café, a pesar de no presentar alta infestación por moscas de las frutas, alberga a los enemigos naturales que controlan las moscas de las frutas en los cultivos asociados (Núñez et al., 2004); la zona cafetera colombiana comprende alrededor de tres millones de hectáreas, de las cuales 2,08 son cultivos diferentes al café y otros sistemas. El mayor parasitismo se atribuye a las características físicas y morfológicas del grano, que facilitan el encuentro de la larva de la mosca por el parasitoide, dado que, se alimenta del mucílago que rodea las semillas y el epicarpio es delgado y blando (Núñez et al., 2004); de esta manera, puede decirse que el cultivo del café presta un servicio ecosistémico importante al albergar fauna benéfica que regula las poblaciones de moscas de las frutas que son plaga en los cultivos de frutales presentes en la zona cafetera colombiana.

Polinización: participación de los depredadores y parasitoides

Los polinizadores proporcionan un servicio ecosistémico esencial, aproximadamente el 80% de todas las especies de plantas con flores son polinizadas por animales, incluidos vertebrados y mamíferos, pero los principales polinizadores son insectos y, sin duda alguna, son los más importantes (Proctor et al., 1996).

Los insectos visitan las flores para obtener alimento, generalmente en forma de polen o néctar. Es un servicio ecosistémico que depende del mutualismo entre las plantas y el polinizador. Es una relación mutuamente beneficiosa que garantiza la supervivencia tanto de las plantas como de los insectos; las plantas dependen de los polinizadores para garantizar su reproducción, el amarre de la fruta y la dispersión de las semillas, y los insectos dependen de las plantas para su alimentación y hábitat, es decir, *“no hay flores sin insectos ni insectos sin flores”* (Fao, 2008).

Algunas especies de enemigos naturales cumplen doble función en los ecosistemas, por un lado, regulan las plagas y por el otro son polinizadores, esto se da debido a que muchos de ellos son omnívoros y en el estado adulto obtienen de las plantas polen y néctar (Hoffmann & Frodsham, 1993; Hickman & Wratten, 1996), que le proporcionan nutrientes adicionales importantes en el metabolismo, la actividad, la fertilidad y la longevidad (Ouyang et al., 1992; McEwen et al., 1993). Diferentes grupos taxonómicos de insectos contienen especies que son depredadoras o parasitoides, con diferentes estrategias de alimentación en las distintas fases de su ciclo de vida (DeBach & Rosen, 1991).

Por ejemplo, los insectos depredadores componen uno de los grupos más importantes de enemigos naturales, cumpliendo un papel fundamental en la regulación de las poblaciones de plagas de artrópodos en muchos cultivos, pero también cumplen el papel de polinizadores

como es el caso de las “moscas de las flores”. Estos insectos pertenecen al orden Diptera, familia Syrphidae. Esta familia cuenta con cerca de 6.000 especies agrupadas en tres subfamilias: Microdontinae, asociada con depredación de hormigas, y Eristalinae y Syrphinae que actúan en su estado de larva como enemigos naturales de insectos que afectan el crecimiento de las plantas (Zamora, 2010) y en el estado adulto se encuentran generalmente asociados a flores (Figura 32), los principales componentes de su dieta son el néctar y el polen (Goulson & Wright, 1998; Vockeroth & Thompson, 1987), el primero es una fuente de energía y el segundo de proteína para el macho en la espermatogénesis y para la hembra en la formación de los huevos (Goulson & Wright, 1998).

Aunque la polinización por moscas no ha sido valorada suficientemente, este grupo de organismos puede ser uno de los más importantes como lo han propuesto Larson et al. (2001), dado que son visitantes comunes de miles de especies de plantas angiospermas. Son animales persistentes a lo largo de las estaciones, muchas plantas dependen de estos insectos para su reproducción todo el año, no alimentan a sus crías y usualmente presentan cuerpos más livianos que otros insectos, por lo que no necesitan gran cantidad de alimento; en general, presentan una visión aguda. Las flores que atraen a las moscas tienen una gran variación, debido a que los dípteros son también un grupo muy diverso, en tamaño y forma corporal, al igual que en hábitos.

La polinización que realizan las moscas se le conoce como polinización miófila y es exclusiva de los dípteros, que pueden polinizar en una gran variedad de hábitats, altitudes y en cultivos agrícolas pueden desempeñar el papel de las abejas (Zamora, 2010).

La mayoría de plantas acompañantes del cultivo del café presentan flores miófilas, es decir, se caracterizan por ser polinizadas por dípteros, no emitir un olor intenso, poseer colores que pasan por el violeta, azul, púrpura o blanco, y por tener formas planas o fácilmente accesibles para la mayoría de las moscas; con este tipo





Figura 32.
Especies de la familia Syrphidae visitantes de las arvenses acompañantes del cultivo del café.

de flores se destacan las familias Asteraceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae y Fabaceae (Zamora, 2010).

En Colombia algunas especies de la familia Syrphidae se encuentran en el cultivo del café, ejerciendo control natural sobre varias artrópodos plagas como la arañita roja del café *Oligonychus yothersi* (MacGregor) (Acari: Tetranychidae), la escama verde *C. viridis* Green (Hemiptera: Coccidae), la mosca blanca *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera: Aleyrodidae), el pulgón verde *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) y la escama tortuguita *Saissetia coffeae* (Walker) (Cárdenas & Posada, 2001; Constantino et al., 2013) (Figura 33), mientras que en estado adulto obtienen el néctar y el polen de la diversidad de flores que se encuentran en el agroecosistema cafetero; de esta manera contribuyen al control natural y a la polinización, prestando doble servicio en el agroecosistema.

Además de los sírfidos, otras especies del grupo de los depredadores contribuyen a la polinización cuando visitan las flores para consumir polen como parte de su dieta, por ejemplo, especies de Hymenoptera de las familias Scoliidae, Tiphidae, Pompilidae, Nyssonidae, Sphecidae, Formicidae y Vespidae (Hunt et al., 1991); Mantodea (Mantis); Coleoptera (Coccinellidae, Carabidae y Cleridae) (Figura 34); Neuroptera (Hemerobiidae y Chrysopidae) (Figura 35); Hemiptera (Anthocoridae, Reduviidae y Pentatomidae) y en el grupo de los ácaros las familias Phytoseiidae y Stigmaeidae (Lundgren, 2009).

Dentro del grupo de los parasitoides las visitas a las flores son muy comunes, aunque no siempre está claro si las visitan se realizan para obtener néctar, polen o por otras razones (Allen, 1929; Jervis et al., 1993). Por ejemplo, las especies de la familia Tachinidae, en estado



Figura 33.
Larva de la familia Syrphidae depredando ninfas de *Coccus viridis*.

de larva son parasitoides de plagas agrícolas; en café se reportan las especies *Archytas* sp., *Voria* sp. y *Winthemia* sp. que parasitan las pupas de *Spodoptera* sp. y *Acraga moorei* Dyar (Lepidoptera) (Constantino et al., 2013) y en estado adulto se alimentan de néctar en las flores de las arvenses acompañantes del cultivo del café (Figura 36).

Como el ejemplo anterior hay más reportes de especies de familias de parasitoides

que complementan su dieta con polen, contribuyendo así a la polinización; algunas de ellas pertenecen al orden Hymenoptera de las familias Braconidae, Eulophidae, Ichneumonidae, Trichogrammatidae, Perilampidae y Eucharitidae y al orden Diptera familia Tachinidae (Lundgren, 2009).

Para concluir, puede decirse que “el abastecimiento abundante de néctar y polen a través de la polinización atrae a los insectos benéficos y prolonga sus vidas y el número de descendientes que producen. Esto significa que habrá más polinizadores, cultivos con mayor rendimiento y más insectos depredadores y parasitoides que contribuyen a reducir la presencia de plagas y a polinizar los cultivos”.

Relación costo-beneficio de los servicios ecosistémicos en café

Los servicios ecosistémicos son funciones ecológicas que sostienen y mejoran la vida



Figura 34.
A. Coleoptera: Coccinellidae depredando áfidos y **B.** visitando flores de arvenses acompañantes del cultivo del café.

humana (Costanza et al., 1997; Daily, 1997). A nivel mundial, los servicios ecosistémicos como la polinización, el control de plagas, el control de la erosión, el manejo de cuencas hidrográficas y el secuestro de carbono, proporcionan un valor económico estimado de 18 trillones de dólares anuales (Costanza et al., 1997).

El cultivo del café tiene el potencial de proveer servicios ecosistémicos de manera eficiente (Perfecto et al., 1996); debido a su manejo y composición arbórea, mantienen la fertilidad de los suelos y evitan su erosión, suministran agua, capturan carbono con lo que regulan el clima y la calidad del aire, y suministran hábitats para la conservación de la biodiversidad (Beer et al., 2003). Sin embargo, el beneficio económico de estos servicios es desconocido para los agricultores, porque rara vez ellos son recompensados directamente (Ricketts et al., 2004; Giovannucci, 2003). Algunos estudios recientes han cuantificado el valor económico de los servicios ecosistémicos en los agroecosistemas del café. Por ejemplo, un estudio sobre la polinización del café por abejas nativas en Costa Rica, calculó que las plantas de café ubicadas a menos de un kilómetro de un fragmento de bosque aumentó los rendimientos en un 20% aproximadamente, cantidad que ascendió a 62 mil dólares de ingresos para la granja estudiada (Ricketts et al., 2004). Esto representaría beneficios sustanciales a los agricultores y destaca la importancia de mantener los fragmentos de bosque en paisajes agrícolas, incluso si son pequeños.

En términos ambientales, los costos están relacionados con el deterioro real o potencial de los activos naturales debido a las actividades económicas. Los agroecosistemas cafeteros son vulnerables a los cambios ambientales, a la fragmentación, a la pérdida de hábitat para conservar la biodiversidad y a diversos problemas fitosanitarios, porque al ser un ecosistema más simple, hay menos interacciones entre especies para reducir las poblaciones de plagas o patógenos, haciendo necesario la

implementación de prácticas agronómicas que representan altos costos para la biodiversidad, como la reducción de enemigos naturales y polinizadores, deterioro del suelo, contaminación del ambiente y del agua, y en términos generales, a la pérdida de biodiversidad.



Figura 35.
Neuroptera: Chrysopidae visitando flores de arvenses acompañantes del cultivo del café.

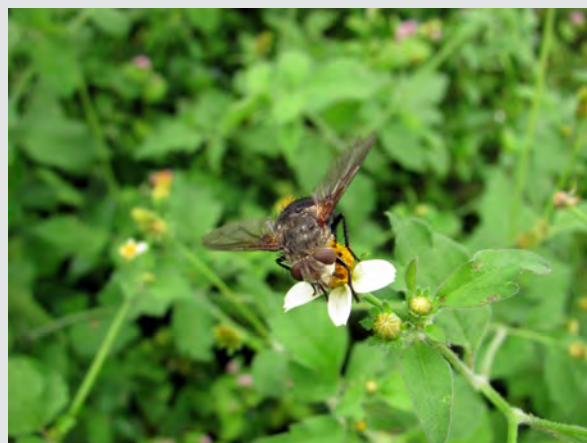


Figura 36.
Diptera: Tachinidae visitando flores de arvenses del ecosistema cafetero.

Literatura citada

Allen, H. W. (1929). An Annotated List of the Tachinidæ of Mississippi. *Annals of the Entomological Society of America*, 22(4), 676-690. <https://doi.org/10.1093/aesa/22.4.676>

Ashman, T.-L., Knight, T. M., Steets, J. A., Amarasekare, P., Burd, M., Campbell, D. R., Wilson, W. G. (2004). Pollen Limitation of Plant Reproduction: Ecological and Evolutionary Causes and Consequences. *Ecology*, 85(9), 2408-2421. <https://doi.org/10.1890/03-8024>

Axelrod, D. I. (1960). The Evolution of Flowering Plants. En S. Tax (Ed.), *Evolution of life; it's origin, history and future* (Vol. 1, pp. 227-305). University of Chicago Press. <http://archive.org/details/in.gov.ignca.10373>

Balvanera, P., Pfisterer, A. B., Buchmann, N., He, J.-S., Nakashizuka, T., Raffaelli, D., & Schmid, B. (2006). Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecology Letters*, 9(10), 1146-1156. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00963.x>

Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J. M., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 10(37), 80-87.

Botero Echeverri, J. E., Lentijo Jiménez, G. M., & Sánchez Clavijo, L. M. (2014). Biodiversidad en zonas cafeteras de Colombia: Principales lecciones. *Avances Técnicos Cenicafé*, 444, 1-12. <http://hdl.handle.net/10778/469>

Burd, M. (1994). Bateman's principle and plant reproduction: The role of pollen limitation in fruit and seed set. *The Botanical Review*, 60(1), 83-139. <https://doi.org/10.1007/BF02856594>

Bustillo-Parley, A. E. (2008). Insectos chupadores en los cafetales. En A. E. Bustillo Parley (Ed.), *Los insectos y su manejo en la caficultura colombiana* (pp. 333-341). Cenicafé.

Caltagirone, L. E., & Doult, R. L. (1989). The History of the Vedalia Beetle Importation to California and its Impact on the Development of Biological Control. *Annual Review of Entomology*, 34(1), 1-16. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.000245>

Cárdenas, R., & Posada, F.J. 2001. *Los insectos y otros habitantes de cafetales y platanales*. Cenicafé.

Constantino, L. M., Gil-Palacio, Z., Benavides Machado, P., Martínez, H., Giraldo-Jaramillo, M., & Villegas G., C. (2013). Otros habitantes naturales del cafetal. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (Ed.), *Manual del cafetero colombiano: investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura* (Vol. 2, pp. 261-306). Cenicafé.

Costa, L. V., Correa, L. R. B., Souza, B., Prado, E., & Alcantra, E. (2009). Desenvolvimento de *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 31(1), 13-15. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i1.6603>

Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R. de, Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Belt, M. van den. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253. <https://doi.org/10.1038/387253a0>



Daily, G. C. (1997). Introduction: What Are Ecosystem Services? En *Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems* (pp. 1-10). Washington D. C. Covelo, California: Island Press.

DeBach, P., & Rosen, D. (1991). The natural enemies. En P. De Bach & D. Rosen, *Biological Control by natural enemies* (pp. 35-84). Cambridge, Cambridge University Press.

Díaz, S., Tilman, D., Fargione, J., Chapin, F. I., Dirzo, R., Kitzberger, T. Harvell, D. (2005). Biodiversity regulation of ecosystem services. En *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends Findings of the Condition and Trends Working Group* (Vol. 1, pp. 297-329). <https://islandpress.org/books/ecosystems-and-human-well-being-current-state-and-trends>

FAO. (2008). *Rapid assessment of pollinators' status a contribution to the international initiative for the conservation and sustainable use of pollinators* (Global Action on Pollination Services for Sustainable Agriculture). Publishing Management Service. <http://www.fao.org/3/a-i1046e.pdf>

Farfán-Valencia, F. (2014). Agroforestería: Historia, definiciones y conceptos. En F. Farfán-Valencia (Ed.), *Agroforestería y Sistemas Agroforestales con Café*. (pp. 19-46). Cenicafé. https://www.cenicafe.org/es/publications/Agroforestería_y_sistemas_agroforestales_con_café.pdf

Fisher, B., Turner, K. R., & Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643-653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>

Giovannucci, D. (2003). Emerging Issues in the Marketing and Trade of Organic Products. *Monograph on the proceedings of The OECD Workshop on Organic Agriculture*, 1-12. Paris.

Giraldo-Jaramillo, M., Benavides Machado, P., Rendón, J. R., Montoya, D. F., Farfán-Valencia, F., & Trejos Pinzón, J. F. (2015). Las moscas de las frutas de la zona central cafetera de Colombia y su clave ilustrada. *Revista Cenicafé*, 66(2), 58-72. <http://hdl.handle.net/10778/655>

Goulson, D., & Wright, N. P. (1998). Flower constancy in the hoverflies *Episyrphus balteatus* (Degeer) and *Syrphus ribesii* (L.) (Syrphidae). *Behavioral Ecology*, 9(3), 213-219. <https://doi.org/10.1093/beheco/9.3.213>

Hawksworth, D. L., Kalin-Arroyo, M., Crowe, T., & Stace, C. (1995). Global Biodiversity Assessment: Magnitude and distribution of biodiversity. En V. H. Heywood, *Global Biodiversity Assessment* (pp. 111-191). Cambridge University Press.

Hickman, J. M., & Wratten, S. D. (1996). Use of *Phacelia tanacetifolia* strips to enhance biological control of aphids by hoverfly larvae in cereal fields. *Journal of Economic Entomology*, 89(4), 832-840.

Hoffmann, M. P., & Frodsham, A. C. (1993). *Natural Enemies of Vegetable Insect Pests. Cooperative Extension*. Cornell University.

Hooper, D. U., Chapin III, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Wardle, D. A. (2005). Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3-35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>

Huang, H. T., & Pei, Y. (1987). The Ancient Cultured Citrus Ant. *BioScience*, 37(9), 665-671. <https://doi.org/10.2307/1310713>

Hunt, J., A. Brown, P., M. Sago, K., & A. Kerker, J. (1991). Vespid Wasps eat pollen (Hymenoptera: Vespidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 64, 127-130.



Jervis, M. A., Kidd, N. A. C., Fitton, M. G., Huddleston, T., & Dawah, H. A. (1993). Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. *Journal of Natural History*, 27(1), 67-105. <https://doi.org/10.1080/00222939300770051>

Klein, A.-M., Steffan-Dewenter, I., & Tscharrntke, T. (2003). Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). *American Journal of Botany*, 90(1), 153-157. <https://doi.org/10.3732/ajb.90.1.153>

Larson, B. M. H., Kevan, P. G., & Inouye, D. W. (2001). Flies and flowers: Taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *The Canadian Entomologist*, 133(4), 439-465. <https://doi.org/10.4039/Ent133439-4>

López, A. M., Espinosa-Aldana, R., Lentijo-Jimenez, G. M., & Botero, J. E. (2012). Herramientas de manejo del paisaje para la conservación de la biodiversidad. *Avances Técnicos Cenicafe*, 416, 1-12. <http://hdl.handle.net/10778/335>

Lundgren, J. G. (2009). The Pollen Feeders. En *Progress in Biological Control: Vol. 7. Relationships of Natural Enemies and Non-prey Foods* (pp. 87-115). Springer Netherlands.

Mason, N. W. H., Bello, F. de, Mouillot, D., Pavoine, S., & Dray, S. (2013). A guide for using functional diversity indices to reveal changes in assembly processes along ecological gradients. *Journal of Vegetation Science*, 24(5), 794-806. <https://doi.org/10.1111/jvs.12013>

McEwen, P. K., Jervis, M. A., & Kidd, N. A. C. (1993). Influence of artificial honeydew on larval development and survival in *Chrysoperla carnea* [Neur., Chrysopidae]. *Entomophaga*, 38(2), 241-244. <https://doi.org/10.1007/BF02372559>

Millennium Ecosystem Assessment Program (Ed.). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.

Montes, C. (2007). Del Desarrollo Sostenible a los servicios de los ecosistemas. *Ecosistemas*, 16(3), 1-3.

Muschler, R. G. (2001). Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 51(2), 131-139. <https://doi.org/10.1023/A:1010603320653>

Naylor, R. L., & Ehrlich, P. R. (1997). Natural pest control services and agriculture. En G. C. Daily, *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems* (pp. 151-174). <https://eurekamag.com/research/003/209/003209993.php>

Núñez B., L., Gómez S., R., Guarín, G., & León, G. (2004). Moscas de las frutas (Díptera: Tephritidae) y parasitoides asociados con *Psidium guajava* L. y *Coffea arabica* L. en tres municipios de la Provincia de Vélez (Santander, Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 5(1), 13-21. https://doi.org/10.21930/rcta.vol5_num1_art:17

Ouyang, Y., Grafton-Cardwell, E. E., & Bugg, R. L. (1992). Effects of Various Pollens on Development, Survivorship, and Reproduction of *Euseius tularensis* (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology*, 21(6), 1371-1376. <https://doi.org/10.1093/ee/21.6.1371>

Perfecto, I., Rice, R. A., Greenberg, R., & Van der Voort, M. E. (1996). Shade Coffee: A Disappearing Refuge for Biodiversity: Shade coffee plantations can contain as much biodiversity as forest habitats. *BioScience*, 46(8), 598-608. <https://doi.org/10.2307/1312989>

Pimentel, D. (1998). Economic benefits of natural biota. *Ecological Economics*, 25(1), 45-47. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00014-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00014-7)



Portilla, M., González, G., & Núñez B., L. (1994). Infestación, reconocimiento e identificación de moscas de las frutas y sus enemigos naturales en café. *Revista Colombiana de Entomología*, 20(4), 261-266.

Proctor, M., Yeo, P., & Lack, A. (1996). The Diversity of Insect-Pollinated Flowers. En *The natural history of pollination* (pp. 143-187). <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19960200695>

Ricketts, T. H., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., & Michener, C. D. (2004). Economic value of tropical forest to coffee production. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(34), 12579-12582. <https://doi.org/10.1073/pnas.0405147101>

Vockeroth, J. R., & Thompson, F. C. (1987). Syrphidae. En J. F. McAlpine (Ed.), *Manual of Nearctic Diptera* (Vol. 2, pp. 713-743). Research Branch Agriculture Canada. http://publications.gc.ca/collections/collection_2016/aac-aafc/A54-3-28-eng.pdf

Way, M. J., & Heong, K. L. (1994). The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical irrigated rice—A review. *Bulletin of Entomological Research*, 84(4), 567-587. <https://doi.org/10.1017/S000748530003282X>

Zamora Carrillo, M. M. (2010). *Estudio de las visitas de las moscas de las flores (Diptera: Syrphidae) a Salvia bogotensis (Lamiales: Lamiaceae) en el jardín botánico "José Celestino Mutis" (Bogotá, D.C.)* [Tesis de Maestría], Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.

Como citar:

Gil-Palacio, Z. (2020). Servicios ecosistémicos en el cultivo del café. En P. Benavides Machado & C. E. Góngora (Eds.), *El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano* (pp. 186–203). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0001_8

