

# LA POLINIZACIÓN EN LAS FINCAS CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTES CON CAFÉ



The background of the page is a repeating pattern of light gray line art illustrations. It includes coffee leaves of various sizes and orientations, coffee beans (some whole, some cut in half to show the internal structure), and bees in flight. The pattern is scattered across the entire page, creating a thematic backdrop for the text.

Esta publicación forma parte del proyecto MásCafé, una iniciativa de cooperación internacional del Ministerio de la Agricultura (MINAG), en apoyo al sector agroforestal y cafetalero en el Oriente de Cuba, ejecutada a través del Grupo Empresarial Agroforestal (GAF), el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), con la contribución técnica y financiera de la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS) - sede de La Habana.

Primera edición mayo 2024. Propiedad artística literaria reservada en todos los países. Queda prohibida cualquier reproducción, incluso parcial y la venta.

**Para citar documento:** Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS), Proyecto *“Incremento de la producción y calidad de Coffea arábica L. en el Oriente de Cuba. MásCafé III”*, AID 11395. Cartilla: *La polinización en las fincas climáticamente inteligentes con café, Cuba. 2024.*

# LA POLINIZACIÓN EN LAS FINCAS CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTES CON CAFÉ





# INDICE

---

<b>1. Agricultura climáticamente inteligente, la mejor opción</b>	<b>1</b>
<b>2. Definición del concepto de agricultura climáticamente inteligente</b>	<b>2</b>
<b>3. Modelos o sistemas agroforestales</b>	<b>5</b>
<b>4. El Café</b>	<b>6</b>
<b>5. Morfología y fisiología del café</b>	<b>8</b>
<b>6. Características de la flor</b>	<b>10</b>
<b>7. Fisiología floral</b>	<b>12</b>
<b>8. La polinización del café: Autopolinización y polinización cruzada</b>	<b>17</b>
<b>9. Agentes polinizadores</b>	<b>21</b>
<b>10. Factores que afectan el desarrollo del fruto</b>	<b>26</b>
<b>11. Evaluación económica de la polinización del café</b>	<b>30</b>
<b>12. Buenas prácticas sugeridas: ¿Qué son las buenas prácticas?</b>	<b>39</b>
<b>13. ¿Cuáles buenas prácticas se pueden aplicar en los cafetales?</b>	<b>41</b>
<b>14. ¿Por qué es importante trabajar el cafetal y la finca de manera diversificada?</b>	<b>42</b>
<b>15. ¿Están comprometidos y preparados la familia y los trabajadores para desarrollar buenas prácticas?</b>	<b>43</b>
<b>16. Reflexiones generales</b>	<b>44</b>
<b>17. Bibliografía</b>	<b>47</b>

El proyecto Más Café es una iniciativa de cooperación internacional del Ministerio de la Agricultura (MINAG), en apoyo al sector agroforestal y cafetalero en el Oriente de Cuba, ejecutada a través del Grupo Empresarial Agroforestal (GAF), el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), con la contribución técnica y financiera de la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS).

La guía *“La polinización en las fincas climáticamente inteligentes con café”* tiene como objetivo dar a conocer la importancia de la polinización en cuanto a su aporte en un sistema complejo como es el sistema agroforestal (SAF) y más aún donde se encuentra el cultivo del café. Son justamente en estos SAF donde la iniciativa MásCafé3 ha promovido la implementación de fincas climáticamente inteligentes que integra las tres dimensiones del desarrollo sostenible, tributando desde el punto de vista económico, social y medioambiental, abordando conjuntamente los retos de la seguridad alimentaria y el clima.



# 1. AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE, LA MEJOR OPCIÓN

---

Hasta el 2050, la población mundial aumentará en un tercio. La mayoría de estos 2.000 millones de personas adicionales personas vivirán en países en desarrollo. Al mismo tiempo, habrá más personas viviendo en ciudades. Si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de los ingresos y el consumo, la FAO estima que la producción agrícola tendrá que aumentar en un 60 por ciento en 2050 para satisfacer la demanda prevista de alimentos y piensos. Por lo tanto, la agricultura debe transformarse.

El cambio climático dificultará esta tarea, debido a los impactos adversos en la agricultura, lo que requerirá una espiral de adaptación y costes relacionados. Para alcanzar los objetivos de seguridad alimentaria y desarrollo agrícola, será necesario adaptarse al cambio climático y reducir la intensidad de las emisiones por producto.

La agricultura tiene que enfocarse de manera simultánea en algunos desafíos, logrando la seguridad alimentaria a través del incremento de la productividad y de los ingresos.



## 2. DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE AGRICULTURA CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTE

---

La agricultura climáticamente inteligente (CSA), tal y como fue definida y presentada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en la Conferencia de La Haya sobre Agricultura, Seguridad alimentaria y cambio climático en 2010, contribuye a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

La CSA es un enfoque para desarrollar las *condiciones técnicas, políticas y de inversión* para lograr un desarrollo agrícola sostenible para la seguridad alimentaria en el marco del cambio climático. La magnitud, la inmediatez y el amplio alcance de los efectos del cambio climático en los sistemas agrícolas crean una necesidad imperiosa de garantizar la integración de estos efectos en la planificación, las inversiones y los programas agrícolas nacionales.

El enfoque de la CSA está diseñado para identificar y hacer operativo el desarrollo agrícola sostenible dentro de los parámetros explícitos del cambio climático.

La CSA no es una tecnología o práctica agrícola específica que pueda aplicarse universalmente. Se trata de un enfoque que requiere evaluaciones específicas de cada lugar para identificar las tecnologías y prácticas de producción agrícola adecuadas.


Este enfoque:

1. Aborda los complejos retos interrelacionados de la seguridad alimentaria, el desarrollo y el cambio climático, e identifica opciones integradas que crean sinergias y beneficios;



2. Reconoce que estas opciones dependerán de los contextos y las capacidades específicas de cada país y de la situación social, económica y medioambiental en la que se encuentre y se aplique;
3. Evalúa las interacciones entre sectores y las necesidades de las diferentes partes interesadas;
4. Identifica los obstáculos a la adopción, especialmente entre los agricultores, y ofrece soluciones adecuadas en términos de políticas, estrategias, acciones e incentivos;
5. Intenta crear entornos propicios mediante una mayor armonización de las políticas, las inversiones financieras y acuerdos institucionales;
6. Se esfuerza por alcanzar múltiples objetivos, entendiendo que es necesario establecer prioridades y tomar decisiones colectivas sobre los diferentes beneficios;
7. Debe dar prioridad al fortalecimiento de los medios de vida, especialmente los de los pequeños agricultores, mejorando el acceso;
8. Debe dar prioridad al fortalecimiento de los medios de vida, especialmente los de los pequeños agricultores, mejorando el acceso a los servicios, los conocimientos, los recursos (incluidos los recursos genéticos), los productos financieros y los mercados;
9. Aborda la adaptación y aumenta la resiliencia a los choques, especialmente los relacionados con el cambio climático, ya que la magnitud de los impactos del cambio climático tiene importantes implicaciones para el desarrollo agrícola y rural;
10. Considera la mitigación del cambio climático como un posible beneficio secundario, especialmente en las poblaciones de bajos ingresos basadas en la agricultura;
11. Busca identificar oportunidades para acceder a la financiación relacionada con el clima e integrarla con las fuentes tradicionales de financiación de las inversiones agrícolas.

La agricultura climáticamente inteligente (CSA, siglas en inglés) constituye un *enfoque que ayuda a las personas que manejan los sistemas agrícolas a responder de forma eficaz al cambio climá-*



tico. El enfoque de la CSA persigue el triple objetivo de aumentar de forma sostenible la productividad y los ingresos agrícolas, adaptarse y crear resiliencia ante el cambio climático y reducir y/o absorber gases de efecto invernadero en la medida de lo posible. Esto no significa que todas y cada una de las prácticas puestas en marcha en cada lugar tengan que reportar necesariamente estas tres ventajas. Más bien, la CSA trata de reducir las compensaciones y generar sinergias teniendo en cuenta estos tres objetivos con el fin de informar las decisiones que se toman desde la escala local a la global, y a medio y largo plazo, para poder desembocar en soluciones localmente aceptables.

### ***El enfoque de la CSA***

*La CSA no son un conjunto de prácticas que pueden ser aplicadas universalmente, sino más bien un enfoque que implica la integración de distintos elementos en los contextos locales. La CSA incluye acciones tanto en la explotación agrícola como fuera de ella, y abarca tecnologías, políticas, instituciones e inversiones.*

### 3. MODELOS O SISTEMAS AGROFORESTALES

---

Los sistemas agroforestales son una parte integral del proceso general de conservación y mejora del suelo. Se trata de una estrategia encaminada a fortalecer y establecer la sostenibilidad de los suelos agrícolas mediante el fomento de la diversificación productiva y la capacitación en el manejo de sistemas multicapa.

Existen diferentes modelos agroforestales, uno de los cuales se realiza en fincas forestales. Esta categoría utiliza técnicas agroforestales derivadas o similares a los huertos mixtos para producir cultivos similares a los bosques, de ahí el nombre de agrobosque. Suelen ser pequeñas parcelas con una estructura forestal típica debido a la presencia de grandes árboles de varios niveles. A menudo hay una alta biodiversidad donde hay arreglos de árboles grandes que generalmente coexisten con árboles más pequeños y tolerantes a la sombra y malezas. En el agrobosque los árboles y los cultivos se manejan individualmente de diversas maneras. Otro aspecto importante de los huertos forestales o agroforestales es que su estructura generalmente o en algunos casos cubre un área muy grande y, debido a su tamaño y distancia de las tierras agrícolas, generalmente no son cultivos de subsistencia, sino que están destinados a ser utilizados como cultivo comercial.

En nuestro caso podemos hablar de un manejo integrado del sistema agroforestal con café.

## 4. EL CAFÉ

---

El café (*Coffea arabica*) es originario de las tierras altas por encima de los 1.000 metros sobre el nivel del mar en Etiopía y Sudán (África) (ICAFE-MAG 1989) y es uno de los cultivos más importantes en muchos países del mundo, entre ellos: Brasil, El Salvador, Nicaragua y otros (IICA, PROMECAFE 1997).

El *Coffea arabica* fue descrito la primera vez por Linneo en 1753. Las variedades más reputadas son Typica y Bourbon, pero les siguen muchas variedades y cultivares diferentes, incluidos Caturra (Brasil, Colombia), Mundo Novo (Brasil), Tico (Centroamérica), San Ramon enano y Blue Mountain (Jamaica). El cafeto Arábica normal es un arbusto grande con hojas ovaladas de color verde oscuro. Es genéticamente distinto de otras especies de café porque tiene cuatro juegos de cromosomas en lugar de dos (Clifford y Willson, 1985).

El *C. arabica* suele ser susceptible a plagas y enfermedades, por lo que la resistencia es uno de los principales objetivos de los programas de fitomejoramiento. También se cultiva en América Latina, África central y oriental, India y algunas partes de Indonesia. El *C. arabica* es tetraploide (44 cromosomas) y se autopoliniza. Históricamente, el Typica se cultivaba en América Latina y Asia, mientras que el Bourbón llegó a América del Sur y luego a África Oriental a través de la colonia francesa de Bourbón (Reunión). Debido a que *C. arabica* se autopoliniza, estas variedades tienden a permanecer genéticamente estables.



Sin embargo, se han seleccionado mutaciones espontáneas con características deseables por sus ventajas específicas y se han aprovechado para el cruce (Clifford y Wilson, 1985). Según el ICO (2018), entre las mutaciones se encuentran Caturra (una forma compacta de bourbon), Maragogipe (una mutación típica de grano grande), San Ramón un typica enano Purpurascens, con hojas púrpura.

En el caso de Cuba, las principales variedades de café cultivadas por los productores son Arábica, y las más populares en las plantaciones son:

Variedades de porte bajo en Cuba: Caturra rojo, Caturra amarillo, Villalobos, Islas, Catuaí, Costa Rica, Catuai amarillo.

Variedades de porte medio en Cuba: Bourbon rojo.

Variedades de porte alto: Typica, Mundo Novo, Bourbon amarillo.



## 5. MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL CAFÉ

---

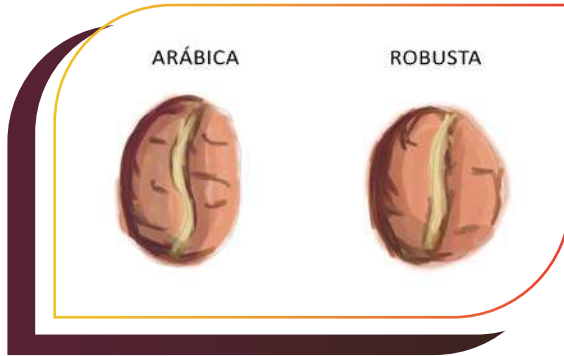
El cafeto o planta del café viene de la familia de las Rubiáceas y pertenece al género *Coffea*. Las rubiáceas son fácilmente identificables, principalmente, por cinco rasgos distintivos:

1. Sus hojas **crecen en parejas**
2. Las hojas **no tienen divisiones**
3. Los bordes de las hojas **son lisos**
4. Las flores son **hermafroditas**
5. Cada fruto **tiene dos semillas**

El cafeto es un árbol pequeño -o un arbusto- con la característica de ser perennifolio, es decir, de hoja perenne. Esto significa que sus hojas se mantienen con vida a lo largo de todo el año, al contrario de los árboles cuyas hojas mueren a llegar determinada estación, por ejemplo, el otoño.

La planta del café puede llegar a medir diez metros en su estado silvestre, pero se la suele mantener a menor tamaño en los cultivos, cerca de los tres metros. Esta planta florece recién al tercer o cuarto año.

Según la especie, los frutos de la planta del café tienen diferentes capacidades. Mientras que los frutos de la Arábica pueden autofertilizarse, los frutos de la Robusta necesitan de la polinización realizada por los insectos. Estas son las especies de plantas de café más destacadas a nivel comercial: la Arábica y la Robusta.



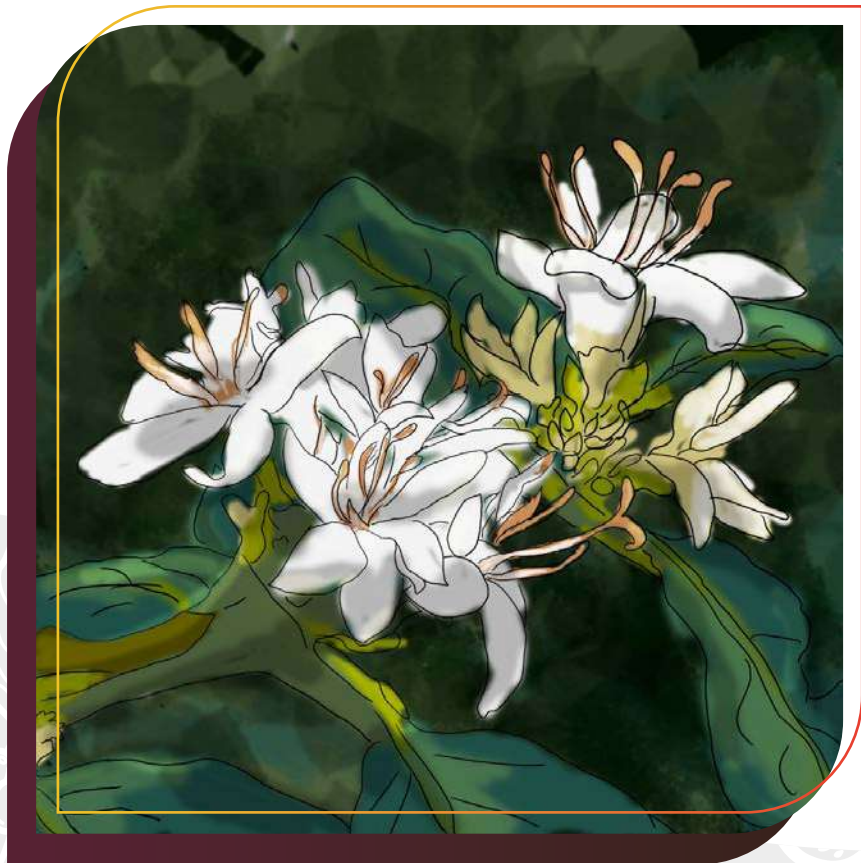
El fruto del cafeto implica 15 semanas de desarrollo luego de que la planta florece. El endospermo, es decir, la fuente de nutrientes del fruto, inicia su desarrollo luego de 20 semanas y, durante unos cuantos meses, acumula materia sólida y atrae la energía generada a causa de la fotosíntesis.

El café se define como una planta autógama (Fenómeno consistente en la unión de dos gametos de sexo distinto formados en un mismo individuo) aunque numerosos investigadores informan que también existe algún grado de polinización cruzada en la que intervienen los insectos y otros animales, el viento y la gravedad.

La mayoría de las variedades de café poseen flores muy aromáticas, que producen abundante néctar y polen, lo que hace suponer que los insectos deben tener una función importante en su polinización.

## 6. CARACTERÍSTICAS DE LA FLOR

---



**Figura 1.** Flores del Café



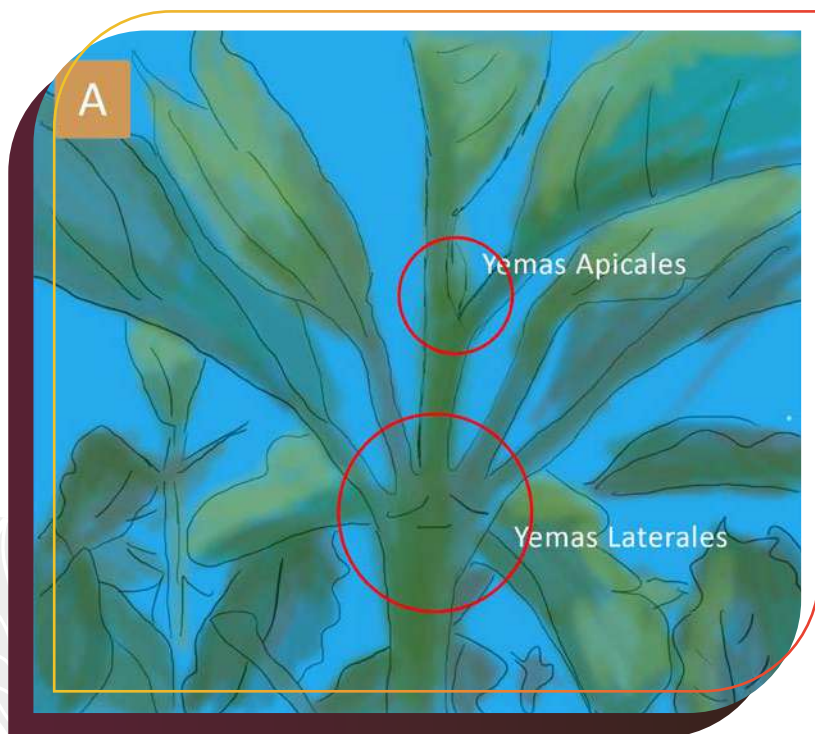


La mayoría de los cafetos tienen una cosecha principal por año, aunque los árboles en algunos países tienen una segunda cosecha, que suele ser más pequeña y, a menudo, de una calidad ligeramente inferior. El ciclo se desencadena primero por un período prolongado de lluvia. Esto hace que los árboles florezcan, produciendo muchas flores blancas con un fuerte aroma que recuerda al jazmín (Fig 1).

Los insectos como las abejas polinizan las flores, aunque el *Arábica* es capaz de autopolinizarse, lo que significa que, a menos que sean derribados del árbol por un clima adverso, las flores siempre darán frutos.

La maduración de los frutos puede tardar hasta nueve meses antes de estar listos para ser recolectados. Sin embargo, las cerezas de café no alcanzan su madurez de forma uniforme. Esto plantea un dilema para los productores de café, quienes deben decidir entre dos opciones complicadas: cosechar todos los frutos de cada árbol simultáneamente, lo que podría resultar en la presencia de cerezas inmaduras o excesivamente maduras en la cosecha, o pagar a los recolectores para que realicen múltiples pasadas por los mismos árboles y recojan cada cereza en el momento exacto de su madurez óptima.

## 7. FISIOLÓGÍA FLORAL



**Figura 2.** Puntos de crecimiento del café. Yemas apicales responsables del crecimiento ortotrópico de la planta y yemas laterales responsables del crecimiento plagiotrópico del café

Existen dos aspectos más sobresalientes de la morfología de la parte aérea de la planta de café:

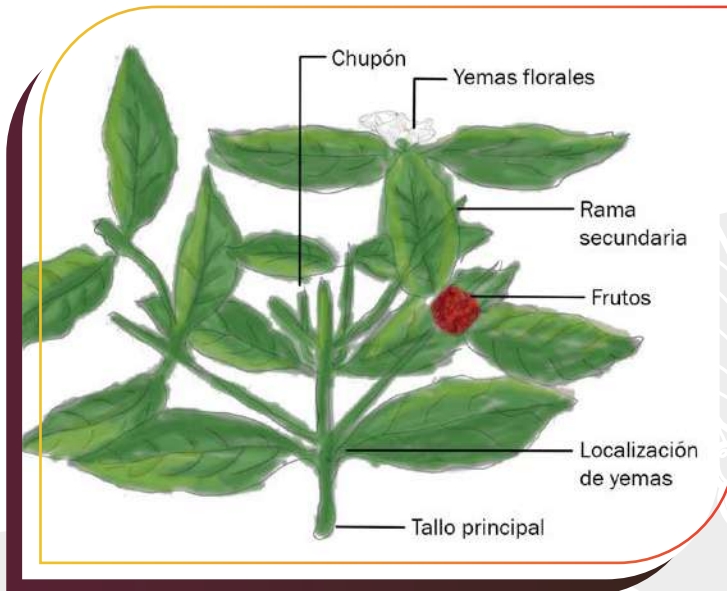
Dos tipos característicos de brotes:

1. Ortotrópicos, que crecen verticalmente y comprenden el tallo principal, brotes verticales, brotes de la zoca (Fig 2).


2. Plagiotrópicos o ramas laterales que crecen horizontalmente y comprenden las ramas primarias, secundarias y terciarias (Fig 2).

Otra característica importante es la presencia en las axilas de cada hoja, de una serie ordenada de 56 yemas, la más superior de las cuales está separada del resto y se denomina “yema cabeza de serie”, las restantes denominadas “yemas seriadas”.


Estas yemas se empiezan a formar en las plántulas de *Coffea arabica* a partir del 6 ° 8 ° par de hojas. La función de estas yemas es la siguiente:



**Figura 3.** Tallo principal de un café.




“Yemas cabeza de serie” Dan origen a ramas plagiotrópicas primarias solamente. Tienen conexión vascular con el tallo desde el principio.




“Yemas seriadas” Originan brotes ortotrópicos solamente. Estas constituyen el potencial de brotación de la poda. Su número puede aumentar con la edad de la planta. Permanecen latentes hasta que se suprima la dominancia apical. Ocasionalmente originan flores. No tienen conexión vascular desde el principio.

Ramas primarias:




“Yemas cabeza de serie” Forman ramas plagiotrópicas secundarias solamente.


“Yemas seriadas” Originan de 2 a 4 inflorescencias (glomerulos) y cada inflorescencia tendrá 45 yemas florales. También pueden originar ramas plagiotrópicas, pero nunca darán origen naturalmente a ramas ortotrópicas y es por esta razón que no se emplean ramas plagiotrópicas para la propagación por estacas.



Las varias partes de la planta crecen a diferente ritmo y en distintas épocas del año, debido a la interacción de factores genéticos, nutricionales, hormonales y ambientales.




Por lo general, el crecimiento se acelera cuando existe un adecuado suministro de agua y nutrientes. Cualquier factor que frene el crecimiento sin impactar la fotosíntesis aumentará la propensión a la diferenciación, como, por ejemplo, la formación de flores. Un incremento en la intensidad lumínica suele dar lugar a plantas más compactas y con mayor grado de especialización en sus estructuras.





**Figura 4.** Formación de órganos a partir de las yemas laterales. A) Ramas primarias y brotes (chupones); B) Brotes de la zoca C) Flores caulinares; D) Frutos caulinares.



Las flores del cafeto se forman a partir de las “yemas seriadas” localizadas en las axilas de las hojas de las ramas plagiotrópicas en tres fases fisiológicamente determinadas

1. Iniciación floral y diferenciación.
2. Un corto período de latencia
3. Antesis o apertura de las yemas floración propiamente dicha

La etapa de iniciación floral y diferenciación se evidencia cuando una yema alcanza cierto nivel de desarrollo. En esta fase, si se determina la formación de flores, se observa un aplanamiento del meristemo apical y divisiones celulares que resultan en la creación de 3 a 4 inflorescencias, cada una con 3 a 4 yemas florales. Este proceso de diferenciación e iniciación floral puede extenderse durante alrededor de un mes.

Esta iniciación floral puede ser determinada por el fotoperiodo, la temperatura, disponibilidad de agua, balance nutricional, entre otros.

Respecto al foto período, los trabajos pioneros de Franco (1940) sugirieron que el cafeto era una planta de días cortos, es decir con un requerimiento de longitud del día de 13 horas o menos. Pero según trabajo recientes sugieren que el cafeto no es tan sensitivo a cambios en fotoperiodos y que las plantas jóvenes responden a días cortos mientras que las plantas adultas son insensitivas a fotoperiodos o neutrales.

Con relación a la temperatura, a temperaturas altas hay mayor iniciación floral, a temperaturas bajas hay inhibición de la iniciación floral.

Las flores crecen lentamente durante dos meses hasta que alcanzan un tamaño de 6 a 8 mm y cesan de crecer durante un periodo de 1 a 4 meses que se deben a condiciones intrínsecas de cada planta.

## 8. LA POLINIZACIÓN DEL CAFÉ: AUTOPOLINIZACIÓN Y POLINIZACIÓN CRUZADA


---

La polinización de las flores del café se dá por dos medios:

- Auto polinización o autogamia.
- Polinización cruzada o heterogamia (polinización de las flores de una planta con el polen de otra planta de la misma especie).

Una característica distintiva de las variedades de café arábica y robusta es su flor hermafrodita, la cual posee tanto órganos masculinos como femeninos. En el caso del café arábica esta cualidad les permite auto-polinizarse, eliminando la necesidad de un agente externo para fecundar la flor y producir frutos. Debido a esta capacidad de auto-polinización, la función de la polinización cruzada por abejas ha sido subestimada en cuanto a su impacto en la producción y calidad del café.

La polinización del café está influenciada por factores climáticos como las lluvias, la temperatura y el viento. Además de esto, diversos estudios indican que la presencia de la abeja *europaea* (*Apis mellifera* L.) y otros insectos polinizadores puede potenciar la producción de café. Las abejas son atraídas a las flores del café durante todo el día debido a su fuerte aroma y la generosa cantidad de polen y néctar que ofrecen. Esta actividad constante de polinización puede tener un impacto significativo en la producción de café.



En diversas investigaciones realizadas en países tropicales con una notable producción de café, como Brasil, Panamá, Costa Rica, Ecuador e Indonesia, se ha evidenciado que tanto la producción (cantidad de granos por planta) como la calidad de las semillas (su peso y aroma) pueden incrementarse significativamente debido a la polinización cruzada facilitada por abejas silvestres. Estos estudios han confirmado la relevancia crucial de estos insectos como los principales polinizadores tanto en cultivos como en plantas silvestres (Heard 1999). Las investigaciones realizadas en los cultivos de café han evidenciado que la diversidad y abundancia de los polinizadores presentes en estos cultivos, dependen en gran medida de las prácticas de manejo (monocultivos o cultivos mixtos) y de la cercanía o distancia de los cultivos a zonas naturales o de bosques (De Marco & Coelho 2004).

Algunos estudios han demostrado que tanto el número de frutos de café como la calidad de estos se incrementa conforme se incrementa la diversidad, abundancia y número de visitas de polinizadores (Klein et al. 2003a; Klein et al. 2003b; Klein et al. 2003c; Roubik 2002 a, b; Steffan-Dewenter y Tschardtke 1999; Parker y Haubensak 2002 y Kremen et al. 2002).

De manera similar, se ha observado que tanto en café como en otros cultivos la diversidad de los polinizadores y la tasa de visitas disminuyen con el aumento del aislamiento de los cultivos de áreas de bosque natural y que dicho aislamiento también afecta las cosechas (Steffan & Tschardtke, 1999; Kremen et al. 2002; Klein et al. 2003b, c; Ricketts 2004 y Willmer et al. 1989). Otros trabajos han demostrado que la distancia de los cafetales a bosque naturales, afectan tanto la diversidad de polinizadores en el cultivo, como la producción, tamaño y peso de los frutos (Florez 2002; Klein et al. 2003a, b; De Marco & Coelho, 2004; Ricketts et al. 2004; Philpott et al. 2006).





Por ejemplo, Roubik (2002) encontró que una mayor diversidad de polinizadores en cafetales incrementó la producción de granos entre 15 y 50%. Estudios recientes en países tropicales con vocación cafetera como Panamá, Costa Rica, Ecuador e Indonesia, en donde la producción de café se dá empleando las mismas variedades utilizadas en Colombia, encontraron aumentos significativos en la cantidad como en la calidad de la producción de granos de café, estos aumentos estaban relacionados con la polinización cruzada por insectos en los cafetales, principalmente por abejas (De Marco & Coelho 2004). Algunos ensayos realizados con plantas de café expuestas a insectos (abejas, moscas y hormigas) y otras cubiertas, muestran que los insectos serían responsables de entre el 10 y el 30 % del aumento en la producción (Amaral 1952; Sein 1959).

Según un estudio llevado a cabo por Jaramillo (2012) en Colombia, se determinó que la polinización cruzada, que puede ser realizada por el viento, la gravedad y las abejas, desempeña un papel crucial en la producción y calidad de los frutos de café. A pesar de que se informaron índices de autopolinización superiores al 90%, los sistemas de producción que están expuestos al entorno abierto resultaron ser una fuente importante de recursos para las especies de abejas, debido a la abundante floración que se presenta en ellos, a diferencia de los sistemas que se encuentran bajo sombra o en áreas cercanas a bosques. Los géneros de abejas más relevantes que visitan las flores de café, en el estudio de Jaramillo (2012) en Colombia, fueron *Augochorella*, *Apis*, *Trigona* y *Lasioglossum* (Figura 5).



**Figura 5.** Flores visitadas por. A) *A. Mellifera* (arriba derecha) B) *Augochlora* sp. (Abajo derecha) C) *Plebeia* sp. (Arriba izquierda) D) *Xylocopa* (Abajo izquierda).  
Diversas fuentes.


## 9. AGENTES POLINIZADORES

---


Las abejas y otros insectos desempeñan un papel fundamental como polinizadores en los cafetales (Figura 5), lo que conlleva beneficios significativos tanto para el cultivo como para los productores en términos económicos y de calidad. Algunos de estos beneficios incluyen:

- Incremento en el número de granos por planta: La polinización cruzada aumenta la productividad al incrementar el cuajado de flores entre un 20 y un 25%. Mientras que la autopolinización logra normalmente un 70% de cuajado, con la polinización abierta se alcanza un cuajado de entre un 92% y un 93,5% de las flores, resultando en un mayor número de granos por planta.
- Aumento en el tamaño y peso del fruto y la semilla: La polinización abierta genera bayas con un diámetro promedio de 1,60 centímetros, mientras que la autopolinización (forma habitual en los cafetales) produce frutos con un tamaño medio de 1,34 centímetros. Esto conlleva a un incremento en el tamaño y peso tanto del fruto como de la semilla.
- Mejora en la calidad, sabor y aroma del grano: La polinización abierta está asociada con una mayor concentración de azúcares o grados Brix en los frutos del café, lo que se traduce en una mejora en la calidad, sabor y aroma del grano cosechado.


Las plantaciones de café que se cultivan bajo sistemas agroforestales con sombra diversificada y múltiples estratos juegan un papel positivo en la conservación de la biodiversidad. Estos sistemas favorecen la presencia de una variedad de familias de




abejas y también promueven la diversidad de insectos que están asociados con los cafetos.




Este enfoque agroforestal crea un entorno más complejo y natural al combinar diferentes tipos de árboles y plantas en múltiples niveles, en lugar de cultivar café en monocultivo. Esta diversificación en la sombra proporciona hábitats variados para una amplia gama de especies de abejas y otros insectos beneficiosos que pueden interactuar de manera positiva con los cafetos. Como resultado, se fomenta la preservación y el desarrollo de la biodiversidad en estas áreas de cultivo de café.



Se ha encontrado que la diversidad de insectos polinizadores en los cultivos depende de dos variables, la diversidad floral que implica la diversificación espacio-temporal de recursos y los espacios naturales cercanos al cultivo, que además de servir como posibles lugares de alimentación son también lugares naturales de anidación de las abejas.




La estacionalidad de la precipitación afecta la floración del café, debido a la disponibilidad de agua y energía, lo que hace que el cafetal florezca generalmente antes de la estación lluviosa; además la floración es corta (una semana), así mismo, las flores de café permanecen abiertas tres días y solo durante el primer día son atractivas para las abejas.



Exactamente, es crucial avanzar hacia sistemas de producción de café sostenibles basados en modelos agroforestales diversificados. Estos modelos integran una amplia variedad de especies, como plantas arvenses, arbustos, cultivos asociados, árboles de servicio, frutales y árboles forestales dentro del entorno productivo del cafetal.

## LAS ABEJAS DE CUBA



La mayoría de las personas conoce a las abejas por la información recibida basada en la *Apis mellifera*, la especie que más se usa en el mundo para producir miel. Sin embargo, en el mundo existen alrededor de 20 mil especies de abejas con tamaños, colores y comportamientos muy diversos.

Estas 20 mil especies esta divididas en 7 familias (o subfamilias según otros autores). Las familias se dividen en géneros y , los géneros en especies. Otro dato relevante es que, solo el 15% de las abejas son sociales, ósea que viven en colmenas donde hay una reina, mientras que el 85% son especies de abejas solitarias, es decir no viven en colmenas. Entre las especies sociales y solitarias hay varios niveles intermedios según cada tipo de abeja.

Según Genaro (2008) para Cuba se tenían registradas 4 familias de abejas con 95 especies, 6 de estas especies fueron introducidas por el hombre y no son nativas de la isla.

Cuadro 1. Familias, géneros y número de especies de abejas registradas para Cuba.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIES
Colletidae	<i>Colletes</i> Latreille, 1802	3
	<i>Caupolicana</i> Spinola, 1851	2
	<i>Hylaeus</i> Fabricius, 1793	6
Halictidae	<i>Halictus</i> Latreille, 1804	1
	<i>Lasioglossum</i> Curtis, 1833	18
	<i>Sphecodes</i> Latreille, 1804	3
	<i>Nesosphecodes</i> Engel, 2006	1
	<i>Temnosoma</i> Smith, 1853	1
	<i>Agapostemon</i> Guérin Méneville, 1844	3
	<i>Augochlora</i> Smith, 1853	5
	<i>Nomia</i> Latreille, 1804	1
Megachilidae	<i>Lithurgus</i> Berthold, 1827	1
	<i>Heriades</i> Spinola, 1808	1
	<i>Megachile</i> * Latreille, 1802	10 (4)
	<i>Coelioxys</i> Latreille, 1809	6
Apidae	<i>Exomalopsis</i> Spinola, 1853	3
	<i>Nomada</i> Scopoli, 1770	4
	<i>Epeolus</i> Latreille, 1802	1
	<i>Triepeolus</i> Robertson, 1901	4
	<i>Melissodes</i> Latreille, 1829	4
	<i>Florilegus</i> Robertson, 1900	1
	<i>Melissoptila</i> Holmberg, 1884	1

	<i>Anthophora</i> Latreille, 1803	2
	<i>Centris</i> Fabricius, 1804	5
	<i>Xeromelecta</i> Linsley, 1939	1
	<i>Mesocheira</i> Lepeletier & Serville, 1825	1
	<i>Mesoplia</i> Lepeletier, 1841	1
	<i>Ceratina</i> Latreille, 1802	2
	<i>Xylocopa</i> Latreille, 1802	1
	<i>Melipona</i> * Illiger, 1806	1
	<i>Apis</i> * Linnaeus, 1758	1

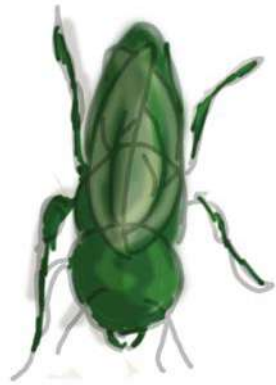
Entre paréntesis el número de especies que no son nativas. El asterisco indica los géneros con especies no nativas de Cuba. Después del nombre de cada género está el nombre del autor que definió ese género y el año que lo hizo.

Mantener los bosques saludables y mantener los cafetales, cerca de áreas de bosque, incrementará la cantidad de especies y la cantidad de individuos de las distintas especies de abejas que podrían visitar el cultivo, mejorando su calidad y rendimiento.

El monitoreo de las abejas (cuántas especies hay en la región, cuánto hay de cada una, en que época), puede ser útil dentro del manejo general del cultivo (figura 6).



A



B



C

**Figura 6.** Monitoreo de polinizadores del café. A) Abeja en la flor de café. B) Abeja Capturada. C) muestra puesta en alcohol al 90 %. Espíndola 2015.



## 10. FACTORES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DEL FRUTO

---

Es cierto que el desarrollo de la cosecha de café está sujeto a múltiples factores que pueden influir desde la etapa de floración hasta la maduración de los frutos, y estos pueden ocasionar pérdidas en la producción prevista del cultivo. Es crucial considerar estas pérdidas al estimar la cosecha, ya que no todas las flores que se forman en la planta llegan a desarrollar frutos y, además, no todos los frutos que se forman alcanzan un desarrollo normal o son cosechados.

**La broca del café**, *Hypothenemus hampei*, es un pequeño escarabajo que afecta a los granos de café en su etapa de desarrollo, causando daños significativos a la cosecha si no se controla adecuadamente. La broca del café tiende a atacar los frutos cuando están en etapas tempranas de desarrollo. Cuando los frutos son atacados por la broca en sus primeros dos meses de edad, puede causar daños considerables que resultan en una alta tasa de caída de los frutos, superando el 50%. Además, estos frutos afectados pueden adquirir un color similar al de la madurez, lo que dificulta su identificación y separación de los frutos sanos durante la cosecha.

Sin embargo, cuando el ataque de la broca ocurre después de los tres meses de edad de los frutos, la caída de estos debido al daño de la plaga es significativamente menor, alrededor del 23,5%. Esto podría deberse a que los frutos más maduros son menos susceptibles a los daños graves causados por la broca, lo que podría estar relacionado con el desarrollo del fruto y sus características físicas y químicas en etapas más avanzadas de crecimiento (Bustillo, 2002).

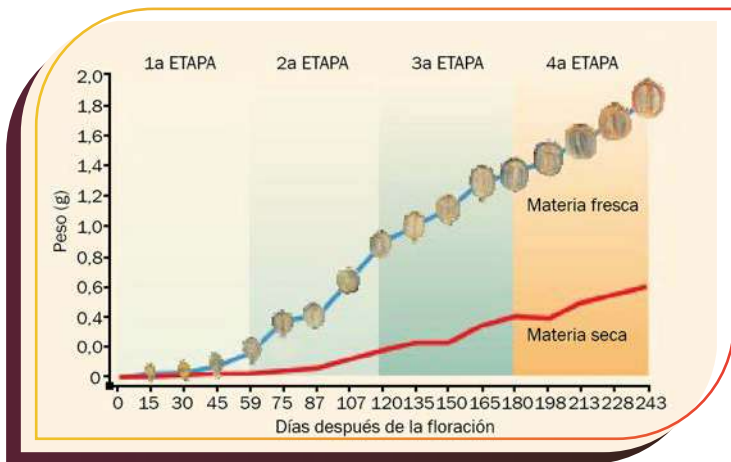




**El mal rosado** ocasionado por el hongo *Corticium salmonicolor*. Esta enfermedad afecta una amplia gama de plantas, incluyendo árboles frutales como el aguacate, cítricos, frutales de pepita (manzana, pera), almendro, entre otros. Los síntomas típicos del mal rosado incluyen la necrosis o muerte de tejidos en tallos, ramas, hojas y frutos. Los frutos infectados pueden momificarse y caer prematuramente. Estos síntomas combinados pueden dar un aspecto de paloteo en el árbol, donde hay ramas con hojas marchitas o muertas (Galvis, 2003).

**La mancha de hierro** ocasionada por *Cercospora coffeicola*, Esta enfermedad afecta las hojas, ramas y frutos de las plantas de café, y es un problema común en las plantaciones de café en diversas regiones del mundo. Los síntomas típicos incluyen la presencia de manchas necróticas en las hojas, que generalmente comienzan como pequeñas lesiones circulares o irregulares de color pardo o rojizo y que con el tiempo pueden expandirse y unirse, creando áreas más grandes de necrosis en las hojas. Estas manchas pueden afectar grandes áreas de la superficie foliar, lo que puede debilitar la planta y afectar su capacidad fotosintética. Los frutos son más susceptibles después del cuarto mes de desarrollo, las lesiones producen necrosamiento y como consecuencia, la pulpa se adhiere al pergamino produciendo lo que comúnmente se conoce como café guayaba (Fernández *et al.*, 1982; Leguizamón, 1997). *Colletotrichum sp.* ocasiona daños en flores en estado de comino y en frutos en todos sus estados. Este hongo produce secamiento y caída de los frutos, y la flor afectada permanece adherida al glomérulo hasta su necrosis total (Arcila.P, 2007)

**Déficit hídrico.** puede tener un impacto significativo en el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluyendo aquellas que producen flores y frutos, como las plantas de café, árboles frutales y cultivos diversos. El efecto del estrés hídrico en la producción de flores y frutos puede variar dependiendo de la etapa de desarrollo en la que se encuentre la planta (Arcila y Jaramillo, 2003).



**Figura 7.** Etapas de desarrollo del fruto de café (Arcila y Jaramillo, 2003).

En la etapa 1 del desarrollo del fruto de café la deficiencia hídrica puede generar el secamiento de frutos tiernos. En la etapa 2 una deficiencia hídrica puede tener diferentes efectos sobre el desarrollo del fruto (Figura 7), los cuales se clasifican en cuatro tipos, que describen a continuación:

**Grano vacío (flotantes):** El término “grano vacío” o “flotante” se refiere a un defecto en los granos de café en el que uno o ambos lóculos del fruto aparecen vacíos, sin la formación adecuada de endospermo. El endospermo es la parte del grano de café que contiene los nutrientes y es esencial para el desarrollo de la planta de café (Figura 8). En las variedades cultivadas se presenta normalmente menos del 5% de este efecto.

**Grano parcialmente formado:** Uno o ambos lóculos del fruto presentan formación parcial del endosperma, sin que se llegue al llenado completo (Figura 8). Estos granos alcanzan a madurar y producen el defecto “averanado”.

**Grano negro:** El “grano negro” es un defecto en los granos de café que se caracteriza por tener frutos en un estado de desarrollo avanzado, generalmente con una ligera tonalidad amarillenta, y cuando se abren, muestran una o ambas almendras (semillas de

café) desarrolladas y de un color café muy oscuro, casi negro. (Figura 8) (Valencia, 1973).

**Grano pequeño:** El “grano pequeño” es un término utilizado en la industria del café para describir un defecto en los granos de café que se desarrollan con un tamaño inferior al normal. Este fenómeno puede ser más evidente durante la etapa de trilla, cuando se separan los granos del fruto y se observa que algunos tienen un tamaño menor al esperado.

La deficiencia hídrica durante la etapa 3 del desarrollo del fruto de café, que es la etapa de maduración, puede tener efectos menos severos en comparación con etapas anteriores. Esto se debe a que el fruto ya se encuentra completamente desarrollado en esta fase. En condiciones de déficit hídrico moderado, el fruto podría no experimentar un impacto significativo en su desarrollo final, aunque en casos extremos de sequía, la maduración puede retrasarse y la pulpa del fruto puede secarse.

Normalmente, se espera una relación de café cereza a café pergamino seco de 5:1 o menor y en las compras se admite hasta un 5,5% de pasilla y defectos en el café pergamino.



**Figura 8.** Fruto completamente lleno (Izquierda), fruto parcialmente lleno (Centro) y grano negro (derecha) (Arcila y Jaramillo, 2003).



## 11. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA POLINIZACIÓN DEL CAFÉ

---

Las estimaciones del valor de los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas son fundamentales para respaldar la asignación de recursos hacia la conservación. La polinización representa un servicio ecosistémico crucial para el planeta y los seres humanos debido a su papel en la supervivencia de una amplia gama de cultivos. En México, se llevó a cabo un análisis del valor económico de la polinización utilizando la metodología de tasas de dependencia basada en las categorías establecidas por Klein et al. en 2007, las cuales evalúan la contribución de la polinización por insectos en diversos cultivos.

El análisis realizado sobre 214 cultivos reveló que 128 de ellos mostraron una dependencia positiva de la polinización, lo que significa que estas plantas dependen, al menos en parte, de los polinizadores para llevar a cabo la reproducción y producir frutos o semillas. Estos hallazgos sugieren que entre el 9% y el 14% de la producción agrícola nacional en México es vulnerable a la disminución de los polinizadores (Ramírez, 2023).

Esta información es significativa ya que resalta la importancia crítica de los polinizadores, como las abejas, mariposas, aves y otros insectos, en la agricultura mexicana. Los polinizadores desempeñan un papel crucial al transferir el polen de una flor a otra, lo que resulta en la fertilización y producción de frutos o semillas. Esta actividad es fundamental para el éxito reproductivo de muchas plantas cultivadas.

La vulnerabilidad de hasta el 14% de la producción agrícola muestra la relevancia directa de los polinizadores para la seguridad alimentaria y la productividad de los cultivos en México.




La disminución de los polinizadores debido a factores como la pérdida de hábitat, el uso excesivo de pesticidas, el cambio climático y las enfermedades que afectan a los polinizadores podría tener impactos significativos en la capacidad de los cultivos para producir alimentos.

Por lo tanto, estos hallazgos enfatizan la necesidad urgente de proteger y conservar los polinizadores, así como de implementar prácticas agrícolas sostenibles que promuevan su preservación. Esto no solo beneficiaría a los polinizadores y su hábitat, sino que también contribuiría a mantener la productividad de los cultivos y garantizar la seguridad alimentaria para la población.

**CUADRO 2. Valor bruto de la polinización (2003-2021) a precios constantes (año base 2019), de acuerdo a estudio realizado por Ramirez 2023, en Mexico.**

Año	N municipios	VBP (MDP)	%RV	VBP/ha (miles de pesos)	%PIB
2003	2407	48 654.10	09.17	2 200	0.22
2004	2414	50 721.39	09.56	2 291	0.22
2005	2410	48 211.62	10.34	2 224	0.22
2006	2419	52 179.11	10.35	2 219	0.22
2007	2428	53 276.08	09.87	2 191	0.23
2008	2431	53 558.20	09.47	2 136	0.23
2009	2425	52 614.02	10.65	2 290	0.25
2010	2433	51 533.74	09.98	2 005	0.24
2011	2428	51 726.32	10.65	2 175	0.25
2012	2431	52 988.81	09.68	2 075	0.25
2013	2434	58 346.66	10.77	2 230	0.26
2014	2434	66 742.44	11.39	2 523	0.27
2015	2434	66 891.22	11.34	2 555	0.27
2016	2435	77 609.98	12.83	2 801	0.32
2017	2435	87 698.51	13.75	3 211	0.36
2018	2437	91 757.57	13.62	3 388	0.37
2019	2435	96 334.24	14.19	3 794	0.39
2020	2429	77 110.25	13.26	3 443	0.35
2021	2435	71 688.21	12.56	3 096	0.33



Los resultados del Cuadro 2 indican que las variaciones anuales en el aumento de los valores están directamente asociadas con los principales cultivos comerciales destinados a la exportación. Estos cultivos, que son especialmente significativos en términos de su valor económico y su demanda en el mercado internacional, parecen verse beneficiados por la polinización animal en lo que respecta a su rendimiento y calidad.

La relación entre la polinización animal y estos cultivos comerciales puede tener un impacto considerable en su productividad y rentabilidad. La polinización animal, realizada por insectos como abejas, mariposas, aves y otros polinizadores, puede influir positivamente en la cantidad y calidad de la cosecha, lo que a su vez puede aumentar la rentabilidad de estos cultivos en términos de ingresos generados por unidad de área cultivada.

Los cultivos destinados a la exportación suelen tener una mayor demanda en el mercado internacional, lo que significa que su calidad y rendimiento pueden influir directamente en los ingresos generados por el país a través de las exportaciones. La polinización animal puede jugar un papel clave en el éxito y la competitividad de estos cultivos en el mercado global, ya que contribuye a una mejor producción y calidad de los productos agrícolas.

El costo relacionado con la recolección manual del café es un aspecto crucial en la producción cafetalera y puede representar un desafío económico considerable para los productores. La mano de obra necesaria para cosechar los granos de café de forma manual contribuye significativamente a los costos totales de producción en las plantaciones.

La realidad es que la recolección manual del café suele ser un proceso laborioso y requiere un trabajo minucioso y cuidadoso para seleccionar y cosechar solo los granos maduros, lo que garantiza la calidad del producto final. Este trabajo manual puede resultar costoso, ya que involucra emplear mano de obra durante períodos prolongados de tiempo, lo que se traduce en altos gastos para los productores.



Un ejemplo destacado son los cafés producidos en economías desarrolladas como los cafés Kona de Hawái. Estos cafés, conocidos por su alta calidad y características distintivas, a menudo se cultivan en áreas donde la mano de obra es más costosa, y el proceso de recolección es realizado manualmente para asegurar la máxima calidad de los granos. Como resultado, los costos de producción son más altos, lo que se refleja en un precio final más elevado para el consumidor.


La relación entre el costo de la recolección manual y el precio final del café es un factor importante que influye en la economía y la comercialización de los productos cafetaleros, y es una de las razones por las que los cafés producidos en economías desarrolladas pueden tener precios más elevados.

En los países en rápido desarrollo, la recolección manual del café se enfrenta a desafíos considerables debido a la disminución del interés de las personas en trabajar en esta labor. Las fincas cafetaleras en América Central a menudo emplean recolectores itinerantes que se desplazan de un país a otro, ya que las diferentes regiones tienen períodos ligeramente diferentes de cosecha.



La dificultad para encontrar trabajadores dispuestos a realizar esta labor se debe a varios factores, como el agotamiento físico que implica la recolección manual, la migración hacia otras oportunidades laborales más lucrativas o menos demandantes físicamente, y el declive en el interés de las generaciones más jóvenes en involucrarse en trabajos agrícolas.

Estos desafíos en la obtención de mano de obra para la recolección del café plantean problemas significativos para las fincas cafetaleras, especialmente en regiones donde la tradición de la cosecha manual del café ha sido una práctica común durante mucho tiempo.


La densidad de plantas de café por metro cuadrado es un factor clave en la intensificación agrícola y puede influir en la biodiversidad y funcionalidad de los ecosistemas cafetaleros. Se ha




observado que una alta densidad de plantas de café puede tener un impacto negativo en la diversidad de abejas y hormigas en estas áreas cultivadas.




Las abejas nativas que se encuentran en los cafetales bajo sombra de árboles juegan un papel crucial en la preservación de la biodiversidad y la fertilidad del suelo en los bosques tropicales circundantes. Sin embargo, los agricultores en América Latina han cambiado gradualmente de cafetales bajo sombra a plantaciones a pleno sol para mejorar la productividad. Esta transición ha resultado en una disminución en la biodiversidad, ya que las plantaciones a pleno sol tienen menos diversidad de especies de flora y fauna en comparación con los cafetales bajo sombra.



A pesar de que las plantaciones a pleno sol pueden aumentar la productividad del café, también conllevan riesgos ambientales, como el uso intensivo de pesticidas y fertilizantes. Por el contrario, los cafetales bajo sombra a menudo requieren menos insumos químicos debido a la capacidad de los árboles que los cubren para descomponer las hojas y proporcionar nutrientes al suelo de manera natural.



El cambio climático representa una amenaza significativa para la producción de café en América Latina. Según una investigación realizada por la Unidad de Modelado Ecosistémico e Hidrológico del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se proyecta que el aumento en la temperatura y los cambios en los patrones de lluvia podrían disminuir la idoneidad de las tierras donde se cultiva café en la región hasta en un 88% para el año 2050.



Estos cambios climáticos pueden tener varios efectos negativos en la producción de café, incluyendo:

1. Aumento de temperaturas: El calor excesivo puede afectar negativamente el desarrollo y la calidad de los granos de café, alterando los ciclos de crecimiento y maduración de las plantas.




2. Cambios en los patrones de lluvia: Variaciones en las precipitaciones pueden influir en la disponibilidad de agua para el cultivo, lo que afecta su crecimiento, floración y rendimiento.
3. Aparición de enfermedades y plagas: Los cambios climáticos pueden crear condiciones más favorables para la proliferación de enfermedades y plagas que pueden afectar la salud de las plantas de café.

Estos impactos del cambio climático representan una seria preocupación para la producción de café en América Latina, lo que podría tener consecuencias significativas en la economía y la industria cafetalera de la región. Se requieren estrategias de adaptación y medidas de mitigación para enfrentar estos desafíos y preservar la sostenibilidad a largo plazo de la producción de café en estos países.

Además, todas las áreas de cultivo de café tendrán problemas debido a que las abejas serán también afectadas por el cambio climático, según la investigación publicada en *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, y es la primera en estudiar la relación que existe entre el café, las abejas y el cambio climático.

Para que la apicultura sea un negocio rentable, es necesario evaluar inversiones, producción, costos, el conocimiento del agricultor, el manejo del colmenar, las enfermedades y tratamientos, la carga apícola del terreno donde se ubican y un sinnúmero de factores para que esta actividad pueda llegar a ser rentable.

En Cuba, a fines de 2016 había más de 1.600 apicultores y el parque de colmenas era superior a 180.000 colmenas (APICUBA, 2017). Muchos productores se han profesionalizado siendo dueños de 100 o más colmenas, con una elevada productividad que promedia un rendimiento superior a los 45 Kg por colmena al año y que en 2016 alcanzó los 52 Kg por colmena como media país (APICUBA, 2017). El parque de colmenas al cierre 2016 fue superior a las 180.000 familias, creciendo como promedio en los últimos 5 años unas 7.000 colmenas anuales sin considerar el



recambio anual que se sitúa alrededor del 10 %. La producción de miel al cierre de 2016 alcanzó las 9.120 t cifra que no se alcanzaba hace unos 25 años (APICUBA, 2017).

Las enfermedades recientes de las abejas implican más conocimientos, más tiempo y más dinero para hacer rentable a la apicultura, por otro lado, debe existir un equilibrio entre el número de colmenas y la productividad de las mismas.


Algunas de las normas básicas para garantizar la rentabilidad de las colmenas son las siguientes:

1. Tener conocimiento técnico sobre el manejo moderno de las colmenas.
2. Tener conocimiento de la biología de las abejas.
3. Conocer las enfermedades más frecuentes que afectan las abejas y como tratarlas.
4. Ser muy constante en el manejo de las colmenas.
5. Disponer de medios de extracción, almacenaje y movilidad, acordes a las menores prácticas de manejo.
6. Querer a las abejas y estar permanentemente pendiente de ellas.
7. Tener conocimiento sobre los factores para definir la carga apícola y las técnicas para definir donde instalar las colmenas.
8. Desarrollar un proceso gradual, empezar con pocas colmenas y aumentar según los resultados y el esfuerzo posible.
9. Determinar la capacidad y meta de producción por unidad y valorar además del ingreso económico de la miel y los subproductos, la contribución a la seguridad alimentaria y su aporte como servicio ecosistémico.

Para que la apicultura sea un negocio rentable, es necesario evaluar inversiones, producción, costos, el conocimiento del agricultor, el manejo del colmenar, las enfermedades y tratamientos, la carga apícola del terreno donde se ubican y un sinnúmero de factores para que esta actividad pueda llegar a ser rentable.

Dentro de los principales factores a considerar para la instalación de las colmenas se encuentran los siguientes:

1. **Definir las subespecies de abeja que se utilizará en las colmenas:** Existen diferentes subespecies de abejas melíferas que pueden ser utilizadas en la apicultura, cada subespecie tiene particularidades respecto a cuanto son dóciles, productivas o adaptables al tipo de clima.
2. **Recibir la capacitación técnica sobre el manejo de abejas y la producción de miel bajo sistemas modernos de apicultura:** Es crucial adquirir conocimientos técnicos y habilidades específicas en apicultura moderna para garantizar una producción exitosa y sostenible de miel, así como para manejar adecuadamente las colmenas y cuidar la salud de las abejas.
3. **Definir el tipo de caja o colmena que se utilizará para la producción de miel:** Existen varios tipos de colmenas disponibles, como las Langstroth, Dadant, Layens, entre otras, cada una con sus propias características y ventajas. La elección dependerá de factores como la preferencia del apicultor, el entorno local y las necesidades de las abejas.
4. **Analizar la capacidad melífera de la vegetación del área geográfica donde se colocarán las colmenas, las épocas de mayor floración y las épocas críticas:** Es esencial conocer la flora local y sus ciclos de floración para asegurar que las abejas tengan acceso a suficientes fuentes de néctar y polen durante todo el año.
5. **Definir la carga apícola de la zona en función de la disponibilidad de flores melíferas:** La carga apícola se refiere a la capacidad del área para mantener una determinada cantidad de colmenas, dependiendo de la cantidad y calidad de las fuentes de néctar y polen disponibles.
6. **Estudiar las técnicas para la selección de los sitios donde se colocarán las colmenas, así como la orientación de las colonias en función de los vientos dominantes:** Elegir ubicaciones adecuadas para las colmenas es crucial para el éxito de la actividad apícola, considerando aspectos



como la exposición solar, la protección contra vientos fuertes y la distancia a fuentes de agua y alimento.

7. **Disponer las colmenas horizontalmente con una cierta inclinación hacia la piquera para favorecer la salida de agua y la limpieza:** Esta disposición ayuda a mantener la higiene de las colmenas y facilita la salida de desechos y agua acumulada.
8. **Aislar la colonia del suelo para evitar humedad y limpiar zonas de malas hierbas para evitar posibles enemigos:** Mantener las colmenas alejadas de la humedad y de las malas hierbas ayuda a prevenir problemas sanitarios y protege a las abejas de posibles depredadores.
9. **Establecer una separación adecuada entre apiarios (3-4 km):** Mantener cierta distancia entre apiarios reduce la competencia entre las abejas por recursos y disminuye el riesgo de propagación de enfermedades entre colmenas cercanas.
10. **Asegurar disponibilidad de agua cercana o proveer bebederos para las abejas:** Las abejas necesitan agua para sus actividades diarias, especialmente durante los períodos de alta actividad y calor, por lo que es crucial asegurar su acceso a fuentes de agua cercanas.
11. **Considerar el costo de las colmenas y sus accesorios:** El costo de iniciar un apiario puede variar significativamente según la región, los materiales utilizados, el tipo de colmena y la cantidad de abejas incluidas en el paquete inicial.


Estos puntos reflejan aspectos esenciales a considerar al establecer y manejar un apiario, cada uno fundamental para el éxito y la sostenibilidad de la producción de miel.

## 12. BUENAS PRÁCTICAS SUGERIDAS: ¿QUÉ SON LAS BUENAS PRÁCTICAS?

---

Estos puntos resumen los objetivos clave para un proceso de producción agrícola sostenible y responsable:

1. **Productos sanos y de calidad:** Se refiere a la producción de alimentos seguros y nutritivos, libres de contaminantes y pesticidas nocivos, que cumplan con estándares de calidad para garantizar la salud de los consumidores.
2. **Producción eficiente y amigable con el ambiente:** Busca métodos de producción que minimicen el impacto ambiental, reduciendo el uso de recursos naturales como agua y energía, y adoptando prácticas agrícolas sostenibles que conserven la biodiversidad y los ecosistemas.
3. **Garantía de calidad de vida a las familias productoras y consumidores:** Implica asegurar condiciones justas de trabajo y un nivel de vida adecuado para los agricultores, así como acceso a alimentos de calidad para los consumidores.
4. **Producción viable económica y socialmente:** Busca la viabilidad económica de la producción agrícola, asegurando que sea rentable para los agricultores y contribuya al desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales.


- 
5. **Gestión transparente y responsable del proceso productivo:** Se refiere a la necesidad de una gestión transparente y ética en todas las etapas de la producción, desde la siembra hasta la comercialización, promoviendo la responsabilidad social y el cumplimiento de regulaciones y normativas.

Estos objetivos son fundamentales para la agricultura sostenible y orientada hacia el futuro, ya que buscan conciliar la producción de alimentos de calidad con la preservación del medio ambiente, la equidad social y el bienestar de las comunidades involucradas en el proceso.

## 13. ¿CUÁLES BUENAS PRÁCTICAS SE PUEDEN APLICAR EN LOS CAFETALES?

---

- Combinación de diferentes métodos de control y prevención de plagas/enfermedades de manera eficiente y amigable con la salud y ambiente
- Buen manejo integral de plagas, con el uso de insumos producidos por los centros de entomopatógenos y entomófagos, como parte de los métodos de producción orgánica
- Prácticas de conservación de aguas y suelos
- Establecimiento de Sistema Agroforestales
- Manejo adecuado de residuos como pulpa del café, aguas mieles del beneficiado, envases de productos entre otros



## 14. ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE TRABAJAR EL CAFETAL Y LA FINCA DE MANERA DIVERSIFICADA?

---

Los productores y sus familias están expuestos a situaciones de riesgo como eventos climáticos extremos (lluvias, sequías, huracanes), variaciones de precio de los productos, epidemias de plagas y enfermedades entre otras; en este sentido, es muy importante que la finca y los cultivos estén asociados o se combinen entre sí, tanto para productos para la venta (diferentes fuentes de ingresos) como para consumo familiar.

Para que la finca disminuya el riesgo es recomendable tener más de tres actividades que generan ingresos.

Por otro lado, tener muchas actividades sin una adecuada planificación de mano de obra y dinero puede representar limitantes importantes para lograr buenos resultados.



## 15. ¿ESTÁN COMPROMETIDOS Y PREPARADOS LA FAMILIA Y LOS TRABAJADORES PARA DESARROLLAR BUENAS PRÁCTICAS?

---

La base del éxito de una finca es la unidad familiar, así como los trabajadores involucrados en las diferentes labores.

Para poder garantizar un trabajo productivo y efectivo, la familia y los trabajadores deben estar bien organizados y comprometidos con una visión de futuro.

Para ello, es clave la búsqueda permanente del fortalecimiento de sus capacidades para el desarrollo de buenas prácticas agrícolas.





## 16. REFLEXIONES GENERALES


---

1. Para incrementar la productividad de las plantaciones de café se requieren nuevos conocimientos y estrategias, como el uso de la polinización abierta, mediante la instalación de colmenas en las plantaciones de café.
2. Existen diversos estudios en Colombia, México, Panamá, Costa Rica, Ecuador, Puerto Rico e Indonesia que reportan aumentos significativos de la cantidad y la calidad de los frutos del café, producidos gracias a la relación natural con las abejas.
3. La apicultura constituye un medio eficaz para generar ingresos directos a los productores por la producción de miel, propóleo, jalea real y polen; además de contribuir a la polinización de otras plantas y cultivos asociados al café y enriquecer la biodiversidad de la finca y sus alrededores; sin embargo, la permapicultura<sup>1</sup> ofrece ventajas adicionales que deben ser estudiadas y aplicadas como parte de una estrategia de diversificación de la caficultura.
4. Entre los polinizadores, las abejas son consideradas de gran importancia ya que intervienen en la reproducción de un alto porcentaje de plantas y cultivos; entre ellos el café donde la polinización cruzada cumple un papel relevante

---

1 “La Permapiicultura es una técnica apícola basada en el respeto por las abejas. Variante de la Permacultura del australiano Bill Mollison e hija de la Agricultura Natural o del “No-Hacer” del japonés Masanobu Fukuoka, supone una vuelta a lo natural, a la producción óptima de alimentos sin contaminar, ya que el permapiicultor no interviene en las colmenas, logrando con ello reducir sensiblemente los gastos de explotación mientras experimenta considerables aumentos de producción”. Consultado en: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3014/BVE17068931e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- en la producción y calidad de los frutos de café, pese al alto grado de autopolinización.
5. Dada la importancia de los distintos tipos de abejas en la producción de café, los cafetaleros deberían prestar atención a la conservación de estos insectos y potenciar así la polinización a través de prácticas agrícolas sostenibles, del establecimiento de diferentes tipos de árboles de sombra y plantas florales; así como del uso de colmenas con abejas melíferas o con abejas meliponas.
  6. Las plantas que crecen junto al café proporcionan fuentes de alimento alternativas para las abejas cuando los cafetos no están en floración. Esto beneficia a las abejas al ofrecerles recursos para alimentarse, nidificar y desarrollarse. La diversidad de plantas también aumenta la biodiversidad, atrayendo más polinizadores y mejorando la polinización en general.
  7. Destacar la relevancia de los polinizadores, especialmente las abejas, es crucial para aumentar la producción agrícola. Su papel en la polinización contribuye significativamente a la producción de alimentos y al mantenimiento de la seguridad alimentaria.
  8. La polinización es un servicio esencial para el bienestar humano, ya que aumenta la producción de cultivos agrícolas y mantiene los procesos reproductivos en los ecosistemas naturales. Esto tiene un impacto directo en la disponibilidad de alimentos y en la salud de los ecosistemas.
  9. Las abejas encuentran en las fincas de café recursos florales que mejoran su hábitat y nutrición. Esto no solo beneficia a los apicultores y sus familias, sino también a las comunidades cercanas, ya que se promueve la biodiversidad y se mantienen poblaciones saludables de polinizadores.
  10. Las abejas, al realizar la polinización cruzada en las plantaciones de café, contribuyen a la uniformidad en la maduración y tamaño de los frutos, mejorando la calidad y rendimiento de la producción.

- 
11. La apicultura no solo es una actividad que puede ser desarrollada por miembros de la familia, sino que también contribuye a mejorar los ingresos y la seguridad alimentaria. Los productos de las colmenas, como el propóleo, el polen, la jalea real y el veneno de abejas, pueden usarse con fines terapéuticos y mejorar la dieta alimentaria de quienes consumen estos productos.
  12. A diferencia de otras actividades, la apicultura no requiere grandes inversiones financieras o de tiempo significativas. Además, los productos apícolas pueden ser vendidos a nivel local o internacional, incluso junto con la producción de café, lo que ofrece oportunidades de exportación y generación de ingresos adicionales.

Estos puntos destacan cómo la relación simbiótica entre la apicultura y la producción agrícola, en este caso el cultivo de café, es beneficiosa tanto para la salud de los ecosistemas como para el bienestar económico y nutricional de las comunidades locales.

## 17. BIBLIOGRAFÍA

---

ALVIM, P. de T. Factors affecting flowering of coffee In genes, enzymes and populations. (A.B. Srbed.) .Plenum Press, N.Y. pp.192-202. 1976.

AMARAL, E. 1952. Essay on the influence of *Apis mellifera* L. on the pollination of the coffee plant (preliminary note). Esc. Super. de Agr. "Luiz de Queiroz" (Sao Paulo, Brazil) Bul. 9, 6 pp. [En Portugués.]


APICUBA 2017. Informe cierre año 2016.

ARCILA P., J. Relación entre la humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. 2003.


ARCILA P., J. Fisiología de la floración del cafeto In: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sección de Fitofisiología. Informe Anual de labores 1984-1985. Chinchiná, Cenicafe, pp.58-65. 1985

ARCILA P. et al. 2007. Sistemas de producción de café en Colombia. Consultado en [<https://biblioteca.cenicafe.org/bits-tream/10778/720/1/Sistemas%20producci%C3%B3n%20caf%C3%A9%20Colombia.pdf>] en diciembre 2023.


ARCILA, P. et al. 2007. Capítulo 2 Sistemas de producción de café en Colombia. Disponible en [<https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf>], consultado en diciembre 2023.




BROWNING, G. Environmental control of flower bud development in *Coffea arabica* L. In: Environmental effects on coffee physiology. Fithlong Ashton Symposium. (J.J.Lindsberg and C.V. Cutting eds.) Academic Press. pp.321-336.1977.




BUSTILLO P., A. E. 2002. El manejo de cafetales y su relación con el control de la broca del café en Colombia. Boletín Técnico No 24, Cenicafe. Chinchiná (Colombia). 40 p.




CASTILLO Z., J. y LOPEZ A., R. Notas sobre el efecto de la intensidad de luz en la floración del cafeto. Cenicafe (Colombia) 17: 5160. 1966.




CEPEDA, J; Gómez, D y Nicholls, C. La estructura importa: abejas visitantes del café y estructura agroecológica principal (EAP) en cafetales. Revista Colombiana de Entomología 40 (2): 241-250 (Julio - diciembre 2014)



CEPEDA, J. y Gómez, D. Pensando el manejo en los cafetales desde la relación entre la riqueza de abejas y la diversidad vegetal. Colombia. Disponible en [[https://www.researchgate.net/publication/318452056\\_Pensando\\_el\\_manejo\\_en\\_los\\_cafetales\\_desde\\_la\\_relacion\\_entre\\_la\\_riqueza\\_de\\_abejas\\_y\\_la\\_diversidad\\_vegetal](https://www.researchgate.net/publication/318452056_Pensando_el_manejo_en_los_cafetales_desde_la_relacion_entre_la_riqueza_de_abejas_y_la_diversidad_vegetal)], consultado en Diciembre



CLIFFORD, M., WILLSON, K. 1985. Coffee. Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Wesport: THE AVI PUBLISHING COMPANY.



DE MARCO, P.; F. M. COELHO. 2004. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. Biodiversity and Conservation 13: 1245-1255.



FERNÁNDEZ B., O.; CADENA G., G.; LÓPEZ D., S.; BUITRAGO J., H.L.; ARANGO B., L.G.. La Mancha de Hierro del cafeto *Cenospora coffeicola* Berk. y Cooke., biología, epidemiología y control. /ir COLLOQLTE Scientifique Internationale Sur le Café, 10. Salvador, Octubre 11-14, 1985. Documents. París, ASIC, 1982. p. 541-551

FLOREZ F., J.A. 2002. Biodiversidad funcional en cafetales: el rol de la diversidad vegetal en la conservación de abejas y el papel de estas en la producción de café. Turrialba (Costa Rica) CATIE. 105 p.

Food4Farmers. 2015. ¿Por qué son beneficiosas las abejas para el café?. Tomado de <http://food4farmers.org/es/2015/02/24/por-que-son-beneficiosas-las-abejas-para-el-cafe/>

FRANCO, C.M. Fotoperiodismo em cafeiro *C. arabica* L. Rev. Inst. Cate (Sao Paulo, Brasil) 174: 15861592, 1940.


GALVIS G., C. (2003). Mal Rosado *Corticium Salmonicolor* Berk. Enfermedades del Cafeto en Colombia. Chinchina: Cenicafe.

GARCÍA, F. Abejas silvestres mejoran los cafetales. 2013. Tomado de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/abejas-silvestres-mejoran-los-cafetales.html>


GENARO, J. A. 2008. Origins, composition and distribution of the bees of Cuba (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). *Insecta Mundi*. 52: 1-16.

GOMEZ G, L. Influencia de factores climáticos sobre la periodicidad de crecimiento del cafeto. *Cenicaté (Colombia)* 28: 317.1977.

IMBACH, P. 2016. Coupling of pollination services and coffee suitability under climate change disponible en [<https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1617940114>] consultado en Diciembre 2023.




ICAFFE-MAG. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café Ged. ICAFFE. Programa cooperativo. Costa Rica. 122 pp.




ICO. 2018. “International Coffee Organization - Aspectos Botánicos.” Aspectos Botánicos. Retrieved December 5, 2019. ([http://www.ico.org/es/botanical\\_c.asp?section=Acerca\\_del\\_caf%E9](http://www.ico.org/es/botanical_c.asp?section=Acerca_del_caf%E9) )

IICA/PROMECAFFE.1997. Memoria XVIII Simposio Latino americano de Caficultura. San José. Costa Rica. 542 p




JARAMILLO A. (2012). Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café (*coffea arabica*: rubiaceae) en tres sistemas de producción en el departamento de Antioquia. Medellín Colombia. Tesis maestría en Entomología. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias. Colombia. 82 p.


JARAMILLO R., A. VALENCIA A., G. Los elementos climáticos y el desarrollo de *Coffea arabica* L. en Chinchiná. Cenicafé (Colombia) 3- 86104. 1980.



KLEIN A.M, STEFFAN I.; T. SCHARNTKE. 2003a. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. *Journal of Applied Ecology* 40: 837-845.



KLEIN, A., STEFFAN-DEWENTER, I.; T. TSCHARNTKE, 2003b. Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae) *American Journal of botany* 90: 153–157.



KLEIN, A., STEFFAN-DEWENTER, I.; T. TSCHARNTKE. 2003c Linking deforestation scenarios to pollination services and economic returns in coffee agroforestry systems. *Proceedings of the Real Society of London. Series Biology.* 270: 955–961.

KREMEN, C., WILLIAMS, N. M.; R.W. THORP. 2002. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification.



Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), USA. 99: 16812–16816.

La Tienda del Apicultor. 2017. La regla de Farrar. Disponible en: [<https://www.latiendadelapicultor.com/blog/regla-de-farrar/>] consultado en Diciembre 2023.

LEGUIZAMÓN C., J.E. La Mancha de Hierro del cafeto. Avances Técnicos Cenicafé No 246: 1-8.1997.

LEON, J. y FOURNIER, L. Crecimiento y desarrollo del fruto de *Coffea arabica* L. Turrialba (Costa Rica) 12: 6574. 1962.

MOENS, P. Investigaciones morfológicas ecológicas y fisiológicas sobre cafetos. Turrialba (Costa Rica) 18: 209233. 1968.

OUSICENO H., G. Estudio de la producción de seis variedades comerciales de café. Cerne até (Colombia) 19: 1 836. 1968


PARKER I. M.; HAUBENSAK K. A. 2002. Comparative pollinator limitation of two non-native shrubs: do mutualisms influence invasions?. *Oecologia* 130:250–258

PHILPOTT S.M., SHINSUKE UNO; J. MALDONADO. 2006. The importance of ants and high-shape management to coffee pollination and fruit weight in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15: 487-501


PÉREZ-PIÑEIRO, A. 2017. La apicultura en Cuba y su situación actual. *Agroecología*, 12(1), 67-73.

RAMIREZ, M. 2023. Valoración económica de la polinización en México durante el periodo 2003-2021. El semestre de las especializaciones 5- 1 (2023) 211-248.


RAMÍREZ, M. R. Valoración económica de la polinización en México durante el periodo 2003-2021.



RAMIREZ, J. 2016. Identificación y evaluación de insectos polinizadores del café en tres fincas orgánicas, en el cantón Espíndola-provincia de Loja. Disponible en [<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/15424>] consultado en Diciembre 2023.




REYES SANCHEZ, L.A. 2016. Identificación y evaluación de insectos polinizadores del Café en tres fincas orgánicas, en el cantón Espíndola Provincia de Loja. Defensa de tesis. Ecuador.




RICE, R. y Drenning, J. Manuel de café bajo sombra. 2003. Smithsonian Migratory Bird Center (SMBC), National Zoological Park, Washington, DC, Estados Unidos. Disponible en [[https://nationalzoo.si.edu/scbi/migratorybirds/aves\\_migratorias/cafe](https://nationalzoo.si.edu/scbi/migratorybirds/aves_migratorias/cafe)] consultado en Diciembre 2023.

RICKETTS, T. H. 2004. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. *Conservation Biology* 18 (5): 1262-127




RODRÍGUEZ, M. Abejas ayudan al café frente al cambio climático. 2017. Disponible en [<https://www.croplifela.org/es/?id=306:abejas-ayudan-al-cafe-frente-al-cambio-climatico>] consultado en Diciembre 2023.



ROUBIK, D. 2002a. The value of bees to the coffee harvest. *Nature* 417: 708.

SANTOS, B. R.; MAESTRI, M and COONS, M. P The physiology of flowering in coffee. *A Review J. Coffee Res.* 8: 2973. 1978.



Sci.Dev.Net. 2010. Abejas en cafetales de sombra mejoran biodiversidad. Disponible en [<http://www.scidev.net/america-latina/biodiversidad/noticias/abejas-en-cafetales-de-sombra-mejoran-biodiversidad.html>], consultado en diciembre 2023.



SEIN, F., JR. 1959. DO BEES HELP COFFEE? *Hacienda* 55: 36-50.



SUAREZ S., J. V. Influencia de la precipitación en el crecimiento del fruto de café. Avances Técnicos Cenicafé N o 89. 1979.

STEFFAN-DEWENTER, I.; T. TSCHARNTKE.1999. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set Oecologia 121: 432-440.

VALENCIA A., G. Granos negros y caída de frutos tiernos del café. Avances Técnicos Cerucafé N° 49. 1975.

VALENCIA A . G. Factores que inciden en la formación de granos negros y caída de frutos verdes de café. Cenicafé 24: 4755. 1973

WILLMER P.G.; G.N. STONE. 1989. Incidence of entomophilous pollination of lowland coffee (*Coffea canephora*); the role of leaf cutter bees in Papua New Guinea. Entomologia Experimentalis 50(2): 113-124

WORMER. T.M. The growth of the coffee berry. Ann. Bot. (London) 28: 4 755. 1964.





# NOTAS

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# NOTAS

---









# MásCafé

El proyecto Más Café es una iniciativa de cooperación internacional del Ministerio de la Agricultura (MINAG), en apoyo al sector agroforestal y cafetalero en el Oriente de Cuba, ejecutada a través del Grupo Empresarial Agroforestal (GAF), el Instituto de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), con la contribución técnica y financiera de la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS).

## Contactos:

Instituto de Investigaciones  
Agro-Forestales (INAF)


 (+53) 7 208 4935

 [www.inaf.co.cu](http://www.inaf.co.cu)

 CUBAINAF

 CUBAINAF

 [direccion@forestales.co.cu](mailto:direccion@forestales.co.cu)

 Calle 174, #1723 e/ 17B y 17C,  
Reparto Siboney, Playa. La Habana

Agencia Italiana de Cooperación  
para el Desarrollo (AICS)

 (+53) 7 832 7079

 [lavana.aics.gov.it](http://lavana.aics.gov.it)

 aicslavana

 aics\_lavana

 aics-lavana

 aicslahabana

 Edificio Someillán: Calle O e/  
Línea y 17, piso 4, Vedado. La Habana