

ISBN: 978-9942-609-73-1

LA CAFICULTURA: *el Arte y la Ciencia* de producir a través del tiempo



Verónica Cristina Andrade Yucailla, Mercedes Pola Arzube Mayorga, Ángel Rodolfo León Mejía,
Lenni Crisol Ramírez Flores, Washington Vidal Perero Vera, Carmen Irina Cárdenas Macías,
Néstor Vicente Acosta Lozano, Rocío Maribel Yagual De La Cruz, Javier Oswaldo Soto Valenzuela,
Marcos Antonio Barros Rodríguez y Ricardo Augusto Luna Murillo.



Instituto de Investigaciones
Transdisciplinarias Ecuador - BINARIO

EDITORIAL BINARIO

Mgs. Susgein Julissa Miranda Cansing

Directora ejecutiva

Lcdo. Wilfrido Rosero Chávez

Gerente operaciones generales

Dra. Sherline Chirinos

Directora de publicaciones y revistas

Lcda. Greguis Reolón Ríos

Directora de marketing y RRSS

La revisión técnica de los documentos correspondió a especialistas expertos en el área.

ISBN:

978-9942-609-73-1

1era. Edición junio 2026

Edición con fines educativos no lucrativos

Hecho en Ecuador

Diseño y Tipografía: Greguis Reolón Ríos

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito al Instituto de Investigaciones Transdisciplinarias Ecuador (BINARIO).

Instituto de Investigaciones
Transdisciplinarias Ecuador - BINARIO

Cel.: +593 99 571 2751

<http://www.binario.com.ec>



AUTORES

Verónica Cristina Andrade Yucailla

Mercedes Pola Arzube Mayorga

Ángel Rodolfo León Mejía

Lenni Crisol Ramírez Flores

Washington Vidal Perero Vera

Carmen Irina Cárdenas Macías

Néstor Vicente Acosta Lozano

Rocío Maribel Yagual De La Cruz

Javier Oswaldo Soto Valenzuela

Marcos Antonio Barros Rodríguez

Ricardo Augusto Luna Murillo



PRÓLOGO

Los invito a que cierren los ojos por un momento y se imaginen el inconfundible olor de la mañana. De la taza brota un vapor delicioso, en el cual se adivinan quizás otros componentes que completan el placer. Ese aroma provocador es la huella con la cual se evoca una rica tierra, un esfuerzo del trabajador y la sorprendente biodiversidad del Ecuador.

El presente texto expresa el deseo hospitalario de un pueblo, que invita a disfrutar el mejor café tan lleno de vivencias y saberes. Aquí se podrá leer el espíritu de unos granos que han viajado, a partir de las costas ecuatorianas hacia los paladares más refinados del mundo.

Este libro tiene como objetivo integrar. No deseábamos redactar únicamente un manual técnico o un álbum fotográfico. Deseábamos edificar un puente que uniera tres mundos esenciales. Principalmente, la Academia y la Ciencia, ya que es un texto de referencia para los alumnos de agronomía y para los investigadores de diversas disciplinas afines, como lo son la química, la biología, la economía y la entomología. Esta obra es una herramienta. Aquí se presenta un análisis detallado de nuestra botánica, la trazabilidad genética de nuestras variedades incluyendo el Robusta amazónico y el Arábica de altura en Loja y los retos agronómicos del siglo XXI.

Sin embargo, este texto también es relevante para los economistas, empresarios y productores de la bebida aromática, así como para todos aquellos que reconocen al café como un motor de la economía. Investigamos la cadena de valor, el comercio justo y la manera en que esta "pepita de oro" es vital para el sustento de miles de familias en Ecuador.

Por supuesto, todos los catadores de café están igualmente invitados a leerlo, ya que el público general y los baristas les servirá para enriquecer su arte y su experiencia con la información proporcionada aquí. Esta obra rinde homenaje a la magia del tostado, la extracción artística y el fervor que se oculta tras la barra de una cafetería especializada.

Ecuador es una nación afortunada. Es uno de los escasos sitios en el planeta donde el café se cultiva, al igual que en la cuenca amazónica y en las laderas de los Andes, en las Islas Galápagos.

Esta es una era de gran brillo del café de especialidad, hecho en Ecuador. El país ya no se limita, simplemente, a exportar materia prima. Gracias a nuevas experiencias y saberes, la agroindu-

stria asociada a nuestra bebida aromática se ha ampliado, abriendo oportunidades inéditas también para sectores económicos relacionados, en primer lugar, naturalmente, el turismo.

Para decirlo en pocas palabras, el lector conseguirá en estas páginas la invitación a hacer un descubrimiento placentero: el Ecuador del café. Un viaje gracias al sentido del gusto, sentido maravilloso que guiará al interesado hacia múltiples historias de ciencia y esfuerzo, placer y conocimiento.



AUTORES



VERÓNICA CRISTINA ANDRADE YUCAILLA

Doctora en Ciencias Veterinarias (Ph. D.)

vandrade@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

La Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D. en Ciencias Veterinarias y actual doctoranda en Ciencias Agrícolas, es Profesora Titular Principal en la UPSE. Con maestrías en Salud Animal y Gestión Tecnológica, destaca como experta en nutrición animal de precisión e innovación. Su trabajo trasciende fronteras mediante, colabora y lidera redes nacionales de investigación. Con más de 560 citas y un índice h de 13, su producción científica en Scopus impulsa la sostenibilidad agropecuaria global. Su gestión une el rigor científico con el compromiso social y la excelencia académica.



MERCEDES POLA ARZUBE MAYORGA

Docente

marzube@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

Mercedes Pola Arzube Mayorga, nacida el 6 de octubre de 1967, es Ingeniera Agrónoma graduada de la Universidad Agraria del Ecuador. Posee una Maestría en Agroecología y Agricultura Sostenible y otra en Gerencia y Liderazgo Educativo. Se desempeña como docente investigadora a tiempo completo en el área agropecuaria. Su labor académica se enfoca en la docencia, investigación y desarrollo de la agricultura sostenible. Cuenta con experiencia en formación superior y fortalecimiento educativo.



ÁNGEL RODOLFO LEÓN MEJÍA

Ingeniero Agrónomo

aleon@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

Docente investigador, Ingeniero Agrónomo, Magíster en Riego y Drenaje, Doctorando en Ciencias Agrícolas. Con amplia experiencia en la gestión integral de cultivos perennes y de ciclo corto, especializándose en el manejo estratégico y la programación del riego bajo criterios de eficiencia hídrica y sostenibilidad de los recursos naturales.



LENNI CRISOL RAMÍREZ FLORES

Ingeniera Agropecuaria

lramirez@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

Lenni Crisol Ramírez Flores es una profesional ecuatoriana vinculada al ámbito de las ciencias agrarias y la educación superior. Se desempeña como docente en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ha participado en proyectos académicos y publicaciones científicas relacionadas con el sector agropecuario. Cuenta con experiencia en gestión académica, ocupando cargos directivos dentro de la facultad. Su labor se orienta a la formación integral de estudiantes y al fortalecimiento de la educación agropecuaria en el país.



WASHINGTON VIDAL PERERO VERA

Ingeniero Comercial

wperero@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

Estudio de tercer nivel en la Universidad Estatal Península Santa Elena y Universidad de Guayaquil. Estudio de cuarto nivel en la Universidad Estatal de Bolívar e Instituto Pedagógico de la Habana Cuba. En la academia como profesional ejerció los cargos de Técnico Docente, Docente Universitario, Par Evaluador Institucional, Director de UPSE Playas, Director de Bienestar Universitario y miembro del Consejo Superior Universitario.



CARMEN IRINA CÁRDENAS MACÍAS

Ingeniera Mecánica

ccardenas3455@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

Carmen Irina Cárdenas Macías es Ingeniera Mecánica con Maestría en Riego y Drenaje, con experiencia en diseño, supervisión y fiscalización de sistemas de riego tecnificado. Ha participado en proyectos agrícolas en Ecuador y República Dominicana, optimizando el uso del recurso hídrico. Cuenta con trayectoria en capacitación a técnicos y agricultores, así como en coordinación de proyectos de riego en el sector público. Se ha desempeñado también como docente en áreas de hidráulica aplicada. Su perfil integra conocimiento técnico, gestión y compromiso con el desarrollo agropecuario sostenible.



NÉSTOR VICENTE ACOSTA LOZANO

Doctor en Ciencia Veterinarias

nacosta@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

El Dr. Néstor Acosta Lozano es Rector de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), consolidando una trayectoria de liderazgo en la alta dirección universitaria. Posee un Doctorado en Ciencias Veterinarias y una Maestría en Producción Animal, formación que sustenta su destacada labor como investigador con múltiples publicaciones en Scopus y Latindex. Su experiencia administrativa es amplia, habiendo ejercido previamente cargos estratégicos como Vicerrector Académico, Director de Extensión y representante docente. En el ámbito científico, ha liderado diversos proyectos de investigación enfocados en la nutrición animal y la biomasa hidropónica, contribuyendo al desarrollo agropecuario regional. Finalmente, su perfil integra la gestión académica con la docencia titular promueve la innovación digital en la educación superior.



ROCÍO MARIBEL YAGUAL DE LA CRUZ

Ingeniera Agropecuaria

ryagual7424@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

Rocío Yagual De La Cruz es Ingeniera Agropecuaria y Magíster en Agropecuaria con mención en Gestión del Desarrollo Rural Sostenible, docente investigadora en el área agropecuaria. Su producción científica comprende estudios sobre bioestimulación vegetal, valorización de residuos agroindustriales, adaptación de líneas de arroz y calidad nutricional de huevos. Su labor académica se orienta al fortalecimiento de la producción sostenible, la innovación agropecuaria y la transferencia de conocimiento.



JAVIER OSWALDO SOTO VALENZUELA

Biólogo

jsotov@upse.edu.ec

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

El Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D., inició su trayectoria en el CIAP de la UPSE y alcanzó la excelencia académica con un doctorado en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Especialista en microbiología del suelo y biotecnología ambiental, lidera investigaciones estratégicas sobre el uso de rizobios como biofertilizantes de vanguardia. Su enfoque integra la productividad agrícola con la sostenibilidad ecosistémica y la preservación de la biodiversidad edáfica. Mediante soluciones biológicas innovadoras, mitiga el impacto ambiental y promueve una agricultura regenerativa y responsable. Actualmente, se posiciona como un referente científico clave en la transición hacia sistemas de producción sostenibles.



MARCOS ANTONIO BARROS RODRÍGUEZ

Doctor en Ciencias Agropecuarias (Ph.D).

ma_barrosr@yahoo.es

Department of animal nutrition and rumen biotechnology, Ruminant Feedlot Ranch-PROCESA

El Dr. Marcos Antonio Barros Rodríguez, Ph.D., es un investigador de élite cuya vocación ha transformado la nutrición animal de precisión y la fisiología de rumiantes. Su rigor científico se refleja en constantes publicaciones de alto impacto en Scopus (Q1) y revistas de relevancia mundial. Posee un liderazgo transcontinental, dirigiendo proyectos estratégicos en otros países. Como conferencista internacional, articula redes de cooperación que posicionan su agudeza analítica a la vanguardia de la ciencia contemporánea. Su trayectoria garantiza soluciones sostenibles que optimizan la productividad y la eficiencia en la industria agropecuaria global.



RICARDO AUGUSTO LUNA MURILLO

Ing. Zootecnista M. Sc Microbiología

ricardo.luna@utc.edu.ec

Universidad Técnica de Cotopaxi

Docente-Investigador con 30 años de experiencia en el campo agropecuario, Asesor de trabajos de Investigación a nivel de grado y posgrado, Consultor Independiente en proyectos de inversión económica y social, Expositor en congresos nacionales e internacionales, Escritura y revisión de artículos científicos, Emprendedor del Agro negocio Moranna.

ÍNDICE

PRÓLOGO	4
AUTORES	6
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE FIGURAS	14
INTRODUCCIÓN	16
Capítulo I. El Café Ecuatoriano, una mirada histórica	20
Una breve historia del café en Ecuador	20
Orígenes y Expansión Histórica del Cultivo en Ecuador	21
El Café como Motor de Desarrollo Rural y Social	24
Actores Clave y el Marco Institucional	27
Contribución al Producto Interno Bruto (PIB)	29
Generación de empleo directo e indirecto.	31
Impacto en las exportaciones y el comercio exterior	31
Análisis de la cadena de valor del café.	32
Capítulo II. Regiones Productoras de café en Ecuador y sus particularidades.....	42
Las zonas cafeteras de Ecuador	42
Región Andina Sur: Loja	43
Región Costera: Manabí	44
Región Insular: Galápagos.....	45
Región Amazónica: Amazonía	45
Variedades y perfiles de sabor distintivos por zona.....	46
El concepto de Denominación de Origen.	48
Capítulo III. Métodos para mejorar la siembra y la producción	54

Selección de variedades y material vegetal.....	54
Elección de especies de café (arábica, robusta).....	57
Importancia de variedades resistentes a plagas y enfermedades.....	59
Manejo de viveros y propagación de plantas.....	60
Análisis de suelo y nutrición vegetal.....	66
Manejo integrado de plagas y enfermedades.....	71
Técnicas de poda y manejo de la sombra.....	73
Riego y manejo del agua.....	76
Capítulo IV. Mejora de los suelos, control de plagas y uso de los clones.....	79
Mejora de los suelos.....	79
Control de plagas.....	91
Uso de los clones.....	94
Capítulo V. Desafíos y futuro del sector cafetero.....	114
Certificaciones de calidad y comercio justo.....	119
Perspectivas futuras y el potencial del café de especialidad.....	121
Innovaciones tecnológicas en el café. Rol de la IA.....	122
El rol del gobierno y las asociaciones de productores.....	126
BIBLIOGRAFÍA.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de la superficie, producción y valor de exportación del café en Ecuador	22
Tabla 2. Desafíos críticos y respuesta de las organizaciones.....	25
Tabla 3. Balanza comercial de café de Ecuador 2025	31
Tabla 4. Composición de las exportaciones de café	32
Tabla 5. Principales mercados de exportación y orígenes de importación de café ecuatoriano	35
Tabla 6. Evolución del valor de las exportaciones de café del Ecuador	36
Tabla 7. Cuadro comparativo de las principales regiones cafeteras de Ecuador	46
Tabla 8. Algunas diferencias entre las especies de café Arábica y Robusta.....	55
Tabla 9. Niveles de superficie y producción de café en el Ecuador	57
Tabla 10. Densidades poblacionales del café.....	63
Tabla 11. Recomendaciones estratégicas y regionales para la caficultura ecuatoriana	65
Tabla 12. Control de plagas y enfermedades.....	72
Tabla 13. Propiedades físicas y químicas del suelo en cultivos del café.....	82
Tabla 14. Producción nacional de café 2012-2024	117
Tabla 15. Uso de tecnologías en el cultivo del café	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Participación del sector agropecuario en el PIB de la Economía Nacional.....	30
Figura 2. Mapa de zonas cafetaleras de Ecuador.....	43
Figura 3. Fases de desarrollo de la broca del café.....	103
Figura 4. El taladrador de ramillas.....	104
Figura 5. Minador de hojas.....	105
Figura 6. Cochinilla de raíz.....	106
Figura 7. Hormiga arriera.....	107
Figura 8. Escama verde.....	107
Figura 9. Arañita o ácaro rojo.....	108



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El café, más que una bebida mañanera; es algo vivo, que reúne muchas facetas, desde la económica, hasta la cultural e histórica. No solo se trata de estudiar un cultivo, sino de entrar en contacto con la tierra volcánica de los Andes y la humedad amazónica, además de conectarse con los mercados bursátiles de Nueva York y las cafeterías de especialidad en Tokio. En el entorno de Ecuador, este cultivo refleja la diversidad biológica y la historia del país. El lector es invitado por la obra actual a analizar la compleja red de valor que conecta las condiciones edafoclimáticas locales, desde los suelos volcánicos andinos hasta la humedad de la Amazonía, con las dinámicas de los mercados financieros mundiales y los nichos internacionales de consumo especializado.

Este texto sistematiza los saberes acerca del café ecuatoriano, con una mirada totalizadora que abarca desde la labor del campesino, hasta el placer de las mañanas o las tardes del catador, y desde la herencia cultural de un pueblo hasta la inteligencia artificial.

Ecuador tiene una rica tradición cafetalera. Esta obra investiga la manera en que el grano ha dado forma a comunidades completas, desde las primeras plantaciones en Jipijapa hasta el auge contemporáneo de los cafés de especialidad. Examinamos la estructura social que subyace al cultivo, incluyendo a las familias productoras, las organizaciones cooperativas y el cambio generacional que actualmente caracteriza el campo de Ecuador. Comprender el café es comprender la sociología rural de nuestra nación.

En Ecuador, la tradición cafetalera tiene una rica historia que se remonta a las plantaciones seminales en el área de Jipijapa. El presente estudio examina el desarrollo del sector, desde sus comienzos hasta la aparición reciente de los cafés de especialidad.

La técnica es el núcleo de este libro, tanto para el investigador como para el estudiante. El café de buena calidad no es un accidente; es el producto de una gestión agronómica meticulosa.

Ningún estudio sobre el café estaría completo sin abordar la dinámica económica, que va desde el mercado hasta el global y, en general, apreciando el peso económico de la aromática

bebida en nuestra economía nacional. El creciente consumo local y cómo la cultura del café está dinamizando la economía de servicios en nuestras ciudades.

Analizar la faceta económica del café conlleva examinar las balanzas comerciales, los desafíos de la exportación y el cambio, de vender materias primas, a vender "experiencias" deslumbrantes. En este libro se examina cómo Ecuador ha sorteado las variaciones de precios globales para llegar a trabajar por destacarse por medio de la calidad más que del volumen. El café es una materia prima estratégica que influye de manera importante en la economía mundial y, sobre todo, en la de las naciones productoras como la nuestra; por lo tanto, es mucho más que una bebida.

El hecho de que el consumidor nacional esté revalorizando el café está convirtiendo este producto básico de exportación en un activo para el desarrollo urbano y los servicios, lo cual está inyectando dinamismo y sofisticación a la economía local.

La estructura de este libro ilumina entonces distintos campos de conocimientos que convoca la actividad cafetalera en Ecuador. Así, en el Capítulo 1, se hace una reconstrucción de la historia del café en Ecuador y su importancia en la economía ecuatoriana, paseándose por los orígenes del cultivo en el país, su evolución histórica y social del sector, el café como motor de desarrollo rural. Igualmente, se explora la contribución de la actividad cafetalera al Producto Interno Bruto (PIB), en la generación de empleo directo e indirecto, su impacto en las exportaciones y el comercio exterior y el análisis de la cadena de valor del café.

Seguidamente, en el Capítulo 2, se refiere a las Regiones productoras y sus particularidades, las zonas cafeteras de Ecuador, las características geográficas y climáticas de cada región, las variedades y perfiles de sabor distintivos por zona, los ejemplos de regiones emblemáticas: Loja, Manabí, Galápagos, y la Amazonía y el concepto de Denominación de Origen.

A continuación, el Capítulo 3 expone los Métodos para mejorar la siembra y producción, incluyendo la selección de variedades y material vegetal, la elección de especies de café (arábica, robusta), la importancia de variedades resistentes a plagas y enfermedades, el manejo de viveros y propagación de plantas. Igualmente, en este capítulo se abordan las principales prácticas agronómicas para optimizar el cultivo como el análisis de suelo y nutrición vegetal, el manejo integrado de plagas y enfermedades, las técnicas de poda y manejo de la sombra,

el riego y manejo del agua, la cosecha y postcosecha. El Capítulo 4, trata acerca de los Clones, la mejora de los suelos y el control de plagas.

Finalizaremos con el Capítulo 5, titulado Desafíos y futuro del sector cafetalero, que expone los temas de la innovación y sostenibilidad, las tendencias globales del mercado de café, Certificaciones de calidad y comercio justo, las perspectivas futuras y el potencial del café de especialidad y las innovaciones tecnológicas en el café. Rol de la IA. Quizás el aspecto más revolucionario de esta obra es su enfoque en el futuro. El campo ya no es ajeno a la revolución digital. Innovaciones digitales como la Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) están transformando la caficultura ecuatoriana: sensores que monitorean la humedad del suelo en tiempo real, drones para el análisis topográfico y algoritmos que predicen cosechas o perfiles de fermentación. La tecnología es hoy la mejor aliada del agricultor.

Este libro está dirigida a tres perfiles esenciales: a los estudiantes, para que se ilustren y encuentren la base teórica de su futura profesión, a los investigadores, para que usen estos datos como base científica hacia nuevos descubrimientos; y a público en general y amantes del café, para que descubran la inmensa complejidad que se esconde detrás de ese aroma que tanto disfrutan.



Capítulo I

El Café ecuatoriano,
una mirada histórica

CAPÍTULO I.

EL CAFÉ ECUATORIANO, UNA MIRADA HISTÓRICA

Verónica Andrade Yucailla^{1,3,4}, Mercedes Arzube Mayorga^{1,2}, Ángel León Mejía^{1,2,3},
Lenni Ramírez Flores^{1,2} y Washington Perero Vera¹.

Una breve historia del café en Ecuador

El café es un sector significativo en la historia económica de Ecuador, cuya evolución ha pasado por varias fases de apogeo, crisis y transformación hasta el presente. Durante un período, la producción de café se situó en una posición privilegiada en el mercado global y la industria cafetera fue uno de los soportes de la economía ecuatoriana. No obstante, Varios factores fueron los responsables de una disminución en la cantidad producida y un estancamiento en las exportaciones a granel. No obstante, la actividad productiva del café ha encaminado su rumbo hacia la recuperación mediante una reorientación táctica hacia el café de especialidad. Esta transformación ha permitido que las exportaciones crezcan de manera significativa y se transformen en un auténtico motor de desarrollo.

Desde el siglo XIX se cultiva café en Ecuador. Desde aquel momento, el grano pardo ha tenido que ver con la formación de economías, la vida de comunidades enteras y el paisaje rural. Su futuro está condicionado a su capacidad de adaptarse a las dinámicas a nivel nacional y global. La evolución de la industria cafetera en Ecuador ha sido influenciada por diversos factores. Al iniciar el análisis de la década de los ochenta, se debe resaltar como impacto negativo en la producción del café la disminución de los precios a nivel global del producto, así como las consecuencias de plagas destructivas como la broca y la roya, y fenómenos climáticos que se repiten con regularidad como El Niño (CEFA Ecuador, 2022). La convergencia de tales situaciones ocasionó el abandono de grandes áreas de cultivo y, en consecuencia, la caída espectacular de las exportaciones del producto.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

² REDUCAFE, Registro SENESCYT REG-RED-18-0008, Manabí, Ecuador.

³ Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

⁴ Red de Investigación, Producción Sostenible e Innovación Tecnológica en Pastos y Forrajes, Registro SENESCYT REG-RED-20-0099, Santa Elena, Ecuador.

De esta manera, se presenta una paradoja, pues, al mismo tiempo que se incrementa el consumo interno y el mercado de cafeterías, hay un déficit que tiende a ser crónico en la producción local. Esto ha llevado al aumento de la importación del café con el fin de satisfacer la demanda dentro del país (Primicias, 2025). No obstante, se ha encontrado una salida en la reorientación de las inversiones hacia el café de especialidad, actividad que busca mejorar la calidad y aumentar el valor agregado. Esto permite a los pequeños agricultores aspirar a vender su producción a precios más altos, aumentando así sus ingresos y evitando la migración (Ponce, et al, 2018).

Para que el sector cafetalero de Ecuador logre sobrepasar sus dificultades y recuperar la posición que le corresponde en la economía nacional, se requiere una inversión significativa en infraestructura, fomentar la capacitación técnica, promover que los pequeños productores se asocien e incrementar el acceso al crédito. Estas son acciones que deben ser llevadas a cabo por las organizaciones gremiales, las organizaciones de la sociedad civil y el Estado.

Orígenes y Expansión Histórica del Cultivo en Ecuador

El café se introdujo en Ecuador a comienzos del siglo XIX con lo que se inició para el país una actividad económica que adquirió una importante relevancia (CAFé Maestro, 2025). El café no se convirtió en un producto comercial a gran escala hasta la década de 1860, cuando se cultivó en las provincias de Esmeraldas y Manabí (Un café , 2025). El café se convirtió en un pilar del desarrollo económico de Ecuador, ya que la industria se extendió después a las áreas montañosas que tenían un clima más adecuado debido a las temperaturas que ofrecen las elevadas altitudes, lo cual es ideal para cultivar un producto de mayor calidad (Basantes, et al, 2024).

El café ha determinado el desarrollo regional de regiones como el cantón Jipijapa, de la provincia de Manabí, el cual se ganó el título de "La Sultana del Café" a principios del siglo XX (CAFé Maestro, 2025). En aquel tiempo, la producción era una tradición familiar y un motivo de orgullo e identidad, que incluía métodos específicos de cultivo y cosecha transmitidos de padres a hijos, lo que representaba aspectos relevantes de la cultura de aquellas comunidades (Molina R. , 2023).

En las islas Galápagos, además, el café es un componente de suma importancia para la creación de una identidad cultural colectiva. Manuel J. Cobos, en 1866, realizó la primera siembra de la variedad Bourbon de Polinesia Francesa en la finca "El Cafetal", ubicada en la isla San Cristóbal;

esto ocurrió cuando estableció la colonia "El Progreso". Tras un lapso de abandono, el cultivo de café a pequeña escala fue reanudado por migrantes del continente después de varios años y, en los años noventa, la familia González restauró "El Cafetal" para beneficiarse del boom que experimentó el café de especialidad (Blog la memoria de Guayaquil, 2025).

En la década de 1960, el café se transformó en uno de los cultivos más relevantes para la exportación en Ecuador, con cerca de dos millones de sacos negociados. Este crecimiento se mantuvo hasta los años setenta, pero disminuyó durante la década de los ochenta, cuando también bajaron los precios internacionales del producto. Debido a la baja cotización, muchos productores vieron que la rentabilidad de la cosecha disminuyó, así que se movieron a otras ocupaciones y dejaron sus fincas (Olias, 2017).

La crisis se hizo más profunda porque concurrieron otros factores que impactaron la producción, como las plagas (la broca y la roya) que afectaron mucho los cultivos, especialmente las plantaciones de la variedad Arábica. Asimismo, El Niño generó daños en miles de hectáreas de cafetales entre 1997 y 1998, lo que causó la devastación del sector. Por causa de estos factores determinantes, los ingresos anuales provenientes de las exportaciones de café ecuatoriano cayeron drásticamente, pasando de un promedio de 160 millones de dólares estadounidenses antes de 1997 a solamente 35 millones luego de la crisis. Estos componentes evidenciaron que el sector es sumamente susceptible ante elementos externos (Piloza, et al, 2022).

Para mostrar claramente la trayectoria económica de la industria del café ecuatoriano, se presenta la tabla siguiente de la evolución de la superficie, producción y valor de las exportaciones del café en Ecuador.

Tabla 1.

Evolución de la superficie, producción y valor de exportación del café en Ecuador

Indicador	Periodo	Dato
Superficie cultivada (ha)	1983	346,971
	1997	290,000
	2002	260,528
	Reciente (hasta 2022)	60,000

Indicador	Periodo	Dato
Producción y Exportaciones	Antes de 1997	1,900,000 qq (equiv. a US\$ 160M)
	1994	1,400,000 sacos (60kg)
	Después de El Niño (1997)	1,000,000 qq (equiv. a US\$ 35M)
	2022	40,000 sacos (60kg)
Valor de las Exportaciones	Promedio pre-1997	US\$ 160M anuales
	Promedio post-1997	US\$ 35M anuales
	2021	US\$ 63M
	2022	US\$ 106.6M

*Nota** Adaptado de Ponce et al. (2018)

Por un lado, la gravedad del declive es evidente a partir de los datos de la tabla; por el otro, se pueden observar las características del reciente repunte. En 1983 había 346,971 hectáreas cultivadas, pero hoy solo quedan 60,000. La disminución de la producción y del volumen exportado también fue significativa: de 1.4 millones de sacos en 1994 se bajó a solo 40,000 en 2022. Sin embargo, el valor de las exportaciones ha experimentado un aumento significativo, pasando de US\$ 63 millones en 2021 a US\$ 106.6 millones en 2022. Este crecimiento del 68% indica que la industria está cambiando su rumbo (Instituto Nacional de Estadísticas del Ecuador INEC, 2025).

Hoy en día, existe una circunstancia paradójica en Ecuador: el consumo interno de café ha aumentado debido al surgimiento de una nueva "cultura del café", sobre todo del café tostado y molido. En los últimos cinco años, se han abierto más cafeterías, lo que ha favorecido a las compañías importadoras. Sin embargo, la producción nacional alcanza solamente la mitad del consumo interno, con un promedio anual de 200,000 quintales (alrededor de 150,000 sacos de 60 kg) (Ponce, et al, 2018).

La información muestra que la cadena de valor del sector cafetalero de Ecuador es ineficiente. La industria ecuatoriana, en lugar de satisfacer el aumento en la demanda interna, exporta

más del 90% de su producción como café industrializado o soluble con Alemania como mercado principal; esto provoca un incremento en las importaciones de grandes volúmenes de café soluble, sobre todo desde Brasil y Vietnam (Jiménez, et al, 2022). Por lo tanto, un país como Ecuador, que tiene una larga tradición en el cultivo del café, se ha transformado en un importador neto de este producto para su propio consumo interno. Esto ha tenido efectos negativos, como la disminución de la autonomía y del empleo en su propia cadena productiva y pérdidas a lo largo de la cadena de valor; ya que el incremento del consumo interno solo ha favorecido a los comerciantes que importan el café y no a los productores locales. Esto agudiza las dificultades económicas para el sector primario.

Los estudios sobre la situación de la industria cafetera en Ecuador demuestran el fracaso de un modelo de producción, ante el cual se está sugiriendo una nueva vía hacia la recuperación a través del café de especialidad. La transformación mencionada ha vuelto la actividad insostenible para los productores pequeños; por ende, se prevé que la única manera de aumentar las ganancias es destacándose en el mercado global a través de la calidad (Cedeño E. , 2024).

La ventaja más notoria del café de especialidad es que favorece a los productores al permitirles conseguir precios más altos con las variedades de calidad superior, como la arábica de Loja o el Bourbon de las Galápagos, lo cual aumenta las oportunidades comerciales. Este cambio supone una actualización de los procesos de postcosecha para hacerlos más meticulosos, con el objetivo de optimizar la calidad en taza. A raíz de esta transformación, se ha constatado un incremento considerable en el valor de las exportaciones (68% en 2022), a pesar del fuerte descenso en el volumen (Cedeño E. , 2024).

La forma de producción del café de especialidad ha contribuido a la recuperación y revalorización de la actividad, lo que se manifiesta en que los productores logran retener un porcentaje más alto del valor del producto final. Esto plantea una vía factible para alcanzar sostenibilidad económica a largo plazo (Jiménez, et al, 2022).

El Café como Motor de Desarrollo Rural y Social

Si se limita al cultivo de una especie o un rubro comercial, no se comprende la verdadera importancia del café. Es una actividad, entre otros aspectos, de carácter familiar que proporciona sustento a miles de individuos mediante trabajos en áreas urbanas y rurales. El café también

es un soporte de la seguridad alimentaria y económica, ya que suele cultivarse en tierras marginales, donde las opciones de producción son escasas. (Ponce, et al, 2018). El café es también un componente de la identidad cultural y la cohesión comunitaria, además de ser un factor muy importante para detener la migración de la población campesina.

En Manabí, en particular, durante generaciones se ha transmitido el saber y la práctica de producir el grano como una tradición familiar (Merolloor, et al, 2021). Además, el respaldo financiero y la formación técnica en provincias como Azuay y Carchi han ayudado a que varias familias rurales tengan una mejor calidad de vida, lo cual evita que se desplacen hacia la ciudad (Ayuda en Acción, 2025). Los grupos afroecuatorianos, además de las etnias Kichwas, Shuaras y Tsáchilas practican el cultivo del café en diferentes áreas, lo que demuestra el papel de la inclusión social de esta actividad económica.

Como se indica en la tabla siguiente, a pesar de que el cultivo del café tiene un alto potencial para un crecimiento sostenible, es preciso superar diversos desafíos con la colaboración estratégica y coordinada de varias entidades públicas y privadas.

Tabla 2.
Desafíos críticos y respuesta de las organizaciones

Desafío Crítico	Descripción	Respuestas de las Organizaciones
Bajos Precios Internacionales	Las fluctuaciones en el mercado global y el bajo precio del café a granel han hecho que la cosecha sea económicamente insostenible.	El sector se ha enfocado en el café de especialidad para obtener precios <i>premium</i> y reducir la dependencia de los precios globales del café <i>commodity</i> . ²²
Falta de Capacitación y Asistencia Técnica	Los productores carecen de capacitación sobre métodos adecuados de cultivo y postcosecha, lo que afecta la calidad y productividad del grano. ⁶	ONGs como Rikolto y Ayuda en Acción han implementado programas de profesionalización y escuelas de café para capacitar a los agricultores en buenas prácticas agrícolas y de postcosecha. ⁵
Baja Asociatividad	Solo el 19% de los productores pertenecen a organizaciones, lo que debilita su capacidad de negociación y acceso a mercados. ⁶	El Proyecto de Reactivación de la Caficultura del MAGAP y las iniciativas de Rikolto buscan fortalecer el tejido socio-organizativo, formar líderes y fomentar la asociatividad. ⁶

Desafío Crítico	Descripción	Respuestas de las Organizaciones
Falta de Acceso a Crédito e Inversión	No existen productos financieros adaptados al ciclo productivo del café ni un sistema de inversión productiva para las fincas. ⁷	El Proyecto de Reactivación de la Caficultura del MAGAP incluye el diseño y la implementación de productos financieros específicos para el sector. ⁷
Infraestructura Limitada	Las fincas cafeteras en zonas rurales carecen de servicios básicos como agua de pozo, energía y sistemas de alcantarillado, lo que dificulta la producción. ²⁵	Las iniciativas gubernamentales y de ONGs buscan apoyar la mejora de la infraestructura de acopio y de postcosecha en las comunidades. ⁵
Falta de Participación de Jóvenes	Existe una baja integración de las nuevas generaciones, lo que se traduce en un abandono del campo y la pérdida de conocimiento tradicional. ⁶	Las organizaciones como Rikolto y ACEDE están enfocándose en la inclusión de los jóvenes en la cadena de valor, por ejemplo, a través de programas de evaluación de calidad y catación. ⁶
Fenómenos Climáticos y Plagas	El cambio climático y la recurrencia de plagas como la roya han afectado gravemente las cosechas.	Existen esfuerzos para implementar sistemas agroforestales y actividades resilientes al clima, así como proyectos de investigación para desarrollar variedades más resistentes.

*Nota** Elaborado con base en la fuente FAO (2021)

Se considera a Ecuador un país líder en la producción orgánica y libre de deforestación, lo que representa un valor agregado con respecto a los mercados internacionales, en particular el europeo (Panorama Ecuador, 2025). El cultivo del café en sistemas agroforestales permite fomentar la biodiversidad, disminuir la erosión del suelo y capturar carbono; esto no solo reporta beneficios para el medio ambiente, sino que también es un rasgo distintivo en los mercados de especialidad.

No obstante, para alcanzar los niveles ideales de innovación y financiación que permitan superar las barreras hacia la sostenibilidad, aún es necesario realizar más intervenciones de diversos actores. Según estudios realizados en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Aunque se han creado variedades de café Robusta que presentan resistencia a plagas

como la roya, el instituto ha dejado la investigación del café en un "segundo plano" debido a una falta de recursos financieros (Sotomayor, I; Duicela, L, 2000). Este atraso puede tener un impacto negativo en el sector a largo plazo, dado que los fenómenos climáticos y las plagas son problemas que se repiten y han provocado la pérdida de miles de hectáreas. En este contexto, es preciso subrayar que la investigación agropecuaria resulta esencial para desarrollar nuevas variedades genéticas más robustas y optimizar las prácticas agronómicas y los cultivos. Por ello, se deben tomar medidas significativas para vencer esta demora mediante una inversión constante en I+D, con el objetivo de trascender las barreras de la capacidad para escalar a nivel nacional las mejoras en calidad y resistencia (Gobierno del Ecuador, 2025).

Actores Clave y el Marco Institucional

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) es la entidad gubernamental que, por encima de las demás, establece políticas para superar la crisis del sector. El Proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana fue puesto en marcha en 2011 con un período de diez años. A través de la investigación, el apoyo técnico, el fortalecimiento organizativo y la financiación, sus metas abarcaron la renovación de 135 mil hectáreas y el incremento de la producción nacional a 2.646.000 quintales al año. A pesar de ello, se siguen presentando problemas importantes como la inexistencia de un sistema especializado de extensión rural y de inversión productiva para las fincas (Gobierno del Ecuador, 2025).

Los gremios de los exportadores y productores constituyen otro componente importante en el debate sobre las mejoras necesarias en la industria del café de Ecuador. Por lo tanto, hay instituciones en el país que funcionan de la siguiente manera:

- **ANECAFÉ (Asociación Nacional de Exportadores de Café):** Es la organización más antigua del país, ya que fue fundada en el año 1983. Representa tanto a los productores como a los exportadores, y su papel es esencial para optimizar y fomentar la caficultura en Ecuador. Su aporte se ha visto en la creación de una cadena de valor única, además de la organización de actividades tales como el concurso "Taza Dorada", de buen impacto en la promoción de las especialidades (ANECAFE, 2025)
- **ACEDE (Asociación de Cafés Especiales del Ecuador):** Establecida en 2007, tiene como objetivo colocar el café de Ecuador en el mercado internacional. Su misión

abarca, entre otros aspectos, la creación de redes empresariales, la estandarización de procesos para favorecer a los agricultores y la influencia en las políticas públicas. Su intervención en el programa "Cup of Excellence" confirma su liderazgo en la industria de alta calidad. (ACEDE, 2025).

Es importante señalar que hay varias entidades académicas y de la sociedad civil que han tomado roles relevantes para ayudar al sector cafetalero nacional. Por lo tanto, se pueden mencionar entidades como Rikolto y Ayuda en Acción que han puesto el foco en la capacitación técnica, el fortalecimiento de la capacidad de asociarse, la integración de mujeres y jóvenes, así como la promoción de prácticas agrícolas adecuadas (Ayuda en Acción, 2025). La labor de Ayuda en Acción en Carchi y Azuay es notable en cuanto a la capacitación sobre economía circular y la construcción de infraestructura local, lo que posibilita el surgimiento de nuevas posibilidades para generar ingresos.

Por su parte, las universidades han hecho su contribución desde la investigación científica, actividad en la cual se destacan instituciones como la Universidad Técnica de Machala (UT-MACH), la Universidad Estatal de la Península de Santa Elena y la Universidad de las Américas (UDLA). Estos estudios han abordado, desde el efecto económico a nivel regional que tiene la producción hasta los rasgos organolépticos del café y el potencial que tienen los subproductos industriales (Ponce, et al, 2018). No obstante, la inversión del gobierno en el INIAP continúa siendo necesaria para sobrepasar los desafíos que enfrenta el sector cafetalero y desarrollar tecnologías y variedades requeridas para que el sector crezca de manera sostenible (Gobierno del Ecuador, 2025).

La historia del café en Ecuador es la de una habilidad para adaptarse, marcada por una profunda crisis y un difícil cambio de dirección que está generando resultados importantes. Desde sus inicios y su auge, el sector industrial se basó en un modelo de producción masiva y a granel. El modelo, que se mostró incapaz de sostenerse ante la competencia global y las condiciones climáticas, optó por un enfoque de nicho más enfocado en el valor añadido y en la especialización.

Esta transformación ha sido guiada por la iniciativa de los productores y las organizaciones gremiales, con el respaldo del gobierno que, a pesar de sus planes ambiciosos, todavía tiene que afrontar los retos de implementación.

Las dificultades continuas del sector son evidentes: la disparidad entre el consumo y la producción interna, la debilidad en la cadena de valor, la inequidad en el reparto del valor agregado, el escaso asociacionismo y la ausencia de formación para los productores pequeños, así como la susceptibilidad a las condiciones climáticas y, lo más importante, una inversión sostenida insuficiente en investigación y desarrollo.

Para que se mantengan las innovaciones y transformaciones requeridas para el desarrollo del sector cafetero en Ecuador, es imprescindible que el Estado lleve a cabo de manera completa los objetivos del Proyecto de Reactivación de la Caficultura. Esto comprende, sobre todo, la creación de una infraestructura rural apropiada para el riego y para después de la cosecha, la elaboración de productos financieros que se ajusten al ciclo productivo del café y la implementación de un sistema permanente y especializado de extensión rural, tal como lo han propuesto los propios documentos del MAGAP (Gobierno del Ecuador, 2025).

Asimismo, es esencial que los gremios y el sector privado intensifiquen la cooperación con los productores pequeños. Es necesario promover la compra de café ecuatoriano para el mercado interno y la revalorización del grano nacional. Los sindicatos y las cooperativas deben fortalecerse como plataformas eficaces para la capacitación, el comercio y la representación política. El trabajo de ACEDE y Rikolto en la creación de redes de valor y en la profesionalización del sector puede servir de modelo (ACEDE, 2025).

Factores claves para el futuro del café en Ecuador son la profesionalización y el valor agregado. Para esto, es vital invertir en la integración de las nuevas generaciones, quienes pueden contribuir con un enfoque empresarial y una mejor comprensión de los mercados especializados. Además, es necesario aprovechar la capacidad del café para el turismo rural y la agroecología, estableciendo una conexión entre la producción y la conservación del patrimonio cultural y medioambiental; de esta manera se fortalece la propuesta de valor única del café ecuatoriano.

Contribución al Producto Interno Bruto (PIB).

El sector del café continúa siendo una parte esencial de la economía de Ecuador, no solo por lo que aporta al Producto Interno Bruto (PIB), sino también por el trabajo que crea en las zonas rurales. El café ha sido uno de los productos más relevantes del sector agrícola durante

décadas, a pesar de que el petróleo es la exportación principal de la nación. De acuerdo con cifras del cierre de 2024, la industria cafetalera del país llegó a exportar 14.769 toneladas, lo que significó un incremento interanual del 18,8 % y produjo ganancias por valor de 145 millones de dólares. (Panorama Ecuador, 2025).

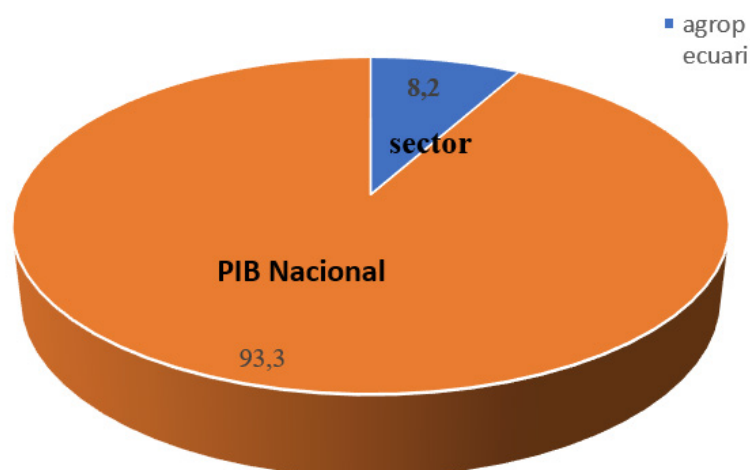
En cuanto a su aporte al PIB, el café equivale a cerca del 0.6% del PIB agrícola; no obstante, su impacto en las comunidades rurales es relevante porque ofrece empleo a más de 200,000 personas en cada una de las etapas productivas, desde la recolección hasta la exportación (Café Infiltrado, 2025).

Las estadísticas del gobierno suelen incluir la contribución del café a la economía nacional en una categoría más general: "Pesca, agricultura, ganadería y silvicultura". Las cifras preliminares y las fluctuaciones anuales son parte de la información oficial acerca de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca en Ecuador para el 2025. El uso de la tierra se redujo en un 1% en el 2024, pero el PIB del sector ganadero agrícola y silviculturista tuvo un incremento del 3.1%. En el 2025, la agricultura ganadera y silviculturista constituyó el 8.95% del PIB nacional, con un cambio anual en el uso de la tierra de -1% y una disminución del 2.0% en el PIB real (Ministerio de Agricultura y Ganadería. SIPA , 2025)

Para ubicar esta cifra en contexto, el PIB nominal de Ecuador se situó en \$113.123 millones en 2022, de acuerdo con el Ministerio de Finanzas.

Figura 1.

Participación del sector agropecuario en el PIB de la Economía Nacional



*Nota** Adaptado de Ministerio de Agricultura y Ganadería. SIPA (2025)

Generación de empleo directo e indirecto.

Históricamente, el café ha sido un pilar de la cultura y la economía rural en Ecuador. Se trata de un cultivo que ha contribuido a la formación de comunidades y ha proporcionado medios de subsistencia a una cantidad innumerable de familias. No obstante, el examen de su aportación a la economía del país en este momento muestra una dualidad compleja. Aunque la participación directa en el Producto Interno Bruto (PIB) nacional es comparativamente baja, este sector continúa siendo de importancia estratégica y social. El reciente éxito en las exportaciones está respaldado casi totalmente por un sector industrial dinámico que emplea un alto volumen de materia prima importada, a pesar de que la producción primaria del café ha sufrido una caída estructural importante.

Impacto en las exportaciones y el comercio exterior.

A pesar de su legado histórico, Ecuador tiene una presencia relativamente pequeña en el mercado mundial del café. En el año 2023, con una participación de apenas el 0.034% en las exportaciones mundiales de café, el país ocupó la posición 72 a nivel global. Este número contrasta significativamente con el de otros grandes productores, como Brasil y Vietnam, o incluso con el de su vecino Colombia. La situación de Ecuador se asemeja más a la de otras naciones de la región, como Honduras y Perú, que también afrontan retos importantes vinculados con el cambio climático, los elevados gastos de producción y la inestabilidad de los mercados internacionales (Carranco, et al, 2024).

Tabla 3.

Balanza comercial de café de Ecuador 2025

Rubro	Valor (USD)
Exportaciones	\$34,5M
Importaciones	\$39,2M
Balanza Comercial	\$-4,7M

*Nota** Adaptado de Banco Central del Ecuador (2025)

Ecuador es un país importador neto de café en términos de valor y exportador de productos con un alto valor agregado, como el café soluble. Esta circunstancia pone en relieve un marca-

do desfase entre la industria local y la base de producción del país. Sin embargo, el país tiene una ventaja competitiva latente en la elaboración de cafés de especialidad y, lo que es más importante, se ha establecido como un líder global en producción libre de deforestación. Si se aprovechan de manera apropiada estas fortalezas, podrían ser el punto clave para revitalizar la industria, robustecer la cadena de valor y garantizar que los productores primarios reciban las ventajas económicas. Las sugerencias estratégicas se enfocan en invertir en la base productiva, promover la asociatividad y capitalizar el beneficio sostenible de Ecuador para garantizar un futuro próspero y justo para su caficultura.

Tabla 4.

Composición de las exportaciones de café

Tipo de Café	Porcentaje del Volumen Total Exportado
Industrializado (soluble)	95%
En Grano	5%

*Nota** Adaptado de Café Infiltrado (2025)

Análisis de la cadena de valor del café.

En Ecuador, el café es más que un producto de exportación; es una cosecha milenaria profundamente enraizada en la identidad y la estructura social del país. Por décadas, ha vinculado a las comunidades rurales con el resto del país, funcionando como una fuente esencial de ingresos y una base para el progreso local. Para miles de familias, producir café ha sido una vía para mejorar su calidad de vida y una fuente de estabilidad en lo económico. Gracias a este vínculo cultural profundo, el café se ha convertido en un elemento fundamental para preservar las tradiciones y promover la unidad social y el sentimiento de comunidad. El cultivo de café en sistemas agroforestales, aparte de su impacto en el área socioeconómica, contribuye a la sustentabilidad medioambiental al cooperar con la reducción de la erosión del suelo y el secuestro de carbono.

El 0.7% de participación en el PIB puede ser un dato engañoso acerca de la importancia del sector en la economía ecuatoriana, pues no refleja su importancia real. La relevancia del café va más allá de la venta del producto en sí o de las exportaciones monetarias. Este

aporte comprende el valor añadido que produce la industria del café soluble, el consumo interno (que representa cerca del 13 % de la producción total) y los impactos multiplicadores en la economía rural. La escasa contribución al PIB es más bien un reflejo de los retos productivos que afronta el sector y su falta de capacidad para obtener una parte mayor y más equitativa de la cadena de valor a nivel global, en lugar de ser un indicador de relevancia. En resumen, la importancia real del café en Ecuador no se determina solo a través de su efecto macroeconómico, sino también por su función estratégica en mantener las comunidades rurales, disminuir la pobreza y su potencial sin explotar como un sector de alto valor y diferenciación.

El sector agropecuario tiene un papel importante en la organización laboral de Ecuador. Según los datos de 2022, el empleo en la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca corresponde al 31.54% del total, lo que excede ampliamente la media mundial del 23.00%. Otros datos oficiales confirman la relevancia del sector, pues indican que, en marzo de 2024 y octubre de 2023, la ocupación total en la ganadería, agricultura, silvicultura y pesca alcanzó, respectivamente, el 60.7% y el 62.5% (Banco Mundial, 2025).

A pesar de su relevancia en la estructura laboral, el sector cafetalero enfrenta importantes desafíos para conservar a sus empleados. Los productores se ven en competencia con otras actividades económicas, como la minería o la migración hacia las ciudades, que ofrecen salarios más estables y atractivos. Esta competencia ha generado una escasez de empleados especializados, especialmente en la época de recolección, lo que ha provocado un incremento en los costos de producción. Esta situación no es un problema político laboral aislado, sino una expresión directa de la baja rentabilidad que experimentan los productores primarios. Cuando el costo de la mano de obra para la cosecha supera lo que los compradores están dispuestos a pagar por el café recogido, la actividad se torna insostenible.

El sector cafetero ecuatoriano afronta enormes desafíos para preservar su plantilla de trabajadores, entre los cuales se encuentra la obligación de implementar tácticas efectivas que mejoren las oportunidades laborales y la calidad de vida. Esto incluye la formación de capacidades, la promoción de prácticas agrícolas sustentables y el mejoramiento de las condiciones laborales. Igualmente, para asegurar la autosuficiencia y la competitividad del sector cafetalero

a nivel global, resulta esencial invertir en la formación de profesionales y en el perfeccionamiento continuo de los procesos productivos (El Universal, 2025).

Este déficit de rentabilidad crea un ciclo negativo. La insuficiente inversión en las fincas se debe a los ingresos bajos, lo que propicia que la productividad siga siendo baja y que no haya innovación en los métodos agrícolas. Esto pone de manifiesto que la solución al problema del empleo en el sector no es solo un asunto de política laboral, sino que requiere una reestructuración importante de la cadena de valor para garantizar precios equitativos y un incremento de los ingresos para los productores.

Para restaurar el sector cafetalero, el gobierno ecuatoriano ha puesto en marcha diversos programas, entre los cuales se encuentran: Plan nacional para la reactivación de la industria cafetera en Ecuador: Este plan tiene como meta consolidar la caficultura en Ecuador a través de una producción integrada, diferenciada y sustentable, con el propósito de establecer al café ecuatoriano en los mercados globales.

- a. **Proyecto de Reactivación de la Caficultura Ecuatoriana:** Este proyecto tiene como objetivo incrementar la producción nacional a través de sistemas sostenibles y contempla restaurar 20.000 hectáreas de plantaciones de café, con prioridad en las variedades robusta y arábigo.
- b. **Mesa Técnica de la Cadena de Café:** Esta mesa técnica tiene como finalidad promover la competitividad y productividad del sector cafetalero, con el propósito de asegurar que el sector cafetalero nacional se desarrolle y fortalezca en términos de sostenibilidad, sustentabilidad, productividad y competitividad.
- c. **Iniciativa de renovación y rehabilitación de cafetales:** Con el propósito de incrementar la producción nacional y optimizar la calidad del café, el gobierno ha estado involucrado en la renovación y reestructuración de más de 80.000 hectáreas de café a nivel nacional.

Estos programas son parte de una iniciativa más extensa destinada a reanimar la tradición cafetera del Ecuador y garantizar la sostenibilidad del sector (El productor, 2025).

A pesar de que las exportaciones del sector cafetalero de Ecuador cayeron notablemente en las últimas décadas, desde los 1.4 millones de sacos de café de 60 kilos exportados en 1994 hasta solo 40,000 sacos en el año 2022. Una investigación sobre el periodo 2017-2021 revela

una tendencia a la baja en términos de volumen y de valor. Así, en 2017, la exportación de café fue de \$118 millones; pero en 2019, cayó a \$79 millones, por lo que los ingresos bajaron en un 33%. Notablemente, los datos de 2023 muestran otras tendencias, que insinúan una importante recuperación.

La Asociación Nacional Ecuatoriana de Exportadores de Café (Anecafé) informó que Ecuador exportó 608,374 sacos en el año 2023, con un valor total de \$122 millones. Esto supuso que el volumen aumentara un 13% y el valor un 8% en comparación con el año anterior. No obstante, este aumento es ficticio. El café en grano no es parte de este volumen exportado, sino que el 95% de este lo representa el café industrial o soluble (ANECAFE, 2025).

Estos datos evidencian una conducta contradictoria en la balanza comercial del café ecuatoriano. A pesar de que la nación exporta una cifra significativa de café procesado, depende en gran medida de importar materia prima para su industria. En 2023, Ecuador tuvo un déficit comercial de aproximadamente \$24.9 millones, debido a que importó café por valor de \$39.2 millones y exportó café por \$14.3 millones (El Diario, 2025).

Tabla 5.

Principales mercados de exportación y orígenes de importación de café ecuatoriano

Principales Destinos de Exportación	Principales Orígenes de Importación
Alemania	Brasil
Estados Unidos	Honduras
Rusia	Alemania
Colombia	Colombia
Perú	Vietnam

*Nota** Adaptado de Carranco et al. (2024)

El hecho de que la producción nacional esté disminuyendo y las exportaciones de café soluble estén aumentando es una muestra de una estrategia económica de reexportación. La producción interna de café robusta, la variedad más apreciada por la industria del soluble es apenas de 60,000 a 70,000 sacos anuales; sin embargo, la industria nacional demanda alrededor de

un millón de sacos. La industria ecuatoriana, para cubrir esta carencia, trae café verde a granel de naciones como Brasil, Vietnam y Colombia. Después lo elabora y lo exporta nuevamente como producto terminado, sobre todo a mercados como Estados Unidos, Alemania, Perú, Polonia y Rusia (Blog Café Lojano, 2025).

Se ha observado un incremento notable en el valor de las exportaciones de café ecuatoriano a lo largo del tiempo. La exportación de café en Ecuador durante 2023 fue de 608.374 sacos, lo que representa un valor cercano a los 122 millones de dólares. Este incremento del 8% en valor y del 13% en volumen con respecto al año previo muestra que la demanda y la calidad del café ecuatoriano en el mercado global han aumentado (Panorama Ecuador, 2025).

Las exportaciones de café han seguido en aumento en 2024, con un total de 1.979 toneladas enviadas y un valor total en exportaciones de 18 millones USD. El incremento interanual de 16,9% y el total de exportaciones de 18 millones USD para el año 2024 resaltan la relevancia de la logística y la estrategia del Grupo Entregas en el crecimiento global del café ecuatoriano (OEC, 2025).

En el primer semestre de 2023, la Asociación Nacional del Café del Ecuador (Anecafé) también notificó una subida en las exportaciones de café industrializado, como el café liofilizado, que llegaron a 541.663 sacos y produjeron 113,86 millones de dólares, lo cual representa un aumento interanual del 12,05% (ANECAFE, 2025)

A pesar de las señales de crecimiento, el sector aún opera por debajo de los volúmenes alcanzados hace una década, y la diversificación productiva, especialmente en el procesamiento de café, es un cambio estratégico que añade valor localmente (El Mercurio, 2025)

Tabla 6.

Evolución del valor de las exportaciones de café del Ecuador

Año	Valor de Exportación (USD)	Volumen de Exportación (Sacos de 60 kg)
2017	\$118,075,738	19,281 t
2018	\$82,541,835	14,029 t
2019	\$79,155,835	12,804 t

Año	Valor de Exportación (USD)	Volumen de Exportación (Sacos de 60 kg)
2020	\$68,840,966	11,338 t
2021	\$76,938,553	14,271 t
2023	\$122,000,000	608,374
2025	\$123,450.000	2.900,00

*Nota** Adaptado de Banco Central del Ecuador (2025)

La industria local ha descubierto un modelo de negocio que es rentable y competitivo a nivel mundial, no obstante, esta táctica revela a la vez la desconexión profunda con la base productiva del país, para los pequeños caficultores ecuatorianos, el éxito de las exportaciones no se traduce en ganancias considerables porque la cadena de valor se interrumpe en la fase de materia prima. Este modelo de re-exportación no puede ser la única base del futuro sostenible del sector, dado que perpetúa la fragilidad de la producción primaria y la dependencia de mercados externos con precios bajos. Es crucial un enfoque completo que refuerce la producción local para llenar la capacidad instalada de la industria y cambiar el déficit comercial del producto.

La cadena de valor del café en Ecuador, al igual que la del cacao, está formada por múltiples eslabones conectados entre sí, desde el cultivo hasta el uso final. El país produce, sobre todo, las variedades Robusta y Arábica en varias provincias como Manabí, Pichincha, Guayas y Loja, por mencionar algunas. No obstante, el cultivo y la producción afrontan retos importantes, como la baja tecnificación y el envejecimiento de las plantaciones, elementos que contribuyen a una productividad inferior a su potencial.

El siguiente eslabón, el de la postcosecha y la industrialización, es donde se agrega la mayor parte del valor. Se incorporan procesos tales como el tostado, el molido, el beneficio seco y húmedo y, principalmente, la elaboración de café soluble. Que las exportaciones de café industrializado, que constituyen el 95% del volumen total, evidencian que es en esta etapa donde la industria ha hallado su capacidad de resistencia y competitividad. Por último, la comercialización, tanto a escala nacional como internacional, resulta esencial para el sector. Se ha reconocido que promover la comercialización inclusiva y asociativa es una forma de

empoderar a los productores y garantizar que obtengan una parte más grande de los ingresos (Carranco, et al, 2024).

Ecuador cuenta con una ventaja competitiva excepcional para reorganizar su cadena de valor, a pesar de los retos. La nación posee las condiciones climáticas y geográficas propicias para cultivar "café de altura", un café con características organolépticas singulares que son muy apreciadas en los mercados especializados. Eventos como la "Taza Dorada" funcionan como plataformas para hacer publicidad y posicionar estos cafés de gran calidad. Esta perspectiva de diferenciación posibilita que los fabricantes obtengan precios más altos y disminuye la dependencia de la volatilidad del mercado de materias primas (Vélez, 2024)

Ecuador ha llegado a ser un líder mundial en la producción de cacao y café sin deforestación. Los resultados del programa PROAmazonía (2017-2023) evidencian el triunfo de esta táctica. Se capacitó a más de 16,000 agricultores entre 2021 y 2023, lo que condujo a un incremento del 24% en la productividad y una mejora del 42% en sus ingresos; esto, a su vez, ayudó a disminuir la deforestación en las áreas intervenidas en un 93% (Proamazonia, 2025)

Las principales realizaciones de este programa son las siguientes: a) Transformar los sistemas productivos convencionales en agroproductivos sostenibles que no impliquen la deforestación; b) Financiar áreas del Proyecto Socio Bosque, incentivos para restaurar, fomentar iniciativas biológicas, manejar la selva de manera sostenible y realizar un seguimiento forestal; c) Implementar procedimientos financieros para administrar recursos REDD+ e incluir al sector privado; d) Colaborar con la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) para promover empresas biológicas en comunidades amazónicas y del sur del país (Proamazonia, 2025).

La reciente normativa de la Unión Europea sobre la deforestación (EUDR), que comenzará a aplicarse hacia finales del año 2024, supone un reto importante para quienes exportan productos como el café, porque deben probar que no provienen de terrenos deforestados. Para los pequeños productores, esta regulación puede parecer un obstáculo burocrático y técnico inalcanzable. El EUDR, no obstante, representa una oportunidad estratégica para Ecuador en lugar de ser un impedimento. El país, mediante la puesta en marcha de políticas y proyectos de sostenibilidad como PROAmazonía, ha logrado progresos importantes. Gracias a estos

esfuerzos, ha obtenido reconocimiento internacional por ser el país con los resultados más destacados y la producción orgánica más alta del mundo (Proamazonia, 2025).

Al analizar en profundidad la industria cafetalera de Ecuador, se revela una perspectiva contrastante. Una base productiva primaria en crisis, con un declive en la producción, y una industria exportadora avanzada y resiliente que ha encontrado en la reexportación de café soluble importado un modelo de negocio, coexisten. Este fenómeno ha causado una interrupción fundamental en la cadena de valor, lo que impide que el éxito en las exportaciones se traduzca en beneficios directos para los productores de menor tamaño.

A fin de asegurar un futuro justo y viable para el café ecuatoriano, el gobierno de Ecuador debería implementar un sistema de inversión productiva que se adecúe a las necesidades de las fincas cafeteras. Esto incluye la creación de líneas de crédito con tasas de interés más bajas y períodos de gracia para financiar la modernización y actualización tecnológica de las plantaciones. También es necesario mejorar las capacidades del Estado para coordinar la política nacional del sector.

Esto supone fomentar y respaldar proyectos y programas, además de la cooperación entre los participantes de la cadena de valor. Además, desarrollar un sistema de extensión rural especializado para proporcionar asesoría y apoyo constante a los productores es también una buena idea (ANECAFE, 2025).

El sector industrial tiene también que ayudar a la expansión del sector cafetalero, integrándose más con los productores de adentro. La industria debería, en vez de confiar en la importación de materia prima, firmar contratos a largo plazo con los productores locales. Es indispensable brindar precios justos y ayuda técnica para asegurar el volumen y la calidad del abastecimiento nacional.

Las áreas asociativas de los productores de café pueden impulsar proyectos que fortalezcan la asociación y el desarrollo de líderes emprendedores, con el fin de reforzar las relaciones a nivel organizativo y sociológico. Para aumentar la productividad y mejorar el nivel del producto, es necesario que la capacitación se enfoque en implementar prácticas sustentables y tecnificarse.

Los productores tienen que beneficiarse del hecho de que Ecuador esté a la vanguardia en producción sostenible y sin deforestación. Obtener certificaciones y diferenciarse en los mercados de especialidad no es simplemente una oportunidad para obtener precios más atractivos, sino que se está convirtiendo cada vez más en un prerequisite para tener acceso a mercados importantes como el europeo (El productor, 2025).

Capítulo II

Regiones productoras de café
en Ecuador y
sus particularidades

CAPÍTULO II.

REGIONES PRODUCTORAS DE CAFÉ EN ECUADOR Y SUS PARTICULARIDADES

Lenni Ramírez Flores^{1,2}, Mercedes Arzube Mayorga^{1,2}, Ángel León Mejía^{1,2,3},
Verónica Andrade Yucailla^{1,3,4} y Carmen Cárdenas Macías¹.

Las zonas cafeteras de Ecuador

La variedad y riqueza del café ecuatoriano son el resultado directo de su geografía exclusiva y la diversidad de microclimas presentes en su territorio.

La altitud es un elemento crucial para el desarrollo del grano. Las temperaturas frescas en las Tierras Altas Andinas hacen que el proceso de maduración de las cerezas de café se retrase. Esta lenta maduración posibilita que los granos creen una complejidad más rica de azúcares y ácidos, lo cual se refleja en un sabor más sutil y denso en la taza, con perfiles que oscilan entre lo floral y frutal hasta lo audaz y achocolatado (Primicias, 2025).

Un hecho geo climático excepcional se ve en las Islas Galápagos. El café, aunque se cultiva en una altitud más bien baja (entre 300 y 500 msnm), genera un microclima único gracias a la corriente fría de Humboldt, que es similar a las condiciones de siembra en altitudes que oscilan entre los 1,200 y los 1,500 msnm. Esta peculiaridad posibilita la elaboración de café de especialidad en un ambiente que, si no fuera por ella, sería poco adecuado (Blog Café Arte, 2025).

Por último, la composición del suelo tiene un rol fundamental en la producción de café. Los suelos volcánicos, que se encuentran en gran parte del país, particularmente en las Galápagos, tienen una riqueza mineral inherente. Estos nutrientes fundamentales son asimilados por las plantas de café, lo cual favorece no solamente un crecimiento sólido, sino también la aparición de sabores complejos en el grano, incluyendo notas de chocolate y nuez. (Blog Educación Ambiental, 2025).

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

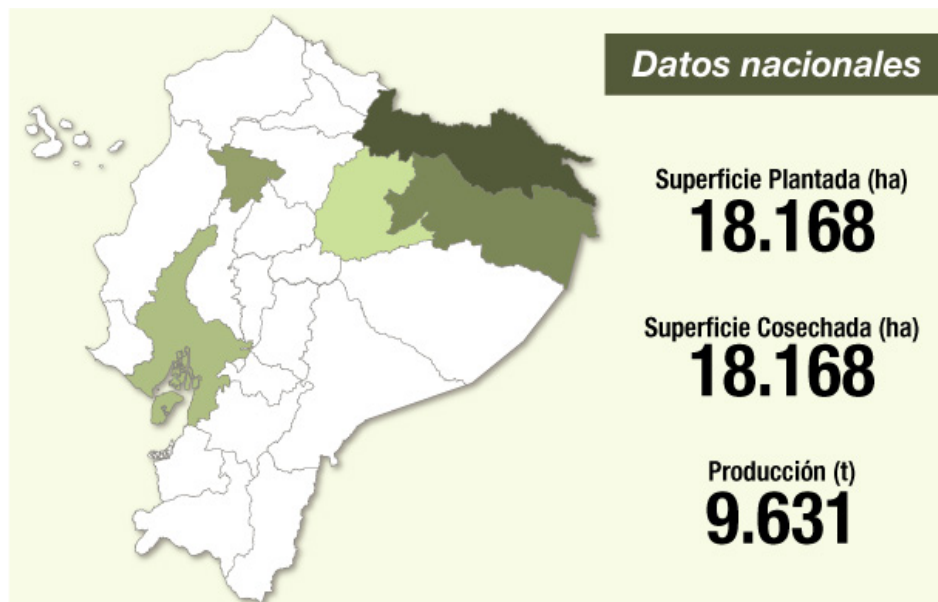
² REDUCAFE, Registro SENESCYT REG-RED-18-0008, Manabí, Ecuador.

³ Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

⁴ Red de Investigación, Producción Sostenible e Innovación Tecnológica en Pastos y Forrajes, Registro SENESCYT REG-RED-20-0099, Santa Elena, Ecuador.

Figura 2.

Mapa de zonas cafetaleras de Ecuador



*Nota** Extraído de (Gobierno de Ecuador (2025))

Región Andina Sur: Loja

La provincia de Loja, situada en el sur de Ecuador, es vista como el centro del cultivo de café de alta calidad en esa nación. La combinación de sus tierras montañosas, que se sitúan entre los 1600 y los 2000 metros sobre el nivel del mar, con un clima privilegiado, permite crear las condiciones óptimas para cultivar un café Arábica excepcional (Primicias, 2025).

En Loja, el cultivo se enfoca sobre todo en las variedades de la especie Arábica, entre ellas Sidra, Catuai, Typica y Bourbon. El proceso de producción se distingue por su meticuloso método artesanal. Los granos se escogen y recolectan manualmente, después son beneficiados con un proceso húmedo y secados de manera natural, lo que mantiene sus cualidades aromáticas y mejora el sabor puro del grano. El MAGAP ha fomentado la modernización del sector cafetalero mediante programas que han introducido nuevas tecnologías y métodos agroecológicos, así como variedades de gran productividad de Brasil (Gobierno de Ecuador, 2025).

La calidad y la tecnificación son las claves del éxito del café lojano. Loja ha demostrado su liderazgo en el sector al conseguir el primer lugar en diez de las dieciséis últimas ediciones del prestigioso concurso nacional "Taza Dorada", lo cual ha permitido que sus productores sean distinguidos como los más sobresalientes del Ecuador. El MAGAP y otras entidades del

gobierno han promovido la formación de los agricultores y la asistencia técnica, lo cual ha sido un factor importante en este éxito (Blog Loja Ecuador, 2025).

Asimismo, la academia ha tenido un rol crucial, con instituciones como la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) y la Universidad Nacional de Loja (UNL), las cuales han creado proyectos de investigación, conferencias y programas de extensión con el fin de aumentar la calidad y productividad del café en el área (Yaguache, et al, 2021).

Región Costera: Manabí

Manabí, una de las tierras más fértiles del país, es una región de gran importancia histórica para la caficultura ecuatoriana (Primicias, 2025). Sus cultivos comenzaron a partir de 1860, lo que señala el comienzo de las exportaciones de la nación. La producción, a diferencia de las áreas de gran altitud, se desarrolla en elevaciones más bajas, que típicamente oscilan entre los 500 y 700 metros sobre el nivel del mar. . Manabí se destaca por contar con la producción más alta por hectárea, a pesar de que la región amazónica cuenta con más hectáreas cultivadas; su producción total es mayor que la de provincias como Orellana (García, et al, 2025).

La región cultiva tanto variedades Arábica, como las Caturra y Typica, como Robusta. Los productores han aumentado la diversidad de sus cultivos para cumplir con las demandas del mercado especializado, incluyendo variedades con un gran valor como Sidra, Típica Mejorada, Geisha y Pacamara. Se ha observado en los últimos 15 a 20 años una transformación en las técnicas de procesamiento, con los cafetaleros eligiendo cada vez más el beneficio natural sobre el lavado tradicional. Esto resulta en un perfil de taza particular (Vera, et al, 2024).

El sector cafetalero de Manabí, pese a su elevado rendimiento y a su potencial geoclimático, se enfrenta a retos estructurales importantes. Un estudio académico muestra que el 73.1% de los productores no recibe financiamiento ni asistencia técnica, lo cual los coloca en una posición subordinada dentro de la cadena de valor. La falta de información, apoyo y políticas públicas adecuadas, como la facilitación de créditos estatales, impide que la región capitalice plenamente su potencial (García, et al, 2025).

La notable diferencia entre el potencial intrínseco de la provincia, evidenciado por su productividad y la introducción de variedades especializadas, y la situación real de sus productores

pone de manifiesto una desconexión esencial. Manabí no tiene una estrategia parecida, a pesar de que Loja ha conseguido establecer un ecosistema de apoyo gubernamental y académico que ha consolidado su éxito en el mercado especializado. Por lo tanto, a pesar de que el café manabita tiene un perfil de calidad con potencial, su crecimiento futuro depende de una inversión estratégica y coordinada que posibilite a los productores superar los desafíos relacionados con la asistencia técnica, el financiamiento y la venta directa para lograr ser reconocidos en el mercado internacional y obtener precios justos (García, et al, 2025).

Región Insular: Galápagos

La Isla Galápagos tiene un medio geográfico único para el cultivo de café. La producción se realiza en un terreno volcánico fértil, a una altura de entre 300 y 500 metros sobre el nivel del mar. Lo más notable es el impacto de la corriente fría de Humboldt, que genera un microclima en las plantaciones y crea un efecto de enfriamiento similar al de altitudes entre 1,200 y 1,500 metros. Esto posibilita que el grano crezca lenta y complejamente (Gobierno de Ecuador, 2025).

La historia de la isla con respecto al café comienza en 1866, año en que se incorporaron semillas de la variedad Bourbon Arábica, que continúa siendo la más plantada. Otras variedades, además de Bourbon, que se cultivan son Catimor, Typica, Caturra y Sarchimor. Una de las cualidades más destacadas de la producción es que es completamente orgánica y sostenible, pues está prohibido el uso de fertilizantes químicos y pesticidas con el fin de cuidar la biodiversidad, que es tan delicada. La fauna local, como los pinzones de Darwin, conviven en armonía con el cultivo (Blog Café Arte, 2025).

Región Amazónica: Amazonía

En el país, la región amazónica es la que tiene más superficie cultivada, con 16,680 hectáreas sembradas en 2023. Esta zona abarca provincias como Napo, Orellana, Pastaza y Sucumbíos. Tradicionalmente, las tierras de baja elevación y su clima tropical húmedo han constituido el entorno básico para la producción de café Robusta. Cerca del 68% de la superficie cafetera de la zona está destinada a esta variedad (PROAMAZONIA, 2025).

Tabla 7.

Cuadro comparativo de las principales regiones cafeteras de Ecuador

Región	Variiedad Principal	Altitud	Características Climáticas y Geográficas	Perfil de Sabor Típico	Denominación de Origen
Loja	Arábica (Typica, Catuai, Bourbon)	Alta (1,500-2,000 msnm)	Andina, tierras altas y fértiles.	Cítrico, floral, caramelo, acidez brillante.	Lojano Café de Origen
Manabí	Arábica (Typica, Caturra), Robusta	Baja (500-700 msnm)	Litoral, montañoso, clima cálido y húmedo.	Suave, achocolatado, vinoso, frutos rojos.	No
Galápagos	Arábica (Bourbon, Typica, Caturra)	Muy baja (300-500 msnm)	Insular, volcánico, microclima por corriente Humboldt.	Acidez fuerte, cuerpo denso, notas a turba, ceniza, chocolate, naranja.	Café de las Galápagos
Amazonía	Robusta, Arábica	Baja	Húmeda, selva tropical.	Intenso, amaderado, nuez (Robusta tradicional); complejo, floral, caramelo (Arábica de especialidad).	No

*Nota** Adaptación de Primicias (2025)

Variiedades y perfiles de sabor distintivos por zona.

El café de Loja es alabado por su perfil de sabor singular y refinado. Se caracteriza por tener un cuerpo que va de medio a completo, una acidez brillante y un gusto equilibrado y sutil. Generalmente, los catadores encuentran en la taza notas de caramelo y vainilla dulces, además de toques florales y frutales (UTPL, 2025).

El café de Manabí es reconocido por tener un perfil de sabor más simple y menos complejo que el del café de altura, así como una acidez más baja. Las notas de cata individuales contienen

un cuerpo con gusto a chocolate, con ligeras notas de vino y sabores de frutas secas y rojas. Su aroma es sutil, aunque agradable (García, et al, 2025).

El Café de las Galápagos es un café de especialidad que tiene una calificación SCA de 85 sobre 100. Se caracteriza por un cuerpo robusto, una acidez bien definida y un sutil sabor amargo que provoca una sensación placentera y duradera en el paladar. Su perfil de sabor tiene toques de naranja, chocolate y nueces. Su fragancia es singular y constante, con tonalidades a turba, ceniza y tierra, que se complementan con notas frutales (Blog Café Arte, 2025).

Aunque se valora la producción de café en las Galápagos por su pureza y su carácter orgánico, es relevante señalar que no se puede sostener que el cultivo esté totalmente exento de plagas. Los informes de investigación indican que es posible conseguir la compatibilidad de la producción con el frágil ecosistema isleño por medio de una rigurosa gestión integrada y control biológico de plagas, para evitar enfermedades fúngicas como la broca o la roya del cafeto, sin usar productos químicos. Esta gestión sostenible procura calidad al producto, que lo diferencia, no solo por su gusto, sino también por el procedimiento de cultivo respetuoso con la naturaleza. Este control aporta una capa adicional de valor y exclusividad al café, lo cual explica su colocación como un producto gourmet en mercados rigurosos como el de Dubái y Estados Unidos (Gobierno de Ecuador, 2025).

En 1866, Manuel J. Cobos trajo a las Galápagos las primeras semillas de la variedad Bourbon Arábica, con lo cual comienza la historia del café en el lugar. La caficultura, después de un extenso tiempo de abandono, se reactivó en 1990 con el renacer de las plantaciones. El "Café de las Galápagos" recibió su Denominación de Origen en 2015, lo que lo hizo el tercero en el país (Gobierno de Ecuador, 2025).

El café Robusta de la Amazonía, por su parte, tiene un perfil gustativo fuerte, con cuerpo y con matices a madera y a nuez. Esta producción se ha utilizado, históricamente, sobre todo para la fabricación de café instantáneo y de consumo masivo (PROAMAZONIA, 2025).

La visión histórica de la Amazonía como un área que solo produce café de bajo valor está cambiando. En el sector, esta dicotomía es cada vez más notable. Por un lado, la producción convencional de Robusta para el sector de solubles sigue. Por otro lado, proyectos como

PROAmazonía están fomentando una cadena de valor renovada que se enfoca en la sostenibilidad y la calidad (PROAMAZONIA, 2025).

Esta iniciativa ha promovido la penetración de mercados competitivos que requieren productos con certificados de comercio justo y orgánicos. Las labores realizadas han permitido obtener café con un elevado nivel de calidad organoléptica en taza. Los lotes de esta zona están obteniendo calificaciones entre 82 y 89 puntos en el formato de la Asociación de Cafés Especiales de América, que los categoriza como café especial.

Estos cafés poseen características únicas como aromas a vainilla, chocolate, caramelo, flores y frutos rojos, con una acidez media-alta y un cuerpo medio. Esta transformación de paradigma muestra que la zona no sigue estancada en la producción de commodities, sino que se está adaptando a las exigencias del mercado mundial de café especial, lo cual resulta en una mayor valorización para quienes producen y fomenta el progreso local.

El concepto de Denominación de Origen.

Una Denominación de Origen (DO) representa un emblema que protege las propiedades y la reputación de un producto café, las cuales tienen una estrecha relación con el lugar geográfico donde se produce. Este instrumento jurídico no garantiza únicamente que el producto sea auténtico, sino que también sirve como un símbolo de prestigio que promueve el desarrollo de las poblaciones y comunidades que se ocupan de su producción. En Ecuador, la ley dice que los individuos y las agrupaciones de productores tienen la posibilidad de pedir una Denominación de Origen (DO) si pueden demostrar el vínculo entre las propiedades del producto y su localización geográfica específica (Gobierno de Ecuador, 2025).

A lo largo de la cadena de valor, la DO ofrece una gran cantidad de ventajas. Desde un punto de vista económico, genera un valor agregado que se traduce en un precio más ventajoso en el mercado. La DO garantiza al cliente una mayor transparencia y trazabilidad, lo que permite conocer la historia y el origen de los granos, fomentando de esta manera la promoción de prácticas comerciales justas y sostenibles.

Ecuador tiene en la actualidad seis Denominaciones de Origen protegidas, incluyendo dos dedicadas al café: Lojano Café de Origen y Café de las Galápagos. Estos galardones son el

reconocimiento formal de la singularidad de sus granos, tanto a escala nacional como mundial (Carvajal, 2024).

Los inicios de la historia del café en Ecuador se remontan a comienzos del siglo XIX, cuando en la provincia de Manabí se documentaron los primeros cultivos grandes aproximadamente en 1860, lo que marcó el comienzo de las exportaciones iniciales del territorio. La producción de café se estableció como una actividad económica esencial a través de las décadas. No obstante, a comienzos del siglo XXI, el sector afrontó una crisis importante. Una sobreproducción mundial en 2001 hizo que los precios cayeran hasta un mínimo de \$0.45 USD por libra, lo cual tuvo un impacto severo en muchos pequeños productores y causó un largo periodo de declive en la industria. Como resultado de este periodo, numerosos dueños decidieron cultivar productos que eran más lucrativos (Blog Curioso Teatro, 2025).

Hoy en día, la industria cafetera de Ecuador está experimentando un renacer impulsado por una tendencia hacia la calidad en lugar de la cantidad. Pese a que el país no es uno de los máximos productores mundiales de café en términos de volumen, su grano ha llegado a tener un renombre internacional importante. Aunque la producción total no es suficiente para satisfacer la demanda mundial, los especialistas del sector y las revistas especializadas, entre ellas Perfect Daily Grind, insisten en que el café ecuatoriano tiene una calidad indiscutible. Este reconocimiento se evidencia al ganar premios y distinciones en certámenes de renombre, como el "Taza Dorada", un concurso nacional que ha posicionado a los productores locales entre los más destacados del país; y también al ser reconocidos productores individuales a nivel mundial, como Pepe Jijón, quien fue galardonado en 2024 con el título de "Productor de Café Destacado" por los Premios Sprudgie (ANECAFE, 2025)

La industria tiene una estructura dual y está estructurada en función de dos modalidades productivas. Por un lado, está la producción a gran escala, liderada por empresas como Solubles Instantáneos, una de las primeras compañías en América que gestionó una planta de café instantáneo. Esta empresa, con más de 65 años de trayectoria y que se integró a BIA FOODS posteriormente, ha enfocado sus esfuerzos en producir café soluble de alta calidad para el mercado mundial.

Por otra parte, hay una tendencia en aumento que se enfoca en los cultivos de café familiares y pequeños, los cuales han decidido dedicarse a la producción de café especializado. Este es un

nicho del mercado que valora los sabores complejos y las historias reales detrás del producto (Federación de cafeteros Ecuador, 2025).

Ecuador se distingue de la mayoría de los países productores por su capacidad única para cultivar en grandes volúmenes tanto la variedad Arábica como la Robusta. Su geografía variada le posibilita abarcar un amplio espectro de mercados globales, lo que contribuye a su versatilidad (Blog Curioso Teatro, 2025).

- **Café Arábica:** Esta variedad constituye cerca del 60% de la producción cafetera total en Ecuador. Las provincias de Manabí, Pichincha y Loja son las que tienen la mayor concentración del cultivo, ubicándose a una altura entre los 1.000 y 2.000 metros sobre el nivel del mar. El café Arábica tiene un alto valor debido a su sabor sutil, a su acidez balanceada y a sus notas complejas, que se describen frecuentemente como frutales o florales. Las variedades más frecuentes de Arábica que se cultivan en el país son Bourbon, Typica, Caturra y Sidra.
- **Café Robusta:** El café Robusta, con una producción del 40%, se cultiva en las áreas más cálidas y bajas de la nación, sobre todo en provincias como Sucumbíos y Orellana y en la región amazónica. Este café es más fuerte y terroso en sabor, lo que lo vuelve apto para la producción de café instantáneo. Además, es mucho más resistente a las plagas y enfermedades (Café Infiltrado, 2025).

La DO protege un café Arábica de calidad superior, que se distingue mundialmente por sus propiedades organolépticas, como su acidez y su cuerpo. El cultivo en suelos volcánicos, la producción totalmente orgánica y sostenible, así como el perfil de sabor que incluye matices de ceniza, turba y tierra son algunos de los atributos de calidad y singularidad que esta DO protege. Esta DO no solo es una marca de calidad, sino también un espejo de su procedencia histórica y su compatibilidad con la preservación de un ecosistema único (Carvajal, 2024).

La calidad y la reputación del café de Loja están protegidas actualmente con la Denominación de Origen "Lojano Café de Origen". El proceso de certificación, que es un trabajo conjunto, ha contado con la participación activa de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) a través de proyectos de promoción e investigación (UTPL, 2025).

Con tecnología avanzada, la DO del café de Loja ha logrado una nueva manera de proteger el origen. Se ha puesto en marcha un sistema de seguridad y trazabilidad que otorga a cada bolsa de café una identidad digital única, mediante una sociedad con la compañía suiza SICPA. Este sistema emplea códigos QR seguros que habilitan al cliente a confirmar la procedencia del producto, haciendo un seguimiento de la finca, el lote y el agricultor que lo ha producido (Gobierno de Ecuador, 2025).

Esta perspectiva estratégica evidencia que la DO no es únicamente un timbre legal, sino también un instrumento dinámico que puede ser potenciado mediante la innovación tecnológica. La DO de Loja, a diferencia de la de las Galápagos, emplea la tecnología con el propósito de corroborar su autenticidad y luchar contra la falsificación, una cuestión que suele perjudicar a los productos de gran calidad. Este nivel de transparencia digital agrega un elemento esencial en el mercado internacional, donde la confianza del cliente y la trazabilidad son factores determinantes para realizar una compra (Gobierno de Ecuador, 2025).

La industria ecuatoriana enfrenta desafíos constantes, a pesar del aumento de la producción de café de especialidad. La información indica que las hectáreas cosechadas (87,000 ha) son mucho menos que las sembradas (200,000 ha), lo cual evidencia problemas en el rendimiento. Del mismo modo, las plagas y las enfermedades fúngicas, como la roya del cafeto, pueden afectar de manera significativa tanto al rendimiento de la cosecha como a su calidad, lo que vuelve a la caficultura vulnerable. Los pequeños productores siguen sufriendo una falta significativa de apoyo técnico y financiero, aunque se han implementado esfuerzos para mitigar estos problemas, como la entrega de kits fitosanitarios por parte del Ministerio de Agricultura (Gobierno del Ecuador, 2025).

En Ecuador, la caficultura tiene su futuro en el valor agregado, no en la cantidad producida. El país tiene una buena posición para aprovechar la creciente demanda mundial de café especial, en el que los clientes buscan experiencias exclusivas, relatos genuinos y claridad en la producción [3, 35]. Esta tendencia está impulsando a los productores a perfeccionar sus procedimientos, cultivar variedades de mayor calidad y enfocarse en mercados de exportación especializados (Café Infiltrado, 2025).

La importación y exportación de café en Ecuador, según el análisis del comercio exterior, presenta una contradicción interesante: en 2023, las importaciones alcanzaron los \$39.2 millones y las exportaciones llegaron a \$14.3 millones. Las importaciones provienen principalmente de países como Honduras y Brasil, mientras que los mercados de destino para las exportaciones valiosas son Alemania, Japón, Colombia, Francia y Estados Unidos. Esta aparente contradicción puede explicarse por la dualidad de la industria. El país vende al exterior el café de mejor calidad y precio unitario, mientras que importa café más barato para satisfacer la gran demanda interna y la industria del café soluble.

Se aprecia que, a pesar de su calidad elevada, la producción nacional de café especial aún no logra satisfacer la demanda interna del consumo masivo. El desafío estratégico es aumentar la producción de alta calidad para reducir la dependencia de las importaciones y robustecer el potencial del sector.

Se ha sugerido implementar en áreas con alto potencial, como Manabí y la Amazonía, el modelo de Loja, que ha incluido un ambiente de soporte tanto institucional como académico. Esto incluye la aplicación de políticas públicas que faciliten a los productores pequeños el acceso al financiamiento, el apoyo en términos técnicos y la capacitación. Para salvaguardar y valorar el café de otras zonas singulares, es esencial promover la declaración de nuevas Denominaciones de Origen. El empleo de tecnologías para rastrear productos, como el sistema de códigos QR que se ha establecido en Loja, puede ser un modelo a seguir para aumentar la confianza y la autenticidad en el comercio global y combatir la falsificación.

Para consolidar la marca "Café de Ecuador", hay que sacar provecho a la reputación adquirida en eventos internacionales y en el mercado especializado. Por ello, es recomendable que las exportaciones debieran concentrarse en mercados de alto valor que exigen sostenibilidad, trazabilidad y calidad. Esto abrirá la posibilidad a los productores de obtener precios adecuados y así reducir la dependencia nacional de las importaciones para el consumo interno.

Capítulo III

Métodos para mejorar la
siembra y la producción

CAPÍTULO III.

MÉTODOS PARA MEJORAR LA SIEMBRA Y LA PRODUCCIÓN

Ángel León Mejía^{1,2,3}, Néstor Acosta Lozano¹, Mercedes Arzube Mayorga^{1,2},
Lenni Ramírez Flores^{1,2}, Verónica Andrade Yucailla^{1,3,4} y Rocío Yagual De La Cruz¹.

Selección de variedades y material vegetal

La elección del material vegetal apropiado es clave para que la caficultura en Ecuador prospere. En Ecuador, existe una amplia gama de variedades que se adecuan a las diferentes zonas agroecológicas. Es esencial considerar aspectos como el clima, la superficie del terreno, las dimensiones y la estructura de la plantación, la exposición al sol, las características de las plantas, el cuidado que necesitan, la estacionalidad y la accesibilidad para asegurar un éxito duradero. También es importante examinar la habilidad de los materiales vegetales para resistir plagas y enfermedades, así como su diversidad y calidad (Morán, 2023).

En Ecuador, se encuentran las variedades primordiales de Robusta y Arábica, que son dos especies diferentes; sin embargo, a pesar de esta diferencia, sus frutos se emplean para elaborar la bebida tan apreciada por todo el mundo. Dado que son especies distintas, presentan diferencias en aspectos como la altura de la planta o la forma de los granos. Las plantas de Arábica, en general, alcanzan alturas entre 2.5 y 4.5 metros. Por su parte, las de Robusta pueden crecer hasta los 6 metros. Los granos de café arábica, al cultivarse a mayor altitud, tienden a tener una densidad superior a la de los robusta. A menudo, un café arábico tiene menos del 1.5% de cafeína; sin embargo, puede tener hasta un 1.5%. Un robusta tiene un porcentaje de cafeína que corresponde al 2,5% del contenido de café. Esto provoca que el café robusta tenga un sabor más amargo, dado que la cafeína es la responsable de este tipo de gusto.

Aunque la producción total de café se extiende por toda la zona intertropical del mundo, es verdad que el café arábico necesita además que dicha producción ocurra en zonas elevadas. Se considera mejor al café arábica que se cultiva en lugares con altitudes mayores a 900

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

² REDUCAFE, Registro SENESCYT REG-RED-18-0008, Manabí, Ecuador.

³ Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

⁴ Red de Investigación, Producción Sostenible e Innovación Tecnológica en Pastos y Forrajes, Registro SENESCYT REG-RED-20-0099, Santa Elena, Ecuador.

metros, en comparación con el café que se cultiva a menor altura, que normalmente es de la variedad Robusta. Las montañas más altas conservan las plantas de café arábica a una temperatura aproximada de 20 grados y con brisas suaves, condiciones muy propicias para el desarrollo del cafeto arábica.

El café (*Coffea arábica*) es una planta herbácea perenne de la familia Rubiaceae, que tiene su origen en las tierras altas de Etiopía, a altitudes que oscilan entre los 1350 y los 2000 msnm. Es un arbusto pequeño, liso y con hojas brillantes y es la variedad más cultivada en todo el mundo, ya que tiene una calidad superior, contiene menos cafeína y se cultiva a gran altitud (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2020).

El café Robusta tiene una producción mayor a menor altitud, es mucho menos exigente con el patrón de lluvias, etc. En contraparte, hay una disminución de aromas y calidad en el café. Se considera que los granos de arábica son mejores, mientras que los robusta suelen ser de calidad inferior. Se utiliza frecuentemente para preparar café instantáneo y mezclas de expreso de calidad inferior con el fin de reducir los gastos de tueste. Exceptuando algunas excepciones, la variedad Robusta no se utiliza en cafés de alta calidad. No se incluye en la mezcla de blends orientados a la hostelería con el objetivo de incrementar el cuerpo y la crema de cafés que buscan lograr espressos (Blog Cafe savora, 2025).

Tabla 8.

Algunas diferencias entre las especies de café Arábica y Robusta

ARABICA	ROBUSTA (canefora)
Semillas de forma alargada y fisura curva	Semillas con forma redonda y figura recta
Granos más densos	Granos menos densos
Cultivo más delicado	Cultivo más resistente
Más calidad, mejor aroma, más cafeína	Menos calidad, menor aroma, menos cafeína
Más precio	Más barata

*Nota** Adaptación de Blog Cafe savora (2025)

Aunque la producción de café arábica sigue siendo mayor que la de café robusta, con una proporción del 60% de arábica y del 40% de robusta, en total estas dos especies representan el 99% del consumo de granos de café.

La especie más cultivada para la producción de café es el café arábico, que además es la más antigua en la agricultura. Su uso comercial tiene lugar a finales del primer milenio en la península arábica, lo cual explica su nombre. El café de arábica es, en términos técnicos, un arbusto que pertenece a la familia de las rubiáceas y es originario de Etiopía. En la actualidad se desarrolla en muchas otras naciones tropicales en áreas que están entre los 500 y 2.400 metros sobre el nivel del mar. Esta variedad, que tiene una concentración máxima de cafeína del 1.7%, representa alrededor del 60% de la producción mundial. Entre las subespecies de Arábica que tienen más valor se encuentran la Maragogype, la Caturra, la Leroy, la Moka, la Marella, la Típica, la Pache y la Bourbon.

En Ecuador, existen variedades adaptables a las diferentes regiones agroecológicas. Por sus perfiles tradicionales, son valoradas las variedades de Arábica en Ecuador, como Bourbon y Typica. Sin embargo, el sector de especialidad ha experimentado un crecimiento significativo al adoptar variedades de alto valor como Geisha, reconocida por su complejidad y sus matices florales, y Caturra, famosa por su brillantez en acidez y sus notas chocolatosas. La Sidra, un híbrido entre Bourbon y Typica, es una variedad que ha adquirido popularidad. Esta mezcla une la acidez y el gusto de Typica con la dulzura y el cuerpo de Bourbon. El café de la finca Agroloja, en Loja, de la variedad Sidra, ocupó el puesto 19 en la Taza Dorada de 2021. Se destacó por su perfil sensorial que incluía matices a vainilla, frutas amarillas y una acidez málica particular (Vélez, 2024).

Respecto a las variedades de Robusta, se han empleado clones de la serie NP (como NP3056, NP3013, NP3018, etc.) que fueron creados por el INIAP y adaptados a las áreas productivas de la costa y la Amazonía ecuatoriana. Estos materiales genéticos han mostrado una productividad elevada; por ejemplo, el clon NP-3018 puede llegar a producir hasta 49 quintales por hectárea anualmente y también es resistente a nematodos y enfermedades como la roya.

Por su parte, el MAGAP ha importado variedades brasileñas como Catucaí y Acawa, las cuales se caracterizan por su alta productividad y resistencia a la roya y la sequía, con una madurez tardía y buena calidad en taza (Gobierno de Ecuador, 2025).

Elección de especies de café (arábica, robusta).

El café en Ecuador es un cultivo de alta relevancia económica, con una superficie cultivada de 199.215 hectáreas: el 68% corresponde a la especie *Coffea arábica* y el 32% a *Coffea canephora* o Robusta. El café se cultiva en 23 de las 24 provincias del país, estando la producción concentrada en Manabí, Loja, Orellana y Sucumbíos (Ortiz, 2022).

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2020) detalla que las principales variedades arábicas cultivadas en el Ecuador son: Típica, Caturra, Bourbon, Pacas, Catuai, Catimor y Sarchimor, en la cual se describen cuatro zonas de producción de café arábigo:

- Manabí – Guayas de 300 a 700 msnm (Chongo Colonche).
- Zona Sur de 500 a 2000 msnm (El Oro – Loja).
- Estribaciones occidentales de 500 a 1750 msnm.
- Estribaciones occidentales de 500 a 1500 metros de altura, en la parte centro norte y de 1000 a 1800 msnm en la parte suroriental.

Tabla 9.

Niveles de superficie y producción de café en el Ecuador

REGIÓN Y PROVINCIA Región Sierra	SUPERFICIE		PRODUCCIÓN (Tm)
	Plantada	Cosechada	
Azuay	245	135	31
Bolívar	802	802	41
Carchi	149	24	11
Cotopaxi	317	290	18
Chimborazo	414	414	28
Imbabura	167	126	62
Loja	3302	2526	291
Pichincha	504	261	81
Tungurahua	16	16	1

Santo Domingo d las Tsáchilas	397	426	127
Región Costa			
El Oro	319	316	21
Esmeralda	217	110	47
Guayas	344	272	89
Los Ríos	350	269	37
Manabí	12336	9879	1813
Santa Elena	37	37	5
Región Amazónica			
Morona Santiago	138	112	93
Napo	745	595	71
Orellano	4753	3827	1116
Pastaza	7	7	0
Sucumbíos	8389	5915	1037
Zamora Chinchipe	872	550	260

*Nota** Adaptado de ESPAC (2020)

La estrategia para reactivar la caficultura en Ecuador tiene en cuenta la distinción entre las especies de café *Coffea canephora* (Robusta) y *Coffea arábica*. El café Arábica, el cual es considerado como el estándar de calidad mundial, se desarrolla a altitudes altas (entre 15 y 1,800 metros sobre el nivel del mar) y en temperaturas que van de los 18 a los 21 °C. Su perfil sensorial es complejo y está definido por una acidez brillante, un cuerpo suave y un amplio rango de matices de sabor que oscilan entre frutales y florales hasta cítricos y achocolatados; esto lo convierte en una opción ideal para el mercado del café especial (Gobierno de Ecuador, 2025).

Ecuador es uno de los escasos países que producen dos variedades de café, a saber: Arábica y Robusta. El café ecuatoriano se distingue en el mundo por su calidad debido a la iniciativa de las autoridades que promueven su difusión globalmente (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2020).

En Ecuador, el café se cultiva a una altitud que va desde los 300 hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar. Este cultivo tiene lugar en las estribaciones orientales y occidentales de la cordillera de los Andes, así como en la costa. Se produce en todas las provincias ecuatorianas y ocupa alrededor de 350 000 hectáreas. (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos Ecuador, 2020).

Por otro lado, el café Robusta es famoso porque se cultiva en zonas de menor altitud, entre 20 y 600 msnm, y tiene temperaturas medias más elevadas (de 20 a 26 °C). Su sabor es más fuerte y amargo, contiene más cafeína y menos aceites esenciales que el Arábica. No es casualidad que el MAGAP haya decidido destinar la mayor parte de la inversión (15,000 de 20,000 hectáreas) a cultivar Robusta; este tipo asegura una cantidad de producción estable y se utiliza para proveer a la industria del café soluble y las combinaciones comerciales, lo que disminuye la dependencia de las importaciones y estimula la economía rural.

Importancia de variedades resistentes a plagas y enfermedades.

La roya del café (*Hemileia vastatrix*) es uno de los mayores peligros para la producción de café a nivel mundial. La especie *Coffea canephora* (Robusta) es la mayor fuente de resistencia genética a esta dolencia. El Híbrido de Timor surgió a comienzos del siglo XX como resultado del cruce natural entre esta especie y la *Coffea arábica*; este híbrido adquirió la capacidad de resistir todas las razas conocidas de roya. Este híbrido ha sido el fundamento del mejoramiento genético para la resistencia, lo que ha permitido la creación de variedades de estatura baja como los Catimores y Sarchimores, las cuales han mostrado una tolerancia elevada al patógeno y una productividad buena (Porrás, V.; Cuxil, M., 2025).

En este sentido, Ecuador ha seguido una estrategia proactiva. El MAGAP ha traído a Ecuador del Brasil variedades mejoradas como Acawa y Catucaí, conocidas por su capacidad de producción elevada y, lo que es más relevante, por soportar la roya, la sequía y los nematodos. La puesta en marcha de estas variedades es una medida estratégica para reducir el peligro de pérdidas masivas debido a enfermedades, lo cual es crucial para la seguridad económica de los productores medianos y pequeños (Gobierno de Ecuador, 2025).

Otra de las plagas más destructivas es la broca del café (*Hypothenemus hampei*), que al perforar el grano genera pérdidas económicas importantes. No se recomienda emplear agentes químicos para su control, ya que perjudican la calidad del producto y afectan el

equilibrio ecológico. Por tanto, una estrategia de gestión integrada es la opción más factible y sostenible (Molina D. , 2022).

Ecuador ha liderado el control biológico de esta plaga. Se ha registrado que en 1985 se introdujo la avispa africana *Prorops nasuta* para controlar la broca, y esta fue capaz de asentarse y multiplicarse en el país. Asimismo, se ha evidenciado que la aplicación del hongo *Beauveria bassiana* es efectiva para disminuir las poblaciones de broca, lo cual representa una opción con escaso impacto ambiental para los caficultores de zonas como Loja. El manejo cultural es igualmente esencial e incluye el control de malezas y la eliminación de frutos caídos para generar un entorno poco propicio para la plaga; además del empleo de trampas con atrayentes para su monitoreo y captura (Rivera, et al, 2010).

La inversión en variedades que sean resistentes a la roya y la implementación de un manejo integrado de plagas derivan directamente en un aumento del valor en el mercado. Estas prácticas son fundamentales para cumplir con los estándares requeridos para certificaciones de calidad y sostenibilidad, incluyendo las orgánicas (que son un requisito indispensable para entrar en mercados como el europeo o el estadounidense). Un café que se ha producido de forma resiliente y sostenible tiene la oportunidad de obtener una prima de calidad, un valor adicional que recompensa el empeño y el cuidado del agricultor. De esta manera, se asegura una rentabilidad más alta y la sostenibilidad económica a largo plazo del sector cafetalero.

Manejo de viveros y propagación de plantas.

Una plantación productiva y saludable se basa en un vivero de café bien administrado. El INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) define guías específicas para su creación. La localización debe ser estratégica: debe estar libre de hierbas y plagas, en una zona llana y cerca de un manantial. La estructura puede ser diseñada de diferentes formas, empleando materiales autóctonos como hojas de palma y madera para techos básicos, o bien estructuras más comerciales con pilares de cemento y mallas sintéticas negras.

Los siguientes requisitos deben cumplirse para el sitio donde se edificará el vivero y el semillero de café: encontrarse próximo a una fuente de agua, ser plano y nivelado, no estar lleno de piedras, terrones ni palos, no tener hierbas malas, plagas o patógenos; contar con protección y un acceso limpio; estar ubicado cerca de las áreas de la siembra final (Ramírez, P.; Luna, A., 2018).

Respecto al diseño del vivero, el cobertizo puede ser construido usando los materiales de la finca, que incluyen caña guadua o madera para travesaños y columnas, así como bijao o también hojas de palma para el techo. Para los viveros comerciales, en cambio, es posible construir el cobertizo con vigas de madera, tubos de hierro o pilares de cemento y cubrirlo con sarán negro (una malla sintética adecuada).

Los germinadores se pueden construir sobre mesetas o en el suelo. Los germinadores que están ubicados en mesetas son más recomendables si existe riesgo de que los animales domésticos (como gallinas y cerdos) sufran daño. En ambos casos, la estructura del germinador está hecha de ladrillo, guadua, madera o caña y deben tener las dimensiones siguientes: 1 metro de extensión y el período que sea necesario según cuántas plántulas se vayan a producir (González M. , 2019).

Para germinar semillas de café, el sustrato sugerido es arena de río que haya sido tamizada y desinfectada. Si no se cuenta con arena, se puede utilizar tierra agrícola siempre que tenga una textura suave (arenosa). Las semillas de café pueden ser sembradas a voleo o en hileras; si hay escasez de semillas y se desea el uso en verde, es más conveniente la siembra en hileras. Estas deben estar distanciadas 5 cm y tener aproximadamente 50 semillas por metro lineal; de este modo, se plantan cerca de mil semillas en cada metro rectangular (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2020).

La tierra agrícola enriquecida con compost micorrízico es el sustrato que se utilizará para rellenar las fundas. Este método consiste en mezclar tres partes de suelo agrícola con una parte de compost (Mina, 2022).

Otro elemento crucial es la preparación del sustrato. Se aconseja el uso de arena de río desinfectada para los germinadores, y para las fundas, una combinación en proporción 3:1 de compost micorrizado y tierra agrícola. Si bien se puede sembrar al voleo o en hileras, la siembra en hileras es más eficaz para utilizar de la mejor manera las semillas que son escasas. Por último, para garantizar un crecimiento vigoroso de las plántulas, es fundamental alinear correctamente las fundas y desinfectar el sustrato previo al trasplante.

Las mangas pueden tener un tamaño de 6x7", 6x8", 7x7" o 7x8 pulgadas; las fundas, que son negras y tienen entre 12 y 18 perforaciones. La multiplicación directa de plántulas de café

en el vivero puede hacerse con mangas más grandes (Mina 2022). Una vez que las fundas se han llenado con sustrato, deben ser ubicadas en filas dobles separadas por una distancia de aproximadamente 20 cm. Un espacio vacío de entre 30 y 40 cm debe existir entre cada bloque de tres hileras dobles y la siguiente (Vanegas, et al, 2018)

Dentro de las cubiertas, el sustrato es desinfectado con fungicidas diluidos en agua limpia, utilizando una regadera o un pulverizador de bomba de mochila. Pasados de tres a cinco días desde la desinfección del asentamiento, se trasladan las chapolas a los sacos. El trasplante del café a las fundas de polietileno comienza con la creación de un orificio en el interior de la funda, que tiene entre 8 y 10 cm de profundidad. Para ello se utiliza un "chuzo" de madera. Después, se coloca con cuidado la plántula dentro del agujero, enterrando su raíz hasta alcanzar el nivel del cuello, y presionando suavemente los lados (Lalangui, 2019).

El manejo del vivero debe hacerse cargo de tareas como el riego, la fertilización, la maleza, el trazado y otras actividades de preparación. El deshierbe debe realizarse a mano; en caso de que no haya suficiente personal para hacerlo, se puede utilizar Goal BR (Oxifluorfen), un herbicida específico para la cosecha de café. Lo aconsejable es usar 5 centímetros cúbicos por litro de agua (100 cc/20 litros); se recomienda aplicarlo en preemergencia mediante un pulverizador manual. Es imprescindible realizar el riego en el vivero de forma periódica, de acuerdo con las necesidades hídricas de las plántulas y evitando así que haya escasez o exceso de agua (Mariño, 2014).

Es necesario finalizar la fertilización química en los viveros de café, utilizando un fertilizante completo que contenga 10-30-10, 18-46-0, 12-24-12 o 20-20-20 a partir de la séptima semana después del trasplante y con una periodicidad mensual, aplicando cinco g/bolsa, lo que equivale a cinco kg por cada mil plantas. La dosis de abono se debe aplicar en dos agujeros pequeños, de aproximadamente cinco centímetros de profundidad y realizados con un pequeño "chuzo", ubicados entre tres y cinco cm del tallo.

Para garantizar un óptimo desarrollo vegetativo y rendimientos apropiados de café, el terreno en el que se cultive debe contar con condiciones edafoclimáticas adecuadas. Las acciones más importantes son: la eliminación de arbustos no deseados, la limpieza de hierbas, el establecimiento de límites, el marcado y la apertura de hoyos para sembrar, el muestreo del suelo y la erradicación de cultivos antiguos de café (COFENAC , 2019).

El trazado consiste en señalar los lugares donde se pueden plantar los cafetos, utilizando estacas, cintas de caña de bambú u otras sustancias que podrían denominarse "balizas". Para los cafetales en terrenos planos, el trazado, replanteo y balizamiento pueden ser de las siguientes formas: cuadrada, rectangular, doble hilera o triangular. Para la organización en pendientes, el trazado y balizamiento deben hacerse con curvas escalonadas para mantener la tierra (Muñoz, et al, 2021).

Los hoyos deben abrirse en las ubicaciones de balizado, justo después de las "marcas" o "balizas" que se crean con estacas "latillas". Para hacer los agujeros se utilizan herramientas como la pala, la azada y las cavadoras de hoyos manuales y motorizadas (Lalangui, 2019).

Los huecos deben medir 30 x 30 x 30 cm, lo que equivale a una longitud, ancho y profundidad de 30 cm. Si se emplean abridores de hoyos motorizados, el diámetro y la intensidad deberán ser también de 30 cm. Se aconseja sembrar dos cafetos por sitio al inicio del periodo húmedo (Mariño, 2014).

La densidad de población es un elemento para tener en cuenta al sembrar. Se aconsejan densidades poblacionales elevadas para la instalación del café, cuando las variedades son de porte bajo y los terrenos son fértiles, profundos y planos. En este caso, se sugiere tener en cuenta un 10 % más de plántulas para efectuar nuevas siembras.

Tabla 10.

Densidades poblacionales del café

Variedades	Distancia		Densidad poblacional de cafetos por hectárea
	Entre plantas	Entre hileras	Una planta por sitio
Catuai Rojo	2	1	5000
Sarchimor	1,75	1,25	4571

*Nota** Adaptado de Montoya (2017)

Para el control de malezas, se aconseja utilizar un programa químico y la supervisión manual; normalmente, esto se realiza en la época lluviosa, especialmente durante la fase de crecimiento. Otra alternativa es usar plantas que no compiten con el café, como *Centrosema sp*, *Desmodi-*

um sp, *Floscopa robusta* y *Floscopa* sp. Los herbicidas no deben ser la única estrategia, sino que se usan como un complemento de otras tácticas. Algunos de los herbicidas químicos que pueden utilizarse para su control son el glifosato, el oxifluorfen y el fluzifopbutyl (Ramos, L.; Criollo, H., 2017).

Un sembradío de café con sombra y mantillo necesita 20 litros por planta durante la etapa de crecimiento, pero para la producción se requieren 40 litros por planta; en ambas situaciones, esta cantidad debe ser provista dos veces a la semana. Existen diferentes clases de riego, que varían en función de las circunstancias y los rasgos propios de cada unidad productiva; entre ellas, sobresalen el riego por aspersión, por gravedad y por goteo (Ramírez, P.; Luna, A., 2018).

La poda es un procedimiento de gestión relevante en el cultivo de café que requiere elegir el momento apropiado, desinfectar las herramientas y proteger los cortes hechos. La poda intensa, como la recepa o descopedesbrote, debe llevarse a cabo cuando la actividad fisiológica del cultivo ha disminuido, es decir, después de la cosecha. La poda complementaria se debe hacer antes de que florezca la planta y antes de que el fruto madure; es necesario realizarla en días soleados (no en días lluviosos); desinfectar las herramientas con alcohol previene enfermedades (Suarez, et al, 2020).

Para impedir que los gérmenes que producen enfermedades entren, es necesario cubrir las heridas producidas por cortes en la poda. Esto se ha realizado utilizando un pincel y una mezcla cúprica compuesta de cal (5 kg) y sulfato de cobre (1 kg), diluidos uno a uno en cuatro litros de agua.

Para revitalizar la industria mediante un enfoque integral que incluye capacitar a los trabajadores de manera técnica, mejorar la calidad, acceder al crédito, renovar las plantaciones y fortalecer los mercados diferenciados, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP) ha puesto en marcha el Proyecto de Reactivación de la Caficultura Ecuatoriana. Esta medida es una respuesta a la disminución de la producción de las distintas clases de café, la cual fue causada por la falta de políticas a largo plazo que incentivarán su evolución y modernización. Se implementará una estrategia dual: una parte, enfocada en el volumen, priorizará el café Robusta de alto rendimiento; la otra, que se enfocará en el café Arábica de especialidad, dará prioridad al valor. La elección de plantas que sean resistentes y la implementación de prácticas

agronómicas avanzadas son fundamentales para garantizar la sostenibilidad de esta estrategia (Gobierno de Ecuador, 2025).

La investigación y el desarrollo de material genético que se adapte a las circunstancias locales es un elemento esencial para la eficacia de cualquier plan de reactivación del sector agrícola. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es el encargado de esta labor en Ecuador. La posibilidad de implementar el plan de reactivación del MAGAP a gran escala está directamente relacionada con la reducción de los plazos de producción y con que haya plántulas de buena calidad. Para que el plan del gobierno no solo logre sus objetivos, sino que además brinde a los productores un tránsito más veloz y productivo hacia la producción, es fundamental adoptar estas técnicas de propagación vegetativa y gestionar adecuadamente los viveros.

De este análisis se desprenden las recomendaciones estratégicas que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Recomendaciones estratégicas y regionales para la caficultura ecuatoriana

Región/ Provincia	Especie Recomendada	Variedades Clave	Oportunidades de Mercado	Desafíos a Abordar
Loja	Arábica	Sidra, Typica Mejorada, Geisha, Caturra	Mercado local de especialidad, exportación de nicho.	Volatilidad de precios, altos costos de producción, falta de canales comerciales.
Manabí	Arábica, Robusta	Typica, Caturra, Bourbon, Sarchimor, clones INIAP NP	Recuperar exportaciones de Arábica lavado, nicho de cafés naturales.	Falta de tecnificación y asistencia técnica, necesidad de inyección económica.
Pichincha	Arábica	Caturra, Geisha, Sidra	Mercado internacional (80% de la producción) con cafés de especialidad.	Altos costos de fertilización y mano de obra.

Región/ Provincia	Especie Recomendada	Variedades Clave	Oportunidades de Mercado	Desafíos a Abordar
Guayas	Robusta	Clones INIAP NP	Mercado industrial de café soluble, potencial para <i>fine Robustas</i> .	Falta de censo de productores, necesidad de apoyo gubernamental para variedades de alto rendimiento.
Amazonía	Robusta, Arábica	Clones INIAP NP, variedades resistentes a roya	Cafés sostenibles y libres de deforestación para exportación.	Necesidad de tecnificación de la postcosecha para mantener la calidad.

Nota* Adaptado de Gobierno de Ecuador (2025)

Análisis de suelo y nutrición vegetal.

Realizar un análisis previo a la siembra para neutralizar la acidez y emplear fertilizantes con alto contenido de fósforo es fundamental. Esto, por supuesto, es aplicable a todas las clases de café.

Cuando el café robusta tiene lugar en un suelo de buena calidad, donde las condiciones químicas y físicas permiten el crecimiento de raíces largas y profundas, tiende a desarrollarse adecuadamente y a sostener producciones de alta calidad. Esto posibilita que la planta conserve un perfil amplio de agua y nutrientes requeridos. Respecto a las condiciones del suelo, este necesita tener texturas francas o granulares, una profundidad apropiada, un drenaje eficiente y la habilidad de mantener la humedad; el pH debe estar entre 5 y 6 (Córdoba, L.; Bravo, Y., 2023).

Se ha establecido, en términos generales, que para cultivar café robusta es indispensable la presencia de nutrientes en el suelo y su reacción frente a la fertilización. En cuanto a la cantidad de calcio, debe ser superior a 4 meq/100 g de suelo; el magnesio tiene que estar por encima de 1; el potasio, por encima de 0.6; y el boro, más allá de las 2 partes por millón. Además, la proporción de materia orgánica debe ser mayor al 3%, manteniendo una relación entre el nitrógeno y el carbono con un mínimo de 9 (Astorga, et al, 2018).

Los requerimientos para cultivar café en relación con el suelo son de fertilidad media a alta. Por lo tanto, es necesario mantener un balance entre los componentes de potasio y magnesio, calcio y magnesio, así como entre calcio y potasio. Estos nutrientes afectan significativamente la textura del suelo, los diversos tipos de minerales presentes y también tienen un gran impacto en la fijación de fósforo. Por ende, serán fundamentales en la producción del café robusta (Aucancela, 2017).

Para asegurar un crecimiento adecuado de las plantas de café durante todas las etapas de su ciclo, particularmente en períodos cruciales como la floración, el desarrollo del grano y el llenado del grano es necesario proporcionar suficientes nutrientes minerales en el suelo, como potasio (K), fósforo (P) y nitrógeno (N), con el objetivo de evitar cualquier deficiencia nutricional y prevenir así el estrés en las plantas Snoeck (Chuquitarco, 2024).

Para optimizar el cultivo de café robusta, además, es indispensable contar con micro y macroelementos en la tierra. Primero, el nitrógeno. Los rendimientos del café robusta no solo son afectados por la aplicación de nitrógeno, sino también por las distintas precipitaciones. Las dosis oscilan entre 80 y 480 kilogramos anuales por hectárea. Además, la especie *Coffea canephora* P., tiene una capacidad de producción más alta y está relacionada con los índices de fructificación, floración y coeficientes de determinación. Las concentraciones de nitrógeno se presentan al inicio de la fructificación, durante el crecimiento del grano y al comienzo de la maduración del fruto; estos coeficientes disminuyen cuando empieza la maduración, momento en el cual se reduce la capacidad para absorber nitrógeno (Pérez et al. 2023).

Se observan correlaciones positivas entre las dosis de nitrógeno y la acumulación de materia seca, además de que se le asigna a esto la calidad fisiológica de las plantas. Una parte del nitrógeno (N) que ingresa al sistema es extraída del campo en forma de biomasa cosechada, mientras que la porción que está presente en los residuos de cultivos se incorpora al suelo y se recicla, convirtiéndose en parte de la materia orgánica (MO) y de las reservas de N inorgánico. Sin embargo, otra fracción conocida como nitrógeno reactivo no se recupera y se pierde del sistema a través de compuestos orgánicos (como urea, aminas y proteínas), formas inorgánicas reducidas (como NH_3 y NH_4^+) o formas inorgánicas oxidadas (como NO_x , HNO_3 , N_2O y NO_3) (Koll, et al, 2022)

El fósforo en el café robusta tiene múltiples funciones. Por un lado, es esencial para la formación de las semillas y promueve que las raíces y la planta crezcan con rapidez y vigor. Además, favorece la creación de flores e incide en que los frutos maduren adecuadamente. También fomenta el intercambio catiónico y mejora la calidad sensorial en torno a cómo se asimilan los nutrientes. Sin embargo, cuando hay insuficiencia de fósforo, las plantas suelen mostrar un estancamiento en su desarrollo; adquieren un color verde oscuro anómalo y exhiben síntomas en las hojas adultas como manchas amarillas de tamaños variados o manchas que van del rojo al pardo rojizo por toda la hoja (Márquez, et al, 2020).

Para el cultivo de café robusta, es imprescindible que la cantidad de potasio sea alta en la fase reproductiva. Si este nutriente no está disponible en cantidades suficientes, la tasa de crecimiento se reduce. La cantidad de potasio está totalmente vinculada con el estado foliar en los primeros seis meses. Este componente es esencial para el desarrollo y la maduración del fruto, pues influye de manera notable en la calidad y productividad de los granos, así como en su capacidad para resistir sequías y plagas. El potasio interviene de manera directa en 60 sistemas enzimáticos, así como en la fotosíntesis y en la producción de almidón y aminoácidos; su impacto se manifiesta en el aroma, el sabor, el color, la forma y el tamaño del café. Asimismo, fortifica los tejidos de soporte y aumenta su habilidad para combatir las enfermedades (Henaó, M.; Hernández, , 2008).

Por su parte, el magnesio (Mg) cumple varias funciones, siendo la más importante la fotofosforilación, que incluye la producción de clorofila y de ATP (adenosin trifosfato), el traslado de savia elaborada por medio del floema, y el uso de fotoasimilados y fotooxidantes en las hojas. Por lo tanto, si hay escasez de este nutriente, se tendrá un rendimiento muy bajo y un crecimiento reducido. En las hojas viejas, primero aparecen los síntomas de la deficiencia de este elemento, como manchas amarillas con nervaduras que van desde el inicio de la rama hasta su extremo. Las hojas viejas tienen la tendencia a caerse de las ramas, sobre todo si contienen frutos en estado maduro (Acosta, 2017).

El azufre (S) también favorece el crecimiento y desarrollo del café robusta, contribuye a que el fruto crezca hasta madurar, ayuda a regular la acidez del suelo y es tan importante como el N. El S es responsable de la producción de enzimas, proteínas, aminoácidos y resistencia

a enfermedades o plagas. La falta de este elemento provoca que las hojas nuevas se tornen amarillas. En términos generales, el S en el suelo se debe al volumen de materia orgánica que contiene; por lo tanto, los suelos con escasa cantidad de materia orgánica suelen tener una deficiencia de este nutriente (Sadeghian & Salamanca, 2015).

El manganeso (Mn) es otro elemento químico relevante. Lo podemos hallar en el floema del cultivo; sin embargo, su impacto es mayor en el factor suelo, ya que en este se llevan a cabo los procesos de disminución del pH, de la cantidad de materia orgánica y de incremento de la actividad microbiana. Una de sus funciones esenciales consiste en oxidar la molécula de agua durante la reacción luminosa del proceso fotosintético (Cedeño & Vera, 2017). Uno de los principales síntomas de la deficiencia de este elemento en el cultivo de café robusta es un amarillamiento de las hojas que se ubican en el extremo de las ramas exteriores (Acosta, 2017).

El zinc (Zn) es otro elemento esencial que estimula el crecimiento de las plantas y, por ende, el de los frutos. Este elemento incrementa la producción de auxinas, que son las hormonas del crecimiento; promueve la absorción de fósforo; y tiene una movilidad escasa. Cuando hay deficiencia de zinc en la planta, se produce lo siguiente: las hojas crecen con un área foliar muy reducida y un color verde pálido; se da el enrollamiento hacia arriba de las hojas; además, debido a su coloración verde, las nervaduras forman un retículo amarillento en la lámina foliar (Cascante, 2017).

El boro (B) es un elemento que afecta su capacidad para germinar polen y cuajar el fruto. Las membranas plasmáticas de estos componentes pueden recuperarse con rapidez al suministrar este nutriente, lo cual estimula la absorción de iones y la actividad de ATPasa. El boro (B) es un micronutriente fundamental para que el frejol cuarentón (*Phaseolus vulgaris* L.) crezca y se desarrolle de forma sana. Una serie de síntomas fisiológicos que impactan negativamente la productividad del cultivo pueden ser causados por su deficiencia. La deformación foliar es uno de los principales signos de la falta de boro en el frejol cuarentón (Cascante, 2017).

La práctica de combinar cultivos, también llamada asociaciones de cultivos, es considerada una estrategia agrícola muy provechosa. Al integrar distintos cultivos, se consigue una producción ideal y al mismo tiempo se minimiza el avance de plagas y enfermedades. Este método tiene numerosas ventajas, ya que maximiza el uso del espacio disponible y promueve la adaptación

entre las especies asociadas. Es fundamental destacar que la combinación de cultivos persigue el beneficio conjunto de todas las especies involucradas, asegurando resultados favorables para cada una (Olaya, et al, 2023).

Los agroquímicos han sido el recurso más importante para los agricultores en la agricultura tradicional; además, el monocultivo afecta de manera importante a los suelos y la contaminación se incrementa. Cuando se emplean especies con características opuestas, como la fijación de nutrientes en el suelo, la combinación de cultivos es ventajosa. Todo esto conduce a una combinación que es compartida por dos o más cultivos que coexisten sin mezclarse entre sí. Por esta razón, es preciso reevaluar los actuales modelos agrícolas y aplicar prácticas más sostenibles que consigan un balance entre la producción y la preservación del medio ambiente (Chuquitarco, 2024).

La asociación de cultivos es una técnica que promueve un equilibrio natural, lo que resulta en beneficios entre especies vegetales. Este método facilita la distribución apropiada de los recursos del suelo, lo que favorece el desarrollo y crecimiento integral de las cosechas. Es una interacción dinámica que mejora la producción y promueve el desempeño como un sistema integrado, reduciendo de este modo el peligro de perder cultivos a causa de factores tales como enfermedades o estrés físico. La práctica de la asociación de cultivos es muy relevante para los productores agrícolas que viven en zonas subtropicales y tropicales, porque les permite optimizar el uso de la tierra existente y reducir el número de plagas y enfermedades. Es una práctica habitual en muchas naciones del mundo (Cárdenas, 2021).

Existen en Ecuador muchas condiciones ambientales que son relativamente favorables para el cultivo de diversas especies de vegetales, arbustos y gramíneas. Estas condiciones pueden variar dependiendo de las regiones del país; por ejemplo, la costa y la sierra tienen características distintas. El país tiene condiciones ecológicas que favorecen el cultivo de diferentes cultivares, lo cual es un sector muy importante cuando se trata de la producción alimentaria. Sin embargo, la combinación de cultivos puede presentar ciertas limitaciones; en este caso se refiere a los monocultivos, que solo son posibles con una reforma agraria en los policultivos (Guamán, M.; Macas, B. , 2016).

Las máquinas necesitan ser adecuadas para los procesos agrícolas del policultivo. Esto permite el uso eficiente de los variados recursos que ofrece el entorno, tales como agua, luz y nutrientes disponibles. La siembra de una mayor variedad de especies en un área específica permite conseguir más raíces y obtener los nutrientes del suelo de manera ecológica; su acceso será mucho más sencillo, o además mejorará la estructura y habilidad para retener agua y nutrientes.

Tras analizar todas las variables, se admite que la relación entre frejol cuarentón y haba manaba incrementó la cantidad de micronutrientes y macronutrientes esenciales en el suelo. En el análisis del suelo, se evidenció un cambio significativo en la presencia de elementos esenciales, tanto a nivel micro como macro, como el fósforo (P), el magnesio (Mg), el potasio (K) y el calcio (Ca) (Chuquitarco, 2024).

Cuando estos componentes están disponibles de manera adecuada, se vuelve posible que las plantas crezcan y la producción agrícola se incremente. La densidad aparente y la porosidad de la tierra aumentan cuando se combinan cultivos, como el haba manaba aporte con el frejol cuarentón producción, según lo evidenció el análisis físico del terreno. Esto señala que estas cosechas pueden contribuir a optimizar la estructura del suelo, lo cual favorece la aireación y la retención de agua, elementos cruciales para el crecimiento de las raíces vegetales.

Los análisis microbiológicos han evidenciado que en los terrenos administrados con esas combinaciones de cultivos, las comunidades de microorganismos que fijan nitrógeno y solubilizan fósforo presentan una actividad más alta. Esto quiere decir que agregar leguminosas puede aumentar la actividad biológica del suelo, lo que a su vez hace que su fertilidad y sostenibilidad sean mejores en el largo plazo (Chuquitarco, 2024).

Manejo integrado de plagas y enfermedades.

Existen varias estrategias para reducir la presencia de plagas y enfermedades en los cultivos, como por ejemplo el manejo de policultivos, que se caracterizan por tener diferentes cultivos en la misma superficie, imitando a los ecosistemas naturales y otra opción es la agroforestería que involucra la siembra de cultivos de interés con árboles forestales, de servicio y medicinales que aportan diferentes beneficios al cultivo principal y como generadores de microambientes

favorables para la convivencia equilibrada de los diferentes organismos dentro del sistema, permitiendo ser más resilientes al cambio climático (Angel, 2013).

A pesar de que el manejo integrado es una herramienta eficiente para mantener controladas las plagas, es importante resaltar que los sistemas agroforestales son un factor potencial en la regulación de plagas en el cultivo de café. La sombra es el hábitat para una significativa diversidad de especies, algunas de ellas relacionadas específicamente con el biocontrol de plagas, entre los que se destacan los hongos entomopatógenos *Beveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* (FAO ONU, 2023).

Los padecimientos más frecuentes y que afectan más la producción de café son las enfermedades fúngicas, como: Ojo de gallo (*Mycena cotricolor*), roya (*Hemilia vastatrix*), mal del machete (*Ceratocytis fimbriata*), mal de hilachas (*Corticun koleroga*), mancha del hierro (*Cercospora coffeicola*) y mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*) (Angel, 2013).

Las plagas que más incidencia tienen y que perjudican a las fincas de café al rebajar la producción o la calidad del producto son el taladrador de la ramilla (*Xilosandrus morigerus*), el minador de hojas (*Perileucoptera coffeicola*) y la broca (*Hypothenemus hampei*). La lucha contra plagas y enfermedades debe llevarse a cabo bajo la idea de control integrado, que incluye prácticas culturales (Angel, 2013).

Tabla 12.

Control de plagas y enfermedades

Ingrediente activo	Categoría toxicológica	Plagas y enfermedades	Numero de aplicaciones	Dosis en 20 litros
Aceita agrícola	No representa peligro	Fumagina	3	100 cc
Endopac (endosulfán)	Moderadamente peligroso	Pulgones	1	100cc
Cochobiol	No representa peligro	Cochinillas	1	100 cc
Pyriclor	Moderadamente peligroso	Taladrador de la ramilla	3	80 cc

Ingrediente activo	Categoría toxicológica	Plagas y enfermedades	Numero de aplicaciones	Dosis en 20 litros
Avamectina	Moderadamente peligroso	Ácaros	1	20 cc
Cuprofix	No representa peligro	Fumagina	3	75 cc

*Nota** Adaptado de Angel (2013)

La sombra favorece el control de una de las principales plagas como es el taladrador de la ramilla; lo cual está aportando a que se obtenga mayores rendimientos. Los manejos orgánicos afectan en menor grado a la actividad biocontroladora de *Beauveria sp.* sobre las plagas.

Técnicas de poda y manejo de la sombra.

La poda tiene como propósito controlar el crecimiento natural de la planta, fomentar el desarrollo de nuevos tallos y mantener un equilibrio entre la producción de flores, frutos y tallos con el fin de incrementar y regular la cosecha, así como prevenir que el cafeto se agote antes de tiempo (FISCHERSWORRING, B.; ROBKAMP, R., 2001)

Para revitalizar cultivos viejos se llevan a cabo podas o zoqueo, con el objetivo de provocar la formación de nuevo tejido vegetal y restablecer la capacidad productiva de las plantas (Gokabi, et al, 2021). Existen diferentes tipos de renovación, los cuales se distinguen por la altura a la que se corta el tallo y por la cantidad de tejido aéreo que queda en la planta. En la zoca tradicional, se recorta el tallo a 30 centímetros por encima de la superficie del suelo y se quitan todas las ramas. En otras formas de renovación menos rigurosas, como la poda pulmón, las ramas inferiores se mantienen con despunte y el tallo tiene una longitud de 60 cm.

Por otro lado, en la poda calavera, los tallos tienen alrededor de 1.8 m de altura y unos 10 cm de longitud. Estos dos últimos tipos de poda tienen un ciclo productivo limitado a dos años de cosecha. Por lo tanto, se recomienda que las edades se organicen en un sistema de gestión por lotes para estabilizar la producción según los períodos de duración de los ciclos (Rendón, 2016).

La reacción de las plantas de café a cada clase de poda tiene consecuencias para las prácticas agronómicas del cultivo, como la necesidad de conservar la densidad inicial de siembra

mediante la resiembra de colinos en los lugares vacíos durante el zoqueo y controlar cuántos tallos hay por planta. efectuando la escogencia de los brotes (Rendón, 2016).

Cuando se renuevan las plantas de café, las reservas que quedan en el tejido no intervenido son utilizadas para iniciar un nuevo ciclo de crecimiento vegetativo. Por lo tanto, las yemas en los nudos del tallo o en los nudos de las ramas estimulan la creación de nuevas estructuras aéreas, lo que afecta el equilibrio en la dinámica del crecimiento del sistema radical. La raíz es uno de los órganos más relevantes en las plantas. Por esta razón, durante las fases de crecimiento del cultivo de café, las raíces desempeñan funciones esenciales como la absorción, el transporte de minerales y agua, y el anclaje. Estas funciones son cruciales tanto para calcular los niveles de respuesta a la nutrición como para determinar cuándo se debe aplicar el fertilizante (Salazar & Sadeghian, 2016).

En los cultivos perennes, una mejor situación del sistema radical está vinculada con la máxima productividad. Por ejemplo, en *Vitis vinífera* se alcanzaron las producciones más elevadas cuando había un número mayor de raíces totales y una alta cantidad de raíces finas (Rendon, et al, 2023).

La poda posibilita moldear la planta según la forma más apropiada para las distintas prácticas, el control de plagas y la cosecha del grano. La poda del cafeto tiene dos tipos: la de formación y la de conservación o producción. La primera, que se realiza en los primeros años de vida de la planta, modela el arbusto para que tenga la altura y forma más adecuadas a su cuidado económico. La segunda, por otro lado, se lleva a cabo después de la poda de formación indefinida durante la existencia del arbusto, con el objetivo de mantenerlo en las condiciones óptimas para su producción. Los cortes de poda deben ser limpios, utilizando herramientas afiladas, como serruchos, tijeras de diferentes longitudes de brazo y otras (RIMACHE, 2008).

No debe haber maltratos en las plantas ni magulladuras en los cortes durante la poda; para la generación de nuevos brotes, es conveniente limpiar con cuidado el trozo de tallo que queda tras el corte, suprimiendo la vegetación parásita y la corteza seca. Se puede tratar las heridas utilizando una pasta fúngica.

Para quitar las ramas enfermas, optimizar la ventilación y fomentar la cosecha, es fundamental llevar a cabo podas sanitarias, de formación y de producción. La recepa, un corte drástico

del tallo se emplea para restaurar cafetales antiguos e ineficientes. Instala sombra al mismo tiempo que siembras, usando árboles como el guamo o el plátano. Esto contribuye a que las plantas jóvenes estén protegidas y se mantenga la humedad. Se sugiere también el empleo de cortavientos.

La producción de café de alta calidad es más recomendable si se mantiene el cultivo bajo sombra, ya que esta fue la forma en que comenzó. Cuando la luminosidad es elevada, las estomas de las hojas del cafeto se cierran para evitar una transpiración excesiva. Esto provoca que disminuya el proceso de producción de alimentos de la planta y, en consecuencia, que su producción se reduzca (Angel, 2013).

Cuando la luz tiene una intensidad baja y es prolongada, hay más posibilidades de que surjan plagas y se presenten dificultades para madurar el grano y recolectarlo. Se considera que el cafeto es una planta de día corto, por lo tanto, requiere entre ocho y trece horas de luz para florecer. La iluminación de un cafetal puede ser alterada al establecer y regular las distancias de siembra de la sombra permanente.

El café se desarrollará mejor a la sombra; las horas de sol que más le benefician son las matutinas. El café tiene un mejor desarrollo y producción cuando el ambiente cuenta con temperaturas diurnas de 23 °C y nocturnas de 17 °C.

El exceso de calor en climas cálidos afecta negativamente las floraciones, lo que disminuye la productividad. Asimismo, la planta tiene una menor eficacia en la fotosíntesis y es más complicado que las sustancias producidas por las hojas se transporten a otras zonas de la planta.

Los climas subtropicales y tropicales son ideales para cultivar cafetos si tienen temperaturas de entre 20 °C y 25 °C, precipitaciones anuales de entre 1500 mm y 2500 mm, y terrenos que se sitúan entre los 1000 y los 1500 metros sobre el nivel del mar.

La producción se ve significativamente afectada por la cantidad de luz y horas de sol; si hay más luminosidad, las plantas pueden producir más cosecha, siempre que estén bien fertilizadas. En áreas nubladas, si se aplican prácticas culturales adecuadas y a tiempo, se pueden conseguir rendimientos elevados (Angel, 2013).

Como la protección de los arbustos contra el viento y la luz solar es muy importante, se emplean árboles tropicales como naranjos y plátanos para protegerlos. La calidad final de los

granos depende del gusto y la apreciación. En general, los cafés cultivados a grandes altitudes presentan aromas más complejos, una mayor acidez y un cuerpo más robusto en taza.

Riego y manejo del agua.

La gestión adecuada del riego agrícola es muy importante, considerando el contexto de escasez de recursos hídricos y, por otra parte, el crecimiento en la demanda de productos agrícolas. El cultivo del café requiere de prácticas de riego específicas y adaptables, al igual que los sistemas de cultivo. En otras palabras, las condiciones ambientales son cruciales.

Para cultivar café, la cantidad de lluvia debe oscilar entre 1200 y 3000 mm anuales. Para conseguir una floración adecuada, se requiere un promedio de 2000 mm bien repartidos a lo largo del año; si es inferior a esta cantidad, se restringe el crecimiento, se produce defoliación y disminuye la producción. Si supera este rango, se incrementará la cantidad de enfermedades causadas por hongos (DUICELA, L.; CORRAL, R. , 2004).

Durante la época seca, las raíces se expanden, las ramas laterales y las hojas se desarrollan y los capullos de flores aparecen. A lo largo de este lapso, el crecimiento vegetativo se para y eso provoca que las yemas se conviertan en florales en vez de vegetativas.

El cafeto tiene una tolerancia limitada a la sequía; cuando hay un período seco largo, se reduce la cosecha del año siguiente y puede producirse una falta de nutrientes debido a que los elementos se difunden menos en el suelo. Si este tiempo seco se da en el periodo de crecimiento rápido del grano, existe la posibilidad de que la proporción de granos negros y vanos crezca, lo que podría perjudicar tanto el rendimiento como la calidad del café (Fernández, et al, 2020).

Sin embargo, el riego excesivo o la lluvia también pueden impedir que las yemas florales se diferencien. Además, puede provocar una disminución del crecimiento de la planta y deficiencias de nitrógeno debido al proceso de dilución del elemento. Esto puede resultar en cosechas irregulares y múltiples floraciones, así como en la caída de los frutos.

La adopción de la tecnología IoT en el ámbito agrícola es lo que se espera para el futuro próximo en el control del agua en la plantación de café. Aunque esta tecnología ha ganado relevancia, aún es incipiente su integración digital en este cultivo, debido a que su manejo es especialmente delicado por ser tan sensible a las condiciones ambientales (Corrales, et al, 2025).

La contribución más importante de las investigaciones que se están llevando a cabo en esta dirección reside en la integración de algoritmos de machine learning con sensores IoT para hacer predicciones en tiempo real acerca de los requerimientos de riego, lo que posibilita la adaptación progresiva de las prácticas de riego a las circunstancias específicas de cada cultivo. Esto posibilita que se acceda a datos constantes y a una resolución de alta calidad, lo cual permite ir más allá de los sistemas tradicionales y favorece la adopción de decisiones más sólidas y efectivas.

También es relevante resaltar que emplear machine learning y big data para modificar el riego de acuerdo a factores como la evapotranspiración y la radiación solar representa una innovación crucial para optimizar el éxito del riego. Esto implica un progreso considerable en la exactitud de los sistemas de riego, pero también dificulta el principio de sostenibilidad. En cuanto a la sostenibilidad, es importante destacar la habilidad de optimizar el uso del agua, un recurso que se hace más escaso en numerosas zonas agrícolas por la explotación de acuíferos.

Al ser un sistema inteligente, se distingue de los sistemas tradicionales que suelen seguir patrones de riego fijos, pues responde a las dinámicas del ambiente y, por lo tanto, disminuye el desperdicio de agua. Si se hace así, es posible conservar los recursos de agua y optimizar la sostenibilidad del cultivo. Esta indagación contribuye de manera muy importante al saber científico y académico.

Primero, se empieza a colaborar con la agricultura de precisión y las tecnologías de IoT, ya que posibilitan su uso en cultivos que tienen una alta demanda (como sucede con el café). En segundo lugar, se transforma en la base para crear soluciones más escalables y adaptativas para el manejo del riego de otras especies agrícolas; y, por último, se crea un sistema que puede ser replicado (que tiene el potencial de trasladarse a otras áreas o condiciones agrícolas) y que facilita una adopción más amplia de prácticas sostenibles en todo el mundo.

Capítulo IV

Mejora de los suelos,
control de plagas
y uso de los clones

CAPÍTULO IV.

MEJORA DE LOS SUELOS, CONTROL DE PLAGAS Y USO DE LOS CLONES

Mercedes Arzube Mayorga^{1,2}, Javier Soto Valenzuela¹, Lenni Ramírez Flores^{1,2},
Ángel León Mejía^{1,2,3}, Verónica Andrade Yucailla^{1,3,4} y Marcos Barros Rodríguez^{4,5}.

Mejora de los suelos

Una de las tareas primordiales y fundamentales de la plantación del café es el mejoramiento de la calidad del suelo, mediante los conocimientos y las técnicas especializadas, elaboradas en investigaciones sistemáticas, para lograr obtener una plantación de café saludable, productiva y sostenible.

El primer paso del mejoramiento del suelo con prácticas agronómicas es el análisis del suelo. Esta tarea es crucial, pues le permite al agricultor saber la existencia, cantidad y calidad de los nutrientes, determinar lo que falta, sus características químicas, físicas y biológicas, como por ejemplo su nivel de acidez o si tiene problemas de salinidad. El productor solamente puede implementar enmiendas, como la adición de cal o de fertilizantes, con el propósito de corregir la acidez y evitar desperdicios y deficiencias cuando posee información y conocimiento de esta índole.

La importancia de estas investigaciones radica en que hacen posible una gestión eficaz del suelo, lo cual ayuda a disminuir costos innecesarios y a utilizar los recursos de manera óptima. El clima, las prácticas de agricultura y la fertilización pueden provocar alteraciones importantes en el suelo de una estación a otra. Por lo tanto, para evitar problemas como la compactación, la salinidad o la falta de nutrientes, es crucial que se realice un monitoreo constante (Red Agrícola, 2025).

El suelo es un ecosistema dinámico que afecta de manera directa la productividad de la agricultura, y no solo es el lugar donde crecen las cosechas. La composición, la estructura y el

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

² REDUCAFE, Registro SENESCYT REG-RED-18-0008, Manabí, Ecuador.

³ Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

⁴ Red de Investigación, Producción Sostenible e Innovación Tecnológica en Pastos y Forrajes, Registro SENESCYT REG-RED-20-0099, Santa Elena, Ecuador.

⁵ Department of animal nutrition and rumen biotechnology, Ruminant Feedlot Ranch-PROCESA, Street Playita - Estero Hondo, 050202, La Maná, Cotopaxi, Ecuador

equilibrio de una plantación son factores que determinan si esta tiene éxito o no. No obstante, para sacar el máximo provecho de su potencial, es imprescindible conocerlo. En este punto, el análisis de suelo en laboratorio se vuelve un instrumento fundamental para la toma de decisiones en el campo durante una campaña o estación agrícola (Red Agrícola, 2025).

El uso de fertilizantes no es la única manera de mejorar el suelo para cultivar café. Supone una perspectiva integral que fusiona análisis técnicos con prácticas sostenibles, como la incorporación de otras plantas y el empleo de fertilizantes orgánicos. Estas prácticas, al ser implementadas juntas, generan un ecosistema más robusto, productivo y saludable. Un primer tema relevante es la gestión de la materia orgánica, que es fundamental para que el terreno sea fértil. Es posible integrarla por medio de varias actividades, como el compostaje, que emplea la pulpa de café proveniente del despulpado, además de otros desechos orgánicos (hojas, estiércol y ramas), con el objetivo de elaborar fertilizante natural que libera nutrientes gradualmente. Es esencial que la pulpa esté completamente descompuesta para evitar que las raíces se quemen. Asimismo, es efectivo el acolchado o mulch, que implica cubrir con una capa de materia orgánica (por ejemplo, paja o hojas secas) la tierra circundante a las plantas. Esto ayuda a mantener la humedad, reducir la erosión y el crecimiento de malas hierbas y, a largo plazo, mejora la estructura del terreno.

La fertilización balanceada es también relevante, ya que consiste en aplicar fertilizantes de forma equilibrada y priorizar los macronutrientes esenciales para el café: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). El calcio, el azufre y el magnesio son también micronutrientes importantes. Algunas otras prácticas agronómicas recomendadas son el arado mínimo y la rotación. Ya que el café es un cultivo perenne, su enfoque consiste en reducir la labranza para no dañar la microbiota y estructura del suelo (Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes- FAO, 2002).

La técnica de asociar el café con otras plantas, que es ancestral, se utiliza también para este propósito y ha resultado ser bastante beneficiosa. Estos métodos generan un sistema agroforestal que reproduce los ecosistemas naturales, lo cual incrementa la productividad de las cosechas y el estado del suelo. La asociación con árboles de sombra beneficia a los cultivos de café, ya que estos son de sombra; en otras palabras, su desarrollo es mejor cuando están bajo una sombra controlada, particularmente la de la variedad Arábica. Los árboles de sombra

disminuyen las oscilaciones de humedad y temperatura, protegen a las plantas de la luz solar en exceso y, lo más relevante, optimizan el suelo (Noscuca, 2014).

Igualmente, los árboles leguminosos, el guamo (*Inga vera*), la *Erythrina* o el matarratón son muy buenos porque atrapan nitrógeno atmosférico en el terreno y lo fertilizan naturalmente. Plantar árboles como aguacate, plátano, cítricos o especies productoras de madera no solamente proporciona sombra; además posibilita que el agricultor diversifique la producción de la finca y, por lo tanto, aumente sus beneficios. Los cafetales también se ven favorecidos por los cultivos intercalados o de cobertura, que son plantas que se desarrollan entre las hileras de cafetos con el fin de mejorar la calidad del suelo y controlar las malas hierbas. Asimismo, las leguminosas de baja altura, como el maní, las habas y los frijoles, son muy efectivas para aumentar la cantidad de nitrógeno en el suelo (Perfect Daily, 2025).

Asimismo, las plantas que repelen plagas, como el ajo o la pimienta, las cuales pueden emplearse como cultivos intercalados para alejar insectos perjudiciales. Se pueden sembrar también cultivos de alimentos, como la yuca o el maíz, en la fase temprana del cafetal, haciendo uso de los nutrientes del suelo y el espacio antes de que las plantas de café se desarrollen totalmente (Sánchez, et al, 2024).

Los análisis físico, químicos y microbiológico del suelo pueden realizarse mediante absorción atómica (servicios de análisis en INIAP) y con diluciones seriadas de , respectivamente. En el estudio de Gómez (2024), se llevaron a cabo muestreos de la rizosfera en dos lugares de cultivo de café, Caturra y Robusta, situados en las estaciones de soporte Colonche y Manglaralto, pertenecientes a la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Los resultados indican que las variedades Robusta y Caturra comparten propiedades similares en términos de pH, textura y niveles de fósforo (P); sin embargo, el suelo de la variedad Robusta de Colonche presenta un contenido orgánico inferior y niveles elevados de P.

No obstante, las variedades Robusta y Caturra de Manglaralto tienen niveles más altos de Ca, K, Mg y P que la variedad Robusta Colonche. *Trichoderma* sp. estaba presente en la variedad Robusta Colonche, pero *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. y *Verticillium* sp. estaban presentes en las variedades Robusta y Caturra de Manglaralto. En comparación con la variedad Robusta

Colonche, las variedades Caturra y Robusta de Manglaralto tenían un mayor número de UFC/g de suelo seco para la varietal (Gómez, 2024).

Los latosoles arcillosos son los suelos más aptos para la producción de café, pero la mayor parte de los suelos utilizados presenta dificultades con algún elemento limitante; esto es importante conocerlo para corregirlo como exige la tecnología contemporánea (INIAP, 1993). Según Monge (1999), el café requiere un sustrato, acorde a las características descritas en la siguiente Tabla.

Tabla 13.

Propiedades físicas y químicas del suelo en cultivos del café

Nutrientes	Bajo	Medio	Alto
Fósforo (mg/kg o ppm)	< 10	10 - 30	> 30
Potasio [cmol (+) /kg]	< 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5
Calcio [cmol (+) /kg]	< 4.0	3 - 20	> 20
Magnesio [cmol (+) /kg]	< 1.0	1 - 10	> 10
Hierro (mg/kg o ppm)	< 10	10 - 50	> 50
Cobre (mg/kg o ppm)	< 1	1 - 20	> 20
pH	< 5.0	5.5 - 6.5	> 6.5
Materia orgánica %	< 3.0	3 - 5	> 5

*Nota** Adaptado de Monge (1999)

El crecimiento del cafeto se ve inhibido por las temperaturas elevadas, ya que la fotosíntesis empieza a disminuir a los 24 °C y se vuelve casi indetectable a los 34 °C. La temperatura media ideal del aire para el cultivo de café arábico (*C. arabica*) está entre 18 y 22 °C, mientras que para el café robusta (*C. canephora*), oscila entre 22 y 26 °C (Camargo *et al.*, 1994).

Un factor determinante para el desarrollo de una extensa variedad de café es la precipitación pluvial. Cuando la precipitación anual para el cafetal es de entre 1.600 y 1.800 mm y está bien distribuida, un breve período seco puede ser propicio para que el café florezca; esto contrasta con la lluvia excesiva, que no lo permite. Un déficit en la disponibilidad de agua es ventajoso, aunque obstaculiza el crecimiento vegetativo y el desarrollo normal del fruto.

Entre el 70 – 85% es el nivel necesario de humedad para que el café se desarrolle, los tiempos excesivos de alta humedad generan crecimiento e incidencia de plagas y enfermedades (Romero y Camilo, 2019).

En la producción de café, los macronutrientes que se absorben con mayor frecuencia en cada fase del cultivo son el potasio y el nitrógeno. En segundo lugar, están el azufre, el magnesio, el fósforo y el calcio. Las necesidades nutricionales del café se elevan conforme el tiempo pasa. Por eso, en la etapa de almácigo, la planta crece con lentitud y toma pequeñas dosis de nutrientes; una situación parecida sucede durante la fase de levante. Cuando comienza la fase reproductiva, el crecimiento se acelera y, por ende, lo hace también el requerimiento de nutrientes (Sadeghian S. , 2021).

Se aconseja aplicar, en promedio, para la variedad de *Coffea Canephora*: 250 kg de potasio por hectárea al año, 100 kg de fósforo y 250 kg de nitrógeno (Fernández, 2017). En cambio, para la variedad de *Coffea Caturra* se aconseja utilizar elementos puros en un promedio de 114 kg/año de nitrógeno por hectárea, 13 kg/año de fósforo por hectárea y 125 kg/año de potasio por hectárea (Sadeghian S. , 2021).

La agroforestería es un componente esencial del proceso productivo total del café. Se define como el conjunto de prácticas de manejo de cultivos en las que se combinan especies arbóreas con el café o en la floresta de las fincas, con el propósito de cuidar y preservar el agua y el suelo, así como incrementar y conservar la producción. Moguel y Toledo (1999) señalan que no tiene cubierta arbórea, es un sistema agrícola y los arbustos de café están al sol. Se trata de una plantación especializada, cuyo sistema productivo necesita un alto nivel de plaguicidas, fertilizantes químicos e insumos. En el ciclo anual se utiliza maquinaria y mano de obra intensiva. Con este sistema se obtiene el rendimiento más elevado por unidad de superficie.

En las circunstancias climáticas en las que el cultivo de café se desarrolla en terrenos inclinados, la sombra es necesaria, sobre todo para proteger los microorganismos vivos presentes en la capa superficial del suelo y prevenir la erosión (Gomer *et al.*, 2014). Los árboles de leguminosas se emplean entonces para proporcionar sombra a los cafetos; se trata de una plantación monoespecífica que se encuentra bajo un dosel también especializado. En este sistema, el

empleo de productos agroquímicos es obligatorio y la producción se concentra en crear bienes dirigidos únicamente al mercado (Moguel y Toledo, 1999).

Según PROCAGICA (2020), una gestión agronómica exitosa de una plantación cafetera está vinculado a varios elementos y a cómo se entrelazan estos; algunos de ellos, como el clima o el tipo de terreno, escapan al control del productor. No obstante, otros se basan en las decisiones que tome este último y están relacionados a menudo con el mercado y la tecnología existente, lo cual abarca la variedad de plantas, el tipo de sombra, los planes para fertilizar y las costumbres culturales.

Para que las raíces crezcan y se expandan, la estructura y la textura del suelo son componentes esenciales. Estas propiedades influyen en la habilidad de las raíces para penetrar el suelo y en la disponibilidad de oxígeno y agua. La baja aireación, la inadecuada retención de agua, la escasa capacidad de drenaje y el alto contenido de piedras son algunas de las condiciones físicas del suelo que restringen el desarrollo radical. Los horizontes superficiales de arcilla muy compactos también pueden ser un obstáculo. En estas situaciones, las raíces no se desarrollan bien porque están sometidas a condiciones extremas vinculadas con el agua: hay demasiada durante la temporada de lluvias y escasez en los periodos secos (Arcila, 2007).

Químicamente hablando, la pobreza del suelo tiene que ver con las condiciones deficientes de fertilidad. Esta escasez de nutrientes afecta directamente el desarrollo del sistema radical, tanto directa como indirectamente. Las áreas cafeteras se distinguen por contar con suelos ácidos que son perjudiciales para la fertilidad. Estas tierras tienen características como un pH muy ácido, inferior a 5; una saturación elevada de aluminio, que supera el 60% y causa un bloqueo en los haces vasculares, lo cual restringe el crecimiento y desarrollo de las raíces; además de niveles bajos de fósforo y materia orgánica. En general, cuando hay escasez de nutrientes en el suelo, esto afecta indirectamente al desarrollo radical porque la planta produce menos asimilados, elementos que son fundamentales para un crecimiento adecuado del sistema radical.

No es fácil elegir un grupo de propiedades que representen todas las condiciones necesarias para valorar el suelo, dado el nivel de escala en el que se va a aplicar (parcela, cuenca, región,

etc.), su dinámica en tiempo y espacio y la diversidad de sus propiedades físicas, químicas y biológicas que pueden ser utilizadas como indicadores (Pérez, 2011).

Según Gutiérrez (2014), Los indicadores físicos utilizados en las evaluaciones de calidad del suelo están vinculados, por un lado, con características que muestran cómo el suelo acepta, retiene y ofrece agua a las plantas; y, por otro lado, con las condiciones que restringen el crecimiento de las raíces, la emergencia de plántulas, la infiltración y el movimiento del agua dentro del perfil. Además, estos indicadores están relacionados con la promoción del intercambio óptimo de gases y corresponden a propiedades físicas como: textura, densidad aparente, agua disponible en el suelo y porosidad.

Pérez (2011), menciona que, los indicadores químicos del suelo incluyen propiedades que afectan las relaciones suelo – planta y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y microorganismos. Doran y Parkin (1994), propusieron como indicadores el pH, la conductividad eléctrica, el N, P y K disponibles. Sin embargo, los cambios químicos generados en el suelo por el uso de los fertilizantes varían de acuerdo con la dinámica propia de cada elemento, dosis y fuentes empleadas, los sistemas de aplicación y las características particulares del suelo y clima, entre otros (Stevens *et al.*, 1998).

En el suelo hay una enorme variedad de microorganismos útiles para las plantas, cuyo objetivo es unirse a la raíz con el fin de facilitar la absorción de nutrientes. Estos organismos hacen simbiosis con la raíz para optimizar la captación de agua, nitrógeno y fósforo. Los principales conjuntos microbianos que colaboran en este proceso son las rizobacterias, las micorrizas y Trichoderma (Tarazona, 2021).

Los microorganismos desempeñan un papel decisivo en el proceso de transformación de los compuestos minerales y orgánicos que se incorporan al suelo, influyendo en el contenido y movilización de los macro y micronutrientes; así como en su balance y asimilación por las plantas. Los microorganismos presentes en el suelo ofrecen una gran cantidad de beneficios, entre los que sobresalen: un incremento del crecimiento radicular y la exploración de las raíces, así como defensa física frente a hongos patógenos. Liberan lentamente elementos nutricionales que ayudan a la reserva orgánica del suelo; disminuyen la pérdida de nitrógeno

por lixiviación y fijación de fósforo. Además, contribuye a erradicar parásitos y enfermedades autóctonas del suelo.

Los hongos en el suelo desempeñan un papel esencial en los procesos de descomposición, los cuales mineralizan y renuevan los nutrientes de las plantas. Los hongos forman parte de una intrincada comunidad microbiológica, que comprende bacterias, actino-bacterias y pequeños invertebrados. Los hongos constituyen una cadena alimenticia significativa en el suelo, sobre todo para la meso-fauna que vive en él.

La población de hongos en suelos ácidos tiende a incrementar en número, esto debido a que no hay competencias con actino-bacterias y bacterias, por lo que no se encuentran limitados por la acidez. Entre ellos hay presencia de atrapadores de nematodos, por lo que se convierten en controladores biológicos, según su estudio muestra que en calidad de un suelo agrícola fértil pueden encontrarse aproximadamente 40 UFC/g de suelo seco de hongos microscópicos.

Se han identificado 25 morfoespecies de esporas de MA (significado en letras) pertenecientes a 13 géneros, entre ellos *Glomus*, *Diversispora*, *Acaulospora*, *Entrophospora* y *Scutellospora* que han sido reportados en trabajos de cultivos de café. *Glomus* y *Entrophospora* presentaron mayor abundancia con 62 y 19 individuos, respectivamente. *Glomus* es el género que tiene el mayor número de especies en los *Glomeromycetos*, y por tanto, el más representativo con seis morfoespecies (Lozano, et al, 2015).

Por otra parte, (Arcila, 2007) manifiesta que entre las enfermedades que afectan a la raíz del café se encuentran aquellas causadas por hongos; como la llaga negra ocasionada por *Rosellinia budones* Berk y Br, y la llaga estrellada *Rosellinia pepo*. Las enfermedades que se presentan en el café son causadas en su gran mayoría por hongos.

Las bacterias rizosféricas dependen de la materia orgánica y están relacionadas con la descomposición; por otro lado, las principales limitantes para el crecimiento de bacterias es la cantidad de materia orgánica, alteraciones de pH y presencia de suelos muy ácidos o básicos. La aparición de bacterias como lo son las *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, así como en menor de otros géneros que se aprovechan de las condiciones húmedas para realizar el daño en tejido, el ciclo de reproducción de las bacterias es sumamente rápido, inclusive de horas,

por lo cual su correcto control y buen tiempo de prevención es fundamental para evitar los impactos negativos que esto podría generar, las enfermedades bacterianas causadas por el género *Pseudomonas* fueron detectadas por primera vez a finales de 1955 (Camacho, 2023).

La fertilidad del suelo es la capacidad del suelo para suministrar los nutrientes y el agua necesarios para el crecimiento de las plantas, está íntimamente relacionado con las propiedades físicas y químicas (GADPO, 2018). La fertilidad del suelo generalmente está relacionada con la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas y los microorganismos juegan un rol importante en el reciclaje de todos estos elementos nutricionales que muchas veces no se comprende (Zúñiga, 2012).

La textura es la propiedad relacionada con el contenido y la proporción de arena, limo y arcilla. Los suelos clasificados como francos presentan un mejor equilibrio entre estas partículas y favorecen el desarrollo de las raíces, mientras que en los suelos arenosos y arcillosos ocurre lo contrario (Sadeghian K. S., 2019). Amberger (2006) manifiesta que la textura del suelo tiene que ver con el tamaño de las partículas minerales, lo que determina la superficie del suelo, a nivel simple, según el tamaño de las partículas, se encuentran arcilla (<0,002 mm), limo (0,002-0,05 mm), arena (0,05-2 mm) y piedras (>2 mm), los suelos con un gran contenido de arcilla se vuelven duros cuando están secos y pegajosos cuando están húmedos.

Paz y Sánchez (2007) reportan que, los valores bajos de densidad aparente son normales en suelos con altos contenidos de materia orgánica. El rango encontrado de densidad aparente (0.62 y 0.71 g cm³) concuerdan con lo reportado por estos autores, quienes indican que valores por debajo de 0.9 g cm³ en suelos Andisoles son normales, y presentan alta fertilidad física por la presencia de alófana, por ser suelos profundos y de baja densidad aparente.

De la Rosa (2008) establece que, la porosidad del suelo se mide por la relación entre el volumen que ocupan los poros y el volumen total, y que la densidad aparente relaciona el espacio poroso con el peso, de forma que cuando la densidad aparente aumenta, el volumen de poros disminuye y viceversa.

Los cafetales que se cultivan bajo sombra presentan cantidades de materia orgánica comparable con la de un bosque caducifolio, estas cantidades favorecen el reciclaje de los nutrientes, crecimiento de raíces y reducción de nemátodos en el suelo (Pozo C. M., 2014).

Según Pozo (2014), los suelos preferidos para el establecimiento de plantaciones de café son suelos ligeramente ácidos, con pH entre 5 y 6. Con suelos que poseen pH inferiores a 5 se puede cultivar adecuadamente el café, siempre y cuando la estructura del suelo sea buena. Se suele aplicar bases a los suelos ácidos, principalmente utilizando o mezclando con calcio.

Según (Sadeghian K. S., 2016), la mayoría de los suelos de la zona cafetera son de carga variable o carga dependiente del pH; esto quiere decir que el incremento de la acidez (reducción del pH) se traduce en una disminución de la CICE (Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva).

Las poblaciones fúngicas aumentan bajo condiciones de adecuada humedad e inmediatamente después de adicionar materia orgánica al suelo, disminuyendo luego de este incremento, según Larios *et al.* (2014).

No se observan variaciones estadísticas en las poblaciones bacterianas debido a los sistemas; no obstante, tienden a ser más grandes en aquellos que incluyen prácticas agroecológicas. Las sobras de pulpa de café y gallinaza han promovido la elevación de la humedad y del sustrato orgánico del suelo en sistemas con prácticas agroecológicas, lo que ha beneficiado a las bacterias.

Los exámenes de respiración microbiana cuantifican el volumen de dióxido de carbono (el residuo de la respiración) que los organismos del suelo emiten en un tiempo específico y para una cantidad específica de tierra.

La mineralización de nitrógeno es la cantidad de nitrógeno que se libera de los cuerpos de los organismos del suelo (materia orgánica viva) cuando se les mata con un químico tóxico. Debido a que es más exacta y menos influenciada por las técnicas de recolección y manejo de muestras, la mineralización de nitrógeno se utiliza mayormente en investigaciones científicas (Bellows, 2020).

La función primordial de los enraizantes al cultivar café es fomentar y acelerar el crecimiento del sistema radicular de las plantas, ya sea durante la fase de vivero o en el trasplante a la zona final. Esto es esencial para que los cafetos sobrevivan y crezcan de manera robusta. En dos circunstancias fundamentales, los enraizantes son especialmente importantes:

1. **En la propagación de clones o esquejes:** Debido a sus rasgos genéticos, el café robusta es difícil de reproducir mediante semillas. Por esta razón, la multiplicación vegetativa

a través de esquejes es una técnica común para obtener plantas que presenten características deseadas, como ser resistentes a las plagas o tener una elevada productividad. Los enraizantes, ya sean naturales o químicos, son fundamentales para que estas mini-estaquillas o estacas desarrollen raíces fuertes y viables. Esto asegura que la mayoría de los clones sobrevivan y tengan éxito al enraizar.

- 2. Durante el trasplante de las plántulas al campo:** Un cafeto joven que se traslada del vivero al campo sufre un considerable estrés. En este momento, la utilización de enraizantes favorece que la planta supere el "shock del trasplante" al impulsar un crecimiento acelerado de nuevas raíces que le permitan fijarse y asimilar agua y nutrientes del suelo de forma eficaz (Rodas, 2025).

Los enraizantes en el cafeto ayudan a incrementar la tasa de sobrevivencia, ya que un sistema radicular bien desarrollado es fundamental para que la planta se establezca. Los enraizantes disminuyen las pérdidas de plantas en la propagación y el trasplante, optimizan la captación de agua y nutrientes; ya que, si hay más raíces robustas, la planta tiene la capacidad de investigar un mayor espacio del suelo para obtener el agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo. Una planta con un sistema de raíces fuerte es más resistente a trastornos del suelo y a situaciones estresantes (como las sequías), lo cual contribuye a que sea más vigorosa y productiva en el largo plazo. Al optimizar la absorción de recursos, los enraizantes contribuyen a un crecimiento más rápido y sano de la planta en sus primeras etapas, lo que puede adelantar la primera cosecha (Matamoros, et al, 2020).

Los enraizantes son una herramienta crucial en la caficultura moderna, especialmente para la propagación de clones y para asegurar el éxito del trasplante, ya que su función es asegurar el desarrollo de un sistema radicular fuerte, que es la base para una plantación de café saludable y productiva (Campos, 2020).

Existen varios tipos de enraizantes, entre ellos los químicos, que tienen fitohormonas, en particular auxinas como el Ácido Naftalenacético (ANA) o el Ácido Indolbutírico (AIB). Existen enraizantes naturales, una opción más asequible y ecológica. Con respecto al café, se han investigado y empleado enraizantes a base de agua de lentejas, obtenida de los germinados que excretan hormonas del crecimiento que estimulan las raíces; así como cristal de sábila (aloe

vera), que tiene compuestos que promueven el enraizamiento. Corteza de sauce porque posee ácido salicílico, una sustancia que fomenta el crecimiento de las raíces. La descomposición del cisco (la cascarilla del café) también es un método que se recomienda, ya que puede proporcionar un entorno propicio para el enraizamiento de los esquejes.

Las plantas forrajeras, que se cultivan con el propósito de alimentar a los animales de granja, son una herramienta crucial para la mejora del cultivo del café. No es solamente tener dos productos en la misma finca (forraje y café), sino establecer un sistema agroforestal que favorezca al cafetal de varias formas.

Las raíces, los tallos y las hojas de las forrajeras se descomponen e introducen en el suelo, lo cual lo nutre con materia orgánica. Esto hace que el suelo tenga una mejor capacidad de retención de agua y aireación, lo que genera un entorno más saludable para las raíces del café. Numerosas forrajeras son leguminosas (por ejemplo, el maní forrajero, la mucuna y el kudzú), lo cual indica que pueden fijar nitrógeno del aire en la tierra gracias a las bacterias presentes en sus raíces. Este nitrógeno se encuentra disponible para el cafeto, lo que disminuye la necesidad de fertilizantes químicos. Las forrajeras, como otras plantas de cobertura, realizan el reciclaje de nutrientes. Extraerán nutrientes de las capas más hondo del terreno y los arrojarán a la superficie por medio de sus hojas, para que el cafeto pueda acceder a ellos (Demagnet, 2024).

Como el crecimiento denso de las forrajeras crea una "alfombra" que compite con las malezas por el agua, la luz solar y los nutrientes, ayudan a controlar estas últimas y la erosión. Esto disminuye la necesidad de usar herbicidas o realizar tareas manuales de desmalezado. Las forrajeras, en particular las que crecen rastreras, evitan el impacto directo de las gotas de lluvia y la erosión provocada por el viento y el agua. Su sistema radicular contribuye a la estabilidad del suelo, previniendo así la erosión, un problema frecuente en las áreas de cultivo de café que tienen pendiente (Cedeño, et al, 2024).

Es importante trabajar en la creación de un ecosistema más equilibrado con una diversidad biológica apropiada. La variedad de insectos útiles, como los depredadores de plagas (como las avispas que luchan contra la broca del café) y los polinizadores, aumenta en el cafetal cuando hay forrajeras y otras plantas. Un ecosistema con más diversidad tiene una mayor resistencia y es menos probable que sufra brotes severos de plagas. Otra ventaja que ofrecen las forrajeras

es la posibilidad de utilizarlas para alimentar a los animales (como cabras, ovejas o ganado) que se encuentren en la misma propiedad. Esto permite generar un sistema de producción integrado que proporciona ingresos adicionales al caficultor. Incluso es posible ensilar la pulpa del café y utilizarla como forraje (Cedeño, et al, 2024).

Control de plagas

La existencia de plagas y enfermedades es uno de los factores dañinos en la producción del café, junto con el uso de variedades no mejoradas y la mala gestión agronómica. La broca (*Hypothenemus hampei* Ferrari) es uno de los insectos plaga y el más importante en el cultivo del café, que está repartido por casi todas las áreas cafeteras del planeta. Por otro lado, *Xylosandrus morigerus*, el taladrador de las ramas causa perjuicios en las ramas de la planta y disminuye la producción de cosechas, lo que perjudica los lugares donde crecen y se desarrollan los cultivos (Medina, 2021).

La broca del café (*Hypothenemus hampei*), una de las plagas más destructivas y perjudiciales para los cultivos de café en el mundo, causa gran daño económico. Este diminuto gorgojo, que proviene de África, tiene un impacto en el cultivo de diversas formas, alterando tanto la calidad como la cantidad del grano. Se considera la plaga que causa el daño económico más grande a la producción cafetera en todo el mundo; se reproduce en el interior del endospermo, lo que ocasiona que el grano se pierda y, en numerosas ocasiones, que caiga prematuramente, lo cual disminuye la calidad del producto final. Asimismo, el fruto del café es un alimento para todas las etapas de crecimiento (Hernández & Pérez, 2025).

La broca tiene un impacto negativo en las cosechas de café, ya que afecta directamente el fruto y causa reducción de peso. Esto sucede porque la hembra de la broca perfora el fruto del café, normalmente por el "ombligo" (la parte baja del grano), y deja sus huevos dentro. Adicionalmente, las larvas originan la degradación del grano al nutrirse de la almendra del café (el grano en sí mismo), lo que lleva a la destrucción total o parcial del endospermo. Esto produce una reducción de peso importante.

Sin embargo, la broca también perjudica la calidad del café porque al perder su integridad física se vuelve menos valioso y, en numerosas ocasiones, queda fuera de los estándares de calidad para exportar. El perjuicio que provoca el insecto permite la entrada de bacterias y

hongos oportunistas, capaces de desarrollarse en el grano y modificar negativamente el aroma, el sabor y otros atributos organolépticos del café. Un café que contenga una gran cantidad de granos brocados puede ser considerado de calidad baja o, en el peor de los casos, como café rechazado, lo que provoca una disminución de su valor en el mercado especializado (Blog Cafestes, 2025).

Una infestación severa, particularmente en las frutas que todavía son verdes, puede ocasionar que estas se caigan antes de tiempo. Esto quiere decir que la planta emplea energía en crear frutos que nunca alcanzarán el momento de ser cosechados. Los caficultores sufren grandes pérdidas económicas debido a la combinación de una reducción de peso, la disminución de frutos y el deterioro de la calidad, lo que conlleva una merma en el rendimiento global de la cosecha.

La broca causa pérdidas, no solamente porque disminuye la producción de café, sino también por el aumento de los costos relacionados con las tareas de control y los precios más bajos que se obtienen del café de mala calidad. Para los agricultores de pequeña y mediana escala, un ataque grave de plagas puede afectar sus ingresos y la subsistencia de su familia de manera desastrosa (Cambiagro, 2025).

La broca del café realiza un ataque de perforación que permite que los microorganismos tengan una puerta de entrada. Estos, en condiciones propicias, tienen la capacidad de multiplicarse y provocar alteraciones en la calidad de la bebida de café. La broca, por lo que respecta al daño físico, posibilita que los granos maduros atacados estén expuestos a infecciones y asedios de otras plagas. La broca ataca igualmente a los granos verdes si no hay suficientes granos maduros en el cultivo. Aunque no se multiplican en ellos, provocan la caída temprana de estos y también la desintegración de las semillas en los frutos dañados.

La broca experimenta una metamorfosis completa (holometabolía), que incluye las etapas de huevo, larva, pupa y adulto. La duración del ciclo vital de este insecto, desde el huevo hasta la etapa adulta, oscila entre 24 y 45 días dependiendo de las condiciones climáticas (ANACAFE, 2025).

Los huevos del insecto son de color blanco, brillantes, pequeños y tienen forma elíptica, con un tamaño que varía entre 0.5 mm y 0.8 mm de longitud. La incubación dura de cinco a dieciséis días, según las condiciones climáticas. La hembra, en promedio, expone dos huevos al día y

produce 75 a lo largo de su vida; el periodo activo de postura dura aproximadamente 130 días y se extiende por largos períodos sin oviposición. Una hembra de la especie produce varias generaciones consecutivas durante un cultivo de café. Deja de depositar huevos después de la oviposición y vuelve a la galería que hizo al comienzo del ciclo, dejando su parte trasera fuera del fruto. La caracterización Se queda allí hasta que sus crías evolucionan y luego abandona ese fruto para reiniciar las oviposiciones suspendidas en otra área.

Las larvas emergen de cuatro a diez días después de la distribución, con una longitud que oscila entre 0,72 y 0,84 mm. Inicialmente se alimentan de partículas pequeñas en la cámara donde nacen; unos días después, cuando las larvas están en su fase de crecimiento máximo, la semilla ha perdido casi por completo su peso. El periodo larval promedio es de aproximadamente 15 días (27 °C).

La larva se transforma en pupa dentro de la semilla eliminada y no se alimenta durante esta fase del ciclo. La tonalidad es blanca durante los primeros tres o cuatro días, la cabeza está completamente cubierta por el pronotum y las antenas y piezas bucales están sueltas; además, tiene diferentes tonos de marrón claro. La longitud varía en función del sexo. Las pupas hembras miden 1,8 mm de largo y los machos 1,3 mm. El tiempo de la pre-pupa es de dos días (a temperaturas de entre 22 y 27 °C) y el periodo pupal dura ocho días.

La broca llega a la madurez en un periodo de tiempo que varía de una semana a un mes, según el calor y la densidad del endospermo de la semilla. Las hembras tienen una vida de entre 135 y 190 días, mientras que los machos viven aproximadamente 40 días. Las hembras recientes se reproducen con los machos de menor tamaño dentro de la semilla. Algunas hembras ponen sus huevos en la planta en la que nacieron, pero tienen la opción de trasladarse a otra. Si dos hembras han colonizado la misma planta, su descendencia puede aparearse entre sí (ANACAFE, 2025).

Por lo general, la hembra atraviesa el fruto a través de la corola o del disco; sin embargo, si este tiene un 20% o más de materia seca, también puede perforarlo por un costado. La hembra empieza a poner huevos dos días después de establecerse en el fruto, y se queda con 35-50 huevos que incubarán una proporción de 13 hembras por cada macho. Los machos que no pueden volar nunca se marchan del fruto.

Uso de los clones

La utilización de clones se basa en la multiplicación asexual de las plantas de café, comenzando con una planta madre que tenga propiedades favorables. Este proceso ofrece ventajas notables para optimizar el cultivo. Las plantas clonales, a diferencia de las que provienen de semillas, son genéticamente iguales. Esto posibilita un control mucho más riguroso sobre las características del cultivo.

El uso de clones para optimizar la producción de café, en particular en el escenario del cultivo cafetalero ecuatoriano, favorece la consistencia y homogeneidad en la producción. Esto se debe a que las plantas clonadas son copias genéticas de ejemplares exitosos; por tanto, todas las plantas de una plantación presentan las mismas características que la planta madre. Esto resulta en una gran uniformidad en elementos como el porte, la arquitectura de la planta, la duración de la maduración y, lo más relevante, la productividad (Cardoza, et al, 2025).

El empleo de clones es una técnica biogenética que se aplica en el cultivo del café, junto con la selección genómica y los marcadores moleculares, que sirven para detectar a tiempo genotipos con potencial. Programas de mejoramiento genético en diversas naciones con el objetivo de producir cultivares que sean muy productivos, capaces de adaptarse a una amplia variedad de condiciones y resistentes a la roya, utilizando híbridos interespecíficos como el híbrido Timor. Este híbrido, que es el resultado de un cruce natural entre *C. canephora* y *C. arabica*, fue hallado en la isla de Timor y posteriormente se distribuyó a distintos programas globales con el fin de desarrollar cultivares resistentes.

Nueve son los genes que otorgan resistencia a la roya: SH1, SH2, SH3, SH4, SH5, SH6, SH7, SH8 y SH9. Los genes SH1, SH2, SH4 y SH5 son de *Coffea arabica*; los genes SH6, SH7, SH8 y SH9 pertenecen a *C. canephora*; por último, el gen SH3 es de *C. liberica*. Los genes de resistencia que existen en *C. arabica* ya sean utilizados individualmente o combinados, no proveen una resistencia prolongada a la enfermedad. No obstante, si se combinan estos genes con los de otras especies, como *C. liberica* y *C. canephora*, se puede conseguir una resistencia más duradera. Los cultivares comerciales incluyen los genes de resistencia de *Coffea canephora* y *Coffea arabica*, pero no tienen el gen SH3 de *C. liberica*. Por lo tanto, diversos programas de mejora genética han determinado marcadores moleculares para introducir el gen SH3.

La estrategia más apropiada para introducir nuevos genes de resistencia a la roya en las variedades actuales de café y proporcionarles una resistencia duradera es la piramidización de genes (Cardoza, et al, 2025).

El empleo de clones también tiene como beneficio la mejora en la eficiencia de la cosecha. Esto se debe a que los frutos maduran uniformemente, lo que posibilita llevar a cabo la cosecha en menos tiempo y con mayor eficacia, disminuyendo así los gastos laborales y garantizando que se recolecte el mayor porcentaje posible de producción cuando esté en su punto óptimo.

La utilización de clones para cultivar café conlleva un incremento de la producción y el rendimiento por unidad de superficie, dado que los clones se escogen por su elevada capacidad productiva. La producción por hectárea puede incrementarse a través de la siembra de plantas con rendimientos más altos, lo que contribuye a mejorar la rentabilidad del cultivo (Duicela, 2021).

Un beneficio adicional de este método de clonación es que algunos clones son más precoces, es decir, comienzan a producir frutos en menos tiempo que las plantas que provienen de semillas. Se determinó, gracias a la evidencia experimental, que para elegir clones de manera confiable es necesario valorar los caracteres morfológicos y organolépticos y mantener la estabilidad del rendimiento. El modelo PROMVAR fue tan efectivo como el ANDEVA de Kruskal y Wallis en la identificación de genotipos estables con elevado rendimiento. El modelo PROMVAR coincidió en un 50% con el de Finlay y Wilkinson ($p=0,046$) y en un 62,5% con los de Lin y Binns y de Eberhart y Russell ($p=0,417$). Los clones que fueron identificados por su estabilidad y alto rendimiento son: NP-3018-A19, LB-A10, LT-A2, COF-03 A7, LE-A1, LQ-A3 y LE-A7. Los clones que presentaron rasgos morfológicos relevantes fueron: COF-03-A2, COF-03-A7, NP-2024 y NP-2024-A10. Los clones con una capacidad elevada para generar cafés de calidad (≥ 80 puntos SCAA) fueron: Nestlé-2, COF-03-A15, NP-4024-A4, NP-3018-A19 y LE-A1. El clon LE-A1 se distingue por su estabilidad, producción y calidad sensorial (Duicela, 2021).

La elección de los mejores especímenes y la obtención de clones, al garantizar la calidad organoléptica, optimizan eficazmente el sabor del grano y la bebida. Es posible elegir clones de plantas que ya han exhibido un perfil sensorial y de taza excepcional. Esto posibilita que el productor asegure la calidad de su café, lo cual es fundamental para competir en el mercado

de cafés especiales. Escoger clones que tengan un porcentaje reducido de granos vacíos o frutos vanos garantiza una producción más elevada de café de calidad por cada planta.

El hecho de que se logre una resistencia más alta a las plagas y a las enfermedades es otra razón por la cual la clonación es importante. Una de las ventajas más importantes de la clonación es que posibilita elegir y multiplicar plantas madre que han mostrado ser resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades habituales, como la broca del café o la roya (Biobook, 2025).

Así, utilizando clones resistentes, el agricultor tiene la posibilidad de reducir la aplicación de insecticidas y fungicidas. Esto no solo representa un ahorro de costos, sino que además favorece una agricultura más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. No obstante, es necesario considerar también algunas de las consecuencias del uso de los clones, relacionadas con el incremento de costos. Esto se debe a que implantar plantaciones clonales tiene más gastos que emplear semillas, porque supone la necesidad de tecnología especializada para la propagación.

Aunque los clones son resistentes a las plagas conocidas, su homogeneidad genética puede provocar que toda una plantación sea susceptible a un nuevo patógeno o enfermedad que logre sobrepasar su resistencia. La clonación puede afectar de manera negativa la biodiversidad, dado que genera individuos iguales que podrían rivalizar con las especies presentes por recursos restringidos.

La clonación también plantea otros problemas, como la reducción de la diversidad genética, lo que puede ser un obstáculo para adaptarse a las variaciones del medio ambiente y resistir las enfermedades. Asimismo, si hay escasez de diversidad genética, las especies pueden extinguirse y volverse más vulnerables a las enfermedades genéticas (Industriapedia, 2025).

Con el fin de incrementar la sostenibilidad y la productividad de las plantaciones en la región, organizaciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Consorcio de Productores de Café (COFENAC) han investigado y elegido clones de café robusta que se adecuan a las circunstancias del Amazonas ecuatoriano. Con la liberación de otros dos clones de cacao y de café, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha avanzado más en el progreso del sector cafetalero y cacaoero ecuatoriano: INIAP-EETP-803 "Floral Pichilingue" e INIAP-EETP-804 "Sabor Esmeralda", el resultado de más de dos décadas

de investigación y mejora genética. Este empeño tiene como objetivo aumentar la calidad y el rendimiento del cacao y del café que se produce en Ecuador, particularmente en Esmeraldas, donde el rendimiento promedio ha sido bajo en años recientes (Gobierno de Ecuador, 2025).

La Estación Experimental Portoviejo del INIAP lleva a cabo investigaciones sobre el comportamiento de nuevos materiales de café arábigo y robusta, la evaluación de clones prometedores de cacao, el riego en sistemas agroforestales y la creación de un banco de germoplasma con 150 accesiones de cacao nacional para mejorar la industria cacaofera y cafetera local (Gobierno del Ecuador, 2025).

Diversos estudios muestran cómo se utilizan los clones para aprovechar las ventajas de especies de gran calidad de café. En el estudio de (Tomala & Espinoza, 2012) se obtuvo información preliminar referente a la caracterización fenotípica de 23 clones de café robusta en el primer año. Así se logra la fundamentación teórica para comprobar el comportamiento agronómico en etapas posteriores e identificar un policlon que se ajuste a las condiciones agroecológicas de Santa Elena. El trabajo de investigación que se presenta está completamente justificado por lo expuesto, porque brindará soluciones prácticas (cafetos mejorados) a corto y mediano plazo, las cuales contribuirán a reducir las importaciones de café que todavía se llevan a cabo. Del mismo modo, conseguir materiales más eficientes que posibiliten disminuir los gastos de producción y aumentar considerablemente las ganancias de los productores.

Otra observación de la investigación mencionada es que resulta muy pronto para determinar los materiales prometedores de café robusta en la provincia de Santa Elena. No obstante, existen clones que se destacan en las variables ramas por árbol, lo que posibilitará distinguir a los individuos más productivos en el futuro. En este contexto, contar con más niveles o ramas en la planta implica tener una mayor capacidad de producción disponible para los años venideros.

La caracterización agronómica y sanitaria permitió, un año después de poner en funcionamiento el banco de germoplasmas, establecer que los materiales entre clones son parecidos. Respecto a la variabilidad entre clones, probablemente se deba a que la plantación es joven el hecho de que se haya hallado y expresado una baja variabilidad mediante el coeficiente de variación. Se han encontrado clones que, debido a su comportamiento agronómico, podrían ser considerados prometedores para la provincia de Santa Elena en el futuro. El entorno de

Manglaralto en esta fase del estudio es propicio para cultivar café robusta, ya que la presencia de taladrador del tallo y de fumagina es mínima; solo ocurrió en ciertos materiales.

El costo de cultivar una hectárea de café es de 4491,57 dólares; los ítems más destacados son el sistema e instalación de riego, las plantas clonales y los fertilizantes. Se puede señalar que, con un manejo agronómico apropiado, el noventa por ciento de los clones ha evidenciado características adaptativas favorables a las condiciones climáticas de Manglaralto.

En el estudio de (Arzube, et al, 2017) se aborda el comportamiento de los clones del café en una zona de la provincia de Santa Elena, la cual goza de ventajas comparativas como la existencia de 50.000 ha. bajo la influencia del trasvase Daule-Peripa. La producción agrícola en la península de Santa Elena brinda diversas posibilidades y beneficios. El más evidente es que no está sujeta a la estacionalidad, debido a su latitud y clima, los cuales otros países no poseen. Se han encontrado pruebas en el campo de que es posible cultivar café robusta en la región norte de la provincia y en el valle del río Javita.

Según este criterio, la adaptación de clones de café robusta se transforma en el primer paso para elegir clones productivos que, a medio plazo, posibilitarán la diversificación agro-productiva y funcionarán como un método para estimular la economía rural. La figura 3 presenta los resultados de producción de café robusta al año cuatro de edad del cultivo para las veintitrés variedades estudiadas. No obstante, los clones que sobresalen como prometedores son el 1, el 4, el 5, el 6, el 14, el 16 y el 18. Dado que el clon 1 logró una producción de 61 quintales de café oro por hectárea, es muy alentador el comportamiento productivo; los otros clones mencionados tienen una producción media de 4,2 t/ha. En la región oriental de Ecuador.

La EECA eligió clones de café robusta (*Coffea canephora*) que mostraron una producción elevada, con un promedio de 6,4 t/ha-1 de café oro en la variedad Caturra, tras realizar un exhaustivo análisis de esa planta originaria de Costa Rica (Fernández, F., 2017).

La altura media de los clones prometedores en producción es de 3.10 metros. Entre los clones que se consideran prometedores, el 1 sobresale con una producción de 6,1 t/ha-1 y el 18 lo sigue con 4,7 t/ha -1 de café oro al año. Los hallazgos de la investigación indican que los clones 1, 4, 5, 6, 14, 16 y 18 podrían emplearse para crear un policlon. Siguiendo con las premisas de

los resultados, se prosigue con la investigación a nivel regional, analizando con rigor el manejo agrotécnico que requieren ensayos de esta índole.

El estudio de (Campozano, 2020) se realizó en la parroquia Manglaralto del cantón Santa Elena, con el objetivo de determinar la eficacia de sustrato en la clonación de genotipos de café robusta (*coffea canephora*) en Manglaralto – provincia de Santa Elena. El estudio estuvo compuesto por 4 tratamientos y 4 réplicas en diseño completamente al azar (DCA). Se extrajeron esquejes de plantas élite del clon CSE 5. Las variables analizadas a los ochenta días después de la siembra (dds) incluyen: enraizamiento, callosidad, número y altura de los brotes, así como sobrevivencia. Los sustratos empleados mostraron resultados positivos para clonar el café robusta. El T4 (Arena 100%) tuvo un porcentaje del 72,5 % de plantas vivas y un 27,5 % de mortalidad; este mismo tratamiento fue sobresaliente al mostrar una elevada tasa de callosidad del 90 %. Por otro lado, se demostró que el tratamiento 2 (50% de arena y 50% de tierra agrícola) fue el sustrato más eficaz para propagar y lograr un alto porcentaje de emisión radicular, con un 45%.

El tratamiento 4, que usó solamente arena como sustrato, tuvo el mejor desempeño en términos de la variable del porcentaje de sobrevivencia en la investigación sobre la eficacia de los sustratos para la propagación del café robusta. Al ser la arena un material más suelto y aireado, presenta una menor tasa de mortalidad cuando se utiliza como sustrato. Asimismo, la supervivencia está relacionada con las condiciones del medio ambiente, tomando en cuenta la temperatura, la humedad y el brillo que benefician su nivel de prendimiento. También se tiene en cuenta la cantidad de agua, nutrientes y hormonas que contribuyen al crecimiento de las raíces y demuestran un porcentaje elevado de prendimiento durante la propagación.

El estudio halló un 55% de callosidad en el tratamiento 2, que utilizó una mezcla de arena y tierra agrícola (50% cada uno). Esto concuerda con lo reportado por Vera et al. (2015), que hallaron un 8,8% de esquejes muertos y un 91,3% de callosidad al usar como sustrato una mezcla de arena y tierra agrícola. Asimismo, no haber hecho una selección de los esquejes en las zonas apicales y basales produjo una mezcla de ambos tipos, lo que redujo la formación de raíces. Cuando se propagan las varas que se toman de la parte basal, suelen tener numerosas callosidades y escasas raíces.

Se observó que el porcentaje de raíz tenía una diferencia estadística, teniendo en cuenta que el tratamiento más efectivo fue T2, que incluía arena y tierra agrícola y alcanzó un 45% de enrai-

zamiento. Estos resultados se lograron gracias al enraizante. Se comprobó que el uso del ácido naftalenacético con la dosis de auxina favorece la emisión de raíces y el crecimiento radicular.

No se hallaron diferencias significativas en la variable longitud de raíz entre los tratamientos, aunque sí una diferencia numérica. El tratamiento 4, que consiste en un 100% de arena y tiene una media de 7,57 cm, es el mejor. Por su parte, los tratamientos basados en cascarilla de arroz y tierra agrícola alcanzan medias de 3,33 cm. Los tratamientos no mostraron una diferencia estadística en las variables analizadas, que fueron la longitud de los brotes y los números, aunque sí hubo una diferencia numérica. En este sentido, el sustrato de tierra agrícola y arena tuvo los mejores resultados, con longitudes de 4.30 cm.

El empleo de sustratos inertes no alimenta el brote debido a su limitada capacidad para retener la humedad. No obstante, el mejor tratamiento del número de brotes es aquel que incluye compost y arena, ya que la materia orgánica añadida produce, en promedio, dos yemas por cada aplicación de dicha materia.

Se observó una diferencia significativa en el peso de la raíz entre los tratamientos, utilizando ácido naftalenacético. También se determinó que el tratamiento más eficaz en términos de peso de la raíz fresca fue con arena y 0,40 g. El peso de la raíz está determinado por la cantidad de ácido naftalenacético que se aplica a la ramilla; además, está relacionado con las propiedades fisicoquímicas de los sustratos, siendo uno de los factores relevantes la obtención de un drenaje adecuado.

No se encontraron diferencias estadísticas en las variables diámetro y longitud de la raíz; no obstante, entre los tratamientos se observó una diferencia estadística en el peso fresco de la raíz, evaluada al $P \leq 0.5$, siendo el sustrato de arena el que obtuvo mejores resultados.

De acuerdo con los precios, el análisis económico revela que las tarifas de las plantas en varios sustratos fluctúan entre 0,14 y 0,16 ctv./planta. Los valores de las plántulas de café oscilan entre 0,16 y 0,18 ctvs. El costo de producción más bajo se logró con Arena, alcanzando un total de 159,55 dólares; el más alto fue con una mezcla de Arena y compost, con un precio de 173,31 dólares.

Las variables agronómicas fueron evaluadas de acuerdo a los protocolos evidenciados en diferentes fuentes de investigación, determinando los mejores resultados en cuanto a las vari-

ables agronómicas, el porcentaje de planta que sobrevivieron representado por el T4 (Arena) % con 72,5; menor porcentaje de mortalidad T4 (Arena) con 27,5%; porcentaje de enraizamiento T2 (Arena y Tierra agrícola) 45%; callosidad con T4 (Arena) 90%; longitud de raíz T3 (Arena y Mantillo) con 7,57 cm; diámetro de raíz T2 (Arena y Tierra agrícola) con 2,83 cm; presencia de un brote T3 (Arena y Mantillo) y T4 (Arena) con 55%; presencia de dos brotes T1(Arena y compost) y T2 (Arena y tierra agrícola) con 60%; peso fresco de raíz T4(Arena) con 0,40gr; peso seco de raíz T2 (Arena y Tierra agrícola) y T4 (Arena) con 0,03 gr y cantidad de agua T4 (Arena) con 91,38%.

La efectividad de los sustratos para propagar café robusta mostró resultados positivos. El tratamiento 2 (50% arena; 50% tierra agrícola) demostró ser el más eficiente para propagar y lograr un alto porcentaje de emisión de raíces. No obstante, los tratamientos 3 (50% arena; 50% mantillo) y 4 (100% arena) tuvieron tasas de supervivencia más elevadas y se consideraron adecuados para la propagación vegetal en café.

El análisis económico realizado a los tratamientos mediante el costo de producción demostró que la mayor inversión entre los 4 tratamientos de sustratos fue a base T1 (Compost y Arena) siendo el costo por planta de \$0,16, el tratamiento 2 (Arena y Tierra agrícola) y tratamiento 3 (arena y mantillos), ambos presentaron costos de \$0,15 por planta y para el T4 (Arena) con \$0,14.

En el estudio de (Villón, 2021) realizado en la parroquia de Manglaralto del Cantón Santa Elena, tuvo propósito principal es analizar la propagación vegetativa de cinco clones de genotipos de *Coffea canephora* Pierre. El diseño experimental del estudio fue completamente aleatorio, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. El análisis de las medias poblacionales se realizó a través de Tuckey, con un nivel de significancia estadística del 5%. Los tratamientos que se componen de los clones prometedores CSE 1, CSE 5 y CSE 6 de café robusta. Se seleccionaron las plantas madre con las mejores condiciones de café robusto que toleran la salinidad para CSE 10 y CSE 14.

Todas las variables, como prendimiento, mortalidad, números de plantas con un brote, número de plantas con dos brotes, callosidad, longitud del brote, se fijarán a los 30 días luego de sembrar el total de plantas por cada clon. Cada tratamiento tenía 80 plantas y cada repetición, 20 plantas. Después de realizar el análisis estadístico de cada variable evaluada, se determina que la variable de prendimiento tuvo diferencias estadísticas entre los clones en estudio del café

robusta. La media general fue del 57%, con el clon CSE-1 destacando con un 70%. En cuanto a la mortalidad de los esquejes, los clones CSE-10 y CSE-14 tuvieron la tasa más elevada, alcanzando el 53.8%. Por último, en lo que respecta a callosidad, todos los clones exhibieron callos embriogénicos en sus muestras.

Se estima que la variable de prendimiento tuvo una diferencia estadística entre los clones de café robusta analizados, después de llevar a cabo el análisis estadístico en cada una de las variables evaluadas. El promedio general fue del 57%, destacando el clon CSE-1 con un 70%, cifra mayor que la reportada por Campos (2020) en su estudio sobre la eficacia de enraizantes para clonar genotipos de *Coffea canephora* Pierre, donde se registró un 61.28% con Aloe vera como enraizante. Asimismo, se considera que los resultados presentados en esta investigación son superiores a los citados por Chonillo (2017), quien informó un 18% de prendimiento.

Los clones CSE-10 y CSE-14 presentaron la tasa de mortalidad más alta en el esqueje, con un 53.8%, cifra parecida a la que Guamán et al. (2019) registran, quienes obtuvieron una media de mortalidad de entre el 40 y el 50% para esta variable. No obstante, es importante tener en cuenta que el comportamiento de los clones pudo verse alterado por las condiciones ambientales del período en que se llevó a cabo la investigación, según lo expuesto por Castrillón et al (2008), citado por Campozano (2020). Además, la mortalidad de los esquejes puede prolongarse hasta 40 días después de la siembra, una vez que comienza el crecimiento de las raíces (Chiguano & Játiva, 1998).

En la variable callosidad, todas las muestras de los clones mostraron callos embriogénicos; no se observó diferencia estadística entre los materiales genéticos analizados a los 30 días tras la siembra. Se sabe que, según Chiguano & Játiva (1998), en café robusta la aparición de callos ocurre entre ocho y treinta días después de plantar los esquejes, antes de comenzar el proceso de enraizamiento. Además, se cree que los callos embriogénicos tienen la particularidad de generar raíces adventicias.

Los clones presentan diferentes comportamientos estadísticos ($p < 0.0001$) en la altura de brote, siendo el clon CSE-1 el que más sobresale con 3.2 centímetros. Este hallazgo es comparable a lo que encontró Paladines (2008), quien investigó la reacción de tres métodos de aplicación hormonal y cuatro sustratos en café robusta y reportó una longitud de brote de 3.44 cm a los

sesenta días posteriores a la propagación clonal. En otro estudio sobre la propagación de café robusta *Coffea canephora* a partir de esquejes con fitohormonas, Chonillo (2017) informa que los valores de altura del brote alcanzan los 5 cm después de 30 días.

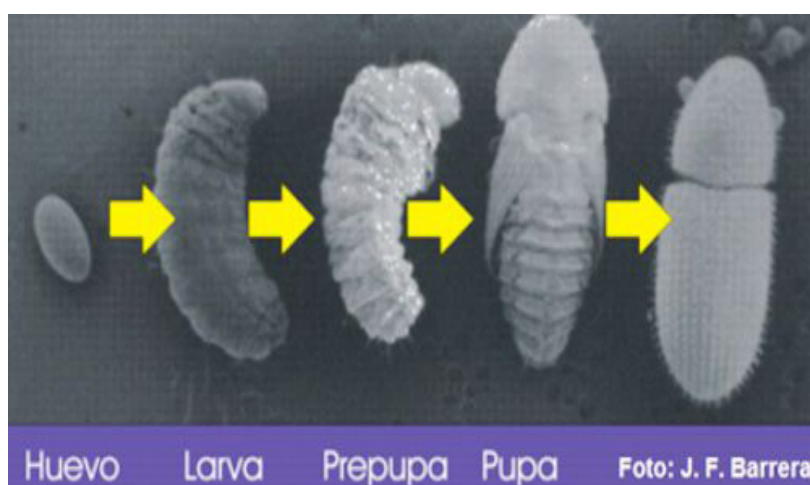
Para el conteo de esquejes con uno o dos brotes, no se encontraron diferencias estadísticas entre los clones analizados ($p < 0.05$); no obstante, la investigación establece que el clon CSE-5 presenta el 30% de esquejes con un brote más grande que los otros clones estudiados. El clon CSE-1, con un 80%, tiene la mayor proporción de plantas con dos brotes por esquejes.

Los porcentajes obtenidos en este estudio guardan relación con los mostrados por (Campozano, 2020) que logra promedio de 47.5% y 52.5% para esquejes con uno y dos brotes respectivamente, del mismo modo, se citan datos expuestos por (Campos, 2020) que reporta porcentajes de 8.75 y 91,25 para esquejes con uno y dos brotes en ese orden.

Los clones analizados no revelaron variaciones estadísticas en las variables de callosidad y plantas con brotes. Las variables prendimiento y longitud del brote presentan una diferencia estadística importante, resaltando el clon CSE-1 en cuanto a prendimiento (70%), esquejes con dos brotes (75%) y longitud de los brotes (3.2 cm). El costo de producción unitario es de un dólar por planta producida y el coste total es de 400 dólares estadounidenses.

Figura 3.

Fases de desarrollo de la broca del café



Nota* Extraído de CRoplifela (2025)

El pasador de ramas de café, también conocido como taladrador de ramilla (*Xylosandrus morigerus*), forma parte del orden Coleóptera y la familia Curculionidae. Se le considera un agente

dañino para el cultivo de café robusta *Coffea canephora*. Este insecto provoca la destrucción de las ramas al construir galerías en ellas, lo que causa necrosis en los tejidos internos y dificulta la circulación normal de savia, disminuyendo así el rendimiento del cafeto (González M. , 2010).

El macho fecundo a las hembras en la cámara o galería de crianza donde nacen, ubicada dentro de las ramas que son atacadas. Después del apareamiento, cada hembra busca una rama frágil para excavar con sus mandíbulas, creando la galería y comenzando una colonia nueva. Asimismo, la hembra transporta las esporas del hongo *Abrosiaemyces zeylanicus* en las estructuras de su cuerpo conocidas como "mycangias". Este hongo empieza a desarrollarse en las paredes de la galería poco después del ataque y constituye la fuente nutricional para las larvas y los adultos (Gil, et al, 2025).

Este insecto presenta una metamorfosis completa, que consta de las fases de huevo, larva, pupa y adulto. Su ciclo vital dura entre 20 y 40 días; por lo general, hay un macho por cada 11 a 20 hembras. La cópula tiene lugar dentro o muy cerca de la galería o el nido. El huevo es ovalado y de color blanco; tiene un tamaño medio de 0,5 mm de largo por 0,28 mm de ancho. Esta fase biológica dura ocho días. La larva: Es de color blanco, no tiene patas y la cabeza es amarillenta.

La Pupa tiene un color blanco cremoso que se vuelve marrón claro a medida que madura; parece adulta, pero no se desplaza. Cuando el insecto se convierte en adulto, es un coleóptero de color castaño brillante y forma cilíndrica. Los machos son más oscuros que las hembras, las cuales son más grandes y tienen alas muy desarrolladas. La media de las hembras es de 1,7 mm en longitud y 0,8 mm en anchura.

Figura 4.

El taladrador de ramillas



*Nota** Extraído de Agroproductores (2025)

El Minador de hojas (*Perileucoptera coffeella*), una mariposa pequeña que mide unos 3 mm de longitud es otra plaga sumamente destructiva para los cultivos de café. Esta mariposa tiene un color plateado, con un mechón en la cabeza que se asemeja a una cabellera y antenas filiformes más largas que su cuerpo.

Los machos son más pequeños que las hembras y tienen hábitos nocturnos. Vuelan cuando el día está nublado o al moverse en las ramas del café, ya que durante el día se quedan en la parte inferior de las hojas. Por lo tanto, el daño es causado por la larva al alimentarse de la hoja. Una única larva tiene la capacidad de ingerir entre 1,0 y 2,0 cm² del área foliar durante su desarrollo, lo que provoca necrosis (Aluima, 2012).

Figura 5.

Minador de hojas



*Nota** Extraído de Agroproductores (2025)

La cochinilla de raíz (*Dysmicoccus sp*) es otra plaga del café que se alimenta de la savia de las plantas, lo que provoca su debilidad y heridas que sirven para el ingreso de otros patógenos. Tiene una forma ovalada con tendencia a ser redonda y aplanada, con un cuerpo blando cubierto por una capa cerosa, blanca y protectora. Su tamaño oscila entre 1.5 mm y 5.0 mm de largo y entre 0.5 mm y 2.5 mm de ancho. De la misma manera, el ciclo de vida varía según su especie, porque pueden vivir entre 50 y 85 días y atraviesan tres etapas: huevo, ninfa y adulto (Sánchez, 2018).

Por otro lado, las cochinillas parasitan la base del tronco y las raíces (pivotantes, primarias, secundarias y terciarias), a diversas profundidades entre 10 y 60 cm. La profundidad depende

de varios factores: tipo de suelo, drenaje, aireación, textura, humedad y edad de la planta. La población de cochinillas se reduce a medida que aumenta la profundidad del suelo. Estos insectos pueden llegar a cubrir parcial o totalmente la raíz; por lo tanto, obstaculizan que la planta absorba nutrientes (Rodríguez, et al., 2018).

Figura 6.

Cochinilla de raíz



*Nota** Extraído de Idtools (2025)

Los gusanos defoliadores (*Automeris sp.*; *Eacles masoni*) son otra plaga significativa del café. Son parte de la familia *Saturniidae* y pertenecen al orden *Lepidoptera*. Se les conoce comúnmente como gusano cafetal; cuando están en estado larval, atacan las plántulas a nivel de vivero. Las larvas se nutren del follaje de la planta, ingiriendo las hojas desde el borde hasta el nervio central o bien cortando el brote de crecimiento. Estas plagas son cíclicas y aparecen en la temporada de lluvias. Las larvas tienen un color blanco o verde y pelos, lo que también se conoce como setas urticantes (Bustillo, 2020).

El productor de café también debe hacer frente a la plaga que supone la hormiga arriera, que pertenece a los géneros *Acromyrmex* y *Atta*, a la familia *Formicidae* y al orden *Hymenóptera*. Este insecto ataca una gran variedad de cultivos, árboles y malezas, causando defoliaciones graves, sobre todo en las proximidades de zonas boscosas. Las hormigas cortadoras o arrieras constituyen un serio problema para la agricultura porque su dieta se basa en las hojas que llevan a sus hormigueros, donde cultivan el hongo *Attamyces bromatificus*, que es el alimento fundamental de estas (Enriquez, et al, 2014).

Las colonias están compuestas por una reina, que mide 22 mm y es fecundada, un macho de 18 mm y obreras de entre 2 y 14 mm. La reina, la cual tiene a su cargo la reproducción, puede vivir muchos años más. El ciclo vital de un hormiguero está determinado por la longevidad de la reina; al morir esta, desaparece la colonia.

Figura 7.

Hormiga arriera



*Nota** Extraído de Doovi (2025)

El ataque de la plaga de la escama verde (*Coccus viridis*) se encuentra a lo largo de las nervaduras, en el lado inferior de las hojas, brotes, ramas, tallos y frutos tiernos. En sus etapas de ninfas y adultos, estas succionan la savia de las plantas jóvenes. Esto provoca que los tallos y las hojas se sequen; si el ataque es severo, además se retrasa el crecimiento del vegetal.

Las escamas verdes, que viven en asociación con las hormigas, son conocidas por emitir una sustancia azucarada que cubre las hojas del cafeto. Esta sustancia permite el crecimiento de un hongo llamado fumagina, el cual oscurece el follaje y complica la fotosíntesis. Algunos de sus enemigos naturales son los parasitoides de ninfas y adultos, así como el hongo *Cephalosporium lecanii* (Medina, et al, 2013).

Figura 8.

Escama verde



*Nota** Extraído de Data Zone (2025)

También es necesario luchar contra la plaga de arañita o ácaro rojo (*Oligonychus spp.*). Este tipo de plaga es un ácaro que tiene una metamorfosis incompleta, que abarca las etapas biológicas de huevo, larva, ninfa y adulto. Los huevos son amarillos, redondos y brillantes; tienen un filamento que sobresale por la parte superior y es casi imperceptible al ojo humano. Las hembras suelen colocar los huevos en el haz de las hojas y muy cerca de las nervaduras. La arañita roja tiene la posibilidad de multiplicarse asexual o sexualmente (Reyes, et al, 2011).

Los daños que esta plaga produce ocurren en el follaje cercano al suelo. La presencia de polvo en los caminos sobre el follaje protege a las colonias de arañitas del efecto de los controladores biológicos. El daño es causado por las ninfas adultas de la arañita roja cuando introducen su estilete en la epidermis del haz de las hojas, lo cual destruye las células de las que se alimentan y succiona el contenido celular de las hojas del café (Ramírez, 2015)

Figura 9.

Arañita o ácaro rojo



*Nota** Extraído de Jardinería on (2025)

Para controlar de manera efectiva la broca y el taladrador del café, es imprescindible utilizar todos los métodos de control que detallamos a continuación; no basta con uno solo. La aplicación conjunta de todos ellos no solo permitirá la regulación de la broca y el taladrador del café, sino que también mejorará el número y la calidad de los frutos recolectados anualmente.

Se aconseja la aplicación de un Manejo Integrado de Plagas (MIP) para combatir la broca, que comprende el control cultural, que consiste en la recogida meticulosa de todos los frutos que quedan en la planta tras la cosecha, sean estos maduros, sobremaduros o secos. Estos insectos plaga atacan con más fuerza los cafetales muy sombreados y poco ventilados por

dentro, así que las podas y los deshierbes, además de aumentar la productividad, generan condiciones ambientales adversas para la aparición de la broca. (Malavé, 2019). Además, la implementación oportuna y eficaz de las buenas prácticas agrícolas, como: El control de maleza, el riego, la fertilización apropiada y el manejo de sombra son factores que facilitan un crecimiento vigoroso y saludable de los cafetales.

Además, es imprescindible el control biológico usando el hongo *Beauveria bassiana* o avispas parásitas que combaten a la broca. En todas las áreas de cultivo de café se ha verificado la existencia del entomopatógeno *Beauveria bassiana*, un hongo nativo que parasita y las brocas adultas. Se han liberado en estas zonas otros enemigos naturales como las avispas introducidas de Togo (*Phymastichus coffea* y *Cephalonimia stephnderis*) y de Uganda (*Prorops nasuta*), los cuales colaboran con la disminución de la población de dichas plagas (Enriquez, et al, 2014).

El control etológico se realiza al colocar trampas con atrayentes que tienen como objetivo la captura de brocas hembras, que buscan nuevos frutos para infestar. Se trata de usar trampas comerciales o hechas a mano, cebadas con atrayentes, para capturar a las hembras de broca que colonizan. Se ha probado que esta es una práctica efectiva para reducir la población de dicha plaga.

No existe ningún control químico para las plagas del café, ya que no hay insecticidas que sean efectivos contra las plagas y, a su vez, no generen un efecto perjudicial en la inocuidad del café. Su uso puede provocar que persistan los residuos de agroquímicos en el grano, la polución del agua y de la tierra, y que las plagas se vuelvan resistentes a los agroquímicos.

Se aconseja usar trampas comerciales, que son un instrumento eficaz para la gestión integrada de grandes poblaciones de broca en los cafetales. La trampa Brocap es la más famosa y utilizada en el campo comercial gracias a su diseño adaptado a la biología de la plaga y a su mezcla muy cautivadora. Se puede modificar la noción clásica de control de plagas por una solución completamente adaptada a la producción integrada de café de alta calidad, al mismo tiempo que se incrementan las ganancias del productor.

Estas trampas tienen, arriba, el embudo con aletas rojas, color atractivo para la broca. En el centro, el difusor y el atrayente actuando por evaporación. Abajo, el recipiente de captura, transparente para un control visual.

Los materiales requeridos para la construcción de trampas son los siguientes (Enriquez, et al, 2014):

- Botellas vacías de plástico de dos o tres litros
- Frasco de vidrio o plástico de color oscuro de 100 o 200 centímetros cúbicos
- Una porción de café tostado y molido
- Alcohol metílico y etílico o aguardiente
- Agua
- Jeringuilla
- Estilete
- Alambre

Para la elaboración de las trampas incluye las siguientes etapas:

♦ **Preparación del difusor**

Es necesario hacer una pequeña abertura en las tapas de los frascos de vidrio o plástico que tengan 100 o 200 centímetros cúbicos para gasificar. Utilizando una jeringa de 12 cc, añadir a la parte interna del frasco una combinación de alcohol metílico (tres partes) y etílico (una parte). Otra opción para elaborar el difusor es poner entre 800 y 1000 gramos de café tostado y molido en un litro de aguardiente, dejarlo en maceración durante ocho días y conservarlo en un sitio fresco hasta que se agregue a los frascos difusores.

♦ **Preparación de la trampa**

Realizar un corte rectangular en la parte superior de la botella de plástico, con dimensiones de 10 x 15 cm. Colocar el difusor con su respectiva mezcla de alcoholes en la botella, invertido y adherido al cafeto mediante un alambre. Completar el espacio restante dentro de la botella plástica con agua.

♦ **Distribución de las trampas de broca y taladrador**

Ubicar de 20 a 25 trampas por hectárea en el cafetal, separadas entre sí por 20 metros y situadas en zonas con sombra, debajo de los cafetos densos. La trampa tiene que ser instalada a una distancia de 100 a 120 centímetros del suelo. Se aconseja codificar las trampas con un número.

◊ **Conteo periódico de las trampas**

Cada 15 días, durante el período de desarrollo de los frutos y hasta después de la cosecha, se deben inspeccionar las trampas para valorar las dimensiones de las poblaciones en base al código numérico de la trampa. Esto posibilita la obtención de datos acerca de la dispersión de la plaga en el cafetal.

◊ **Reposición del difusor**

Cuando se cuentan las brocas capturadas en trampas, es necesario verificar que el frasco del difusor tenga la mezcla de alcoholes. Si falta, hay que reponerlo; además, el contenido de agua de las botellas de plástico debe renovarse periódicamente.

Los resultados del estudio Incidencia de broca (*Hypothenemus Hampie*) y taladrador de ramilla (*Xylosandrus Morigerus*) en café robusta (*Coffea Canephora*) en Manglalaralto, Santa Elena (Medina, 2021), permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- ◊ La incidencia de broca supera el umbral económico, con 73.99% por lo que se debe realizar evaluaciones periódicas.
- ◊ La incidencia del taladrador de ramilla no supera el 10% de incidencia, lo que evidencia una dinámica poblacional muy baja.
- ◊ Las trampas artesanales de color rojo con el difusor que contiene alcohol etílico + alcohol metílico demostraron ser más eficiente.
- ◊ Las trampas con sus respectivos atrayentes no se diferencian en cuanto a la captura de broca y taladrador, por lo que se acepta la hipótesis planteada (Medina, 2021).

En un estudio diferente, se realizó una prueba en 0.5 hectáreas de café robusta en Manglalaralto, Santa Elena, para evaluar la incidencia de *Hypothenemus hampie* (broca) y *Xylosandrus morigerus* (taladrador de ramilla). El ensayo fue diseñado completamente al azar e incluyó cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Se emplearon trampas fabricadas con botellas de plástico, transparentes y rojas, además de dos difusores (alcohol metílico + alcohol etílico; café tostado molido + alcohol etílico) (Mejía, et al, 2023).

Se examinó la presencia de taladrador de ramilla y broca, la cantidad de insectos de cada una de estas especies que fueron capturados y se determinaron los estadios correspondientes. Se hallaron discrepancias importantes entre los tratamientos, siendo la captura más alta de

141.25 para *H. hampei* y 3.25 para *X. morigerus* en las trampas de color rojo que contenían una mezcla de etanol y metanol. El 92% de los granos brocados fueron granos secos. En lo que respecta a la afectación de granos en función de las etapas del insecto, las larvas alcanzaron el promedio más alto (40.66%) y los huevos el más bajo (20.33%).

La incidencia de broca alcanzó el 73,99%, sobrepasando el umbral económico; la del taladrador de ramilla no llegó al 10%. Esto muestra una dinámica poblacional muy baja, pero es necesario llevar a cabo evaluaciones periódicas, implementar un plan de manejo integrado y usar bio insecticidas (Mejía, et al, 2023).

Los hallazgos de la investigación acerca de la presencia del broca (*Hypothenemus Hampie*) y el taladrador de ramilla (*Xylosandrus Morigerus*) en café robusta (*Coffea Canephora*), utilizando trampas de metanol: etanol en Manglalaralto, Santa Elena (Mejía, et al, 2023), permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- La incidencia de broca supera el umbral económico, con 73.99% por lo que se deben realizar evaluaciones periódicas, establecer plan de manejo integrado y empleo de bio-insecticidas.
- La incidencia del taladrador de ramilla no supera el 10%, lo que evidencia una dinámica poblacional muy baja, aunque es preciso mantener el monitoreo y prácticas ecológicas para su control.
- Las trampas artesanales de color rojo con el difusor que contiene alcohol etílico + alcohol metílico demuestran ser eficientes para la ayuda en el monitoreo de las plagas por su radio de acción (10 metros).
- Las trampas con sus respectivos atrayentes se diferencian en cuanto a la captura de broca y taladrador, al ser más efectivas para el monitoreo de broca (Mejía, et al, 2023).

Capítulo V

Desafíos y futuro del sector cafetero

CAPÍTULO V.

DESAFÍOS Y FUTURO DEL SECTOR CAFETERO

Washington Perero Vera¹, Lenni Ramírez Flores^{1,2}, Mercedes Arzube Mayorga^{1,2},
Ángel León Mejía^{1,2,3}, Verónica Andrade Yucailla^{1,3,4} y Ricardo Luna Murillo^{2,4,5}.

Tendencias globales del mercado de café.

En el mundo, se consume café en cantidades elevadas, con más de 400 mil millones de tazas al año. Esto convierte a este producto en uno de los más valiosos del mundo, resumido en dos especies: (*Coffea arábica*) (café arábigo) y (*Coffea canephora*) (café robusta), las cuales son las más comercializadas. Sin embargo, los científicos siguen hallando especies nuevas de forma constante; aproximadamente 124 se han reconocido últimamente, como plantas que crecen en estado salvaje, sobre todo en África y Madagascar (Medina, et al, 2024).

Las cosechas de café ayudan a aumentar el Producto Interno Bruto, a reducir la pobreza y a garantizar la seguridad alimentaria. Esto se debe a las exportaciones agrícolas que provienen de más de 70 naciones tropicales, que son los mayores productores. Es una de las bebidas más consumidas a nivel global, proporcionando sustento a millones de productores de pequeña escala. Sin embargo, como es un cultivo perenne, su producción tiende a alternar entre años con alta y baja productividad, lo que impacta los medios de subsistencia de los agricultores y la cadena de suministro (Medina, et al, 2024).

Es importante destacar el valor adicional que los baristas contribuyen en las tiendas de café especializadas. Estos negocios se distinguen de las cafeterías tradicionales en que brindan una experiencia más enriquecedora y educativa acerca de este producto, donde el cliente tiene la oportunidad de deleitarse con la preparación y el disfrute de la bebida en un entorno más privado y minucioso. Los baristas son fundamentales en este proceso, no únicamente en la preparación del café, sino además como educadores que asisten a los consumidores para comprender y valorar su complejidad.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

² REDUCAFE, Registro SENESCYT REG-RED-18-0008, Manabí, Ecuador.

³ Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

⁴ Red de Investigación, Producción Sostenible e Innovación Tecnológica en Pastos y Forrajes, Registro SENESCYT REG-RED-20-0099, Santa Elena, Ecuador.

⁵ Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Cotopaxi, Ecuador.

El barismo se ha convertido en una tendencia creciente con una gran influencia cultural y económica. Los baristas están contribuyendo a modificar la visión del café, que va más allá de ser solo una bebida para despertarse, gracias a la educación y a la promoción de una cultura cafetera más profunda. Esta transformación cultural es crucial para que el café sea apreciado como producto y el barismo, como una profesión y un creador de tendencias (Medina, et al, 2024).

La historia del cultivo del café en los países que lo producen es extensa y compleja, y su relevancia global ha superado barreras, culturas e ideologías. En la actualidad más de ochenta países lo cultivan (Canet, B. et al., 2016), dependiendo de esta actividad más de 25 millones de pequeños productores. El trayecto de la aromática bebida, desde los campos cafetaleros hasta la taza del consumidor final, incluye infinidad de relatos de vida, batallas y resistencias a lo largo del tiempo. Este proceso encierra la ambivalencia de su producción, lo que hace que el café se convierta en uno de los cultivos agrícolas con más enfoque desde el punto de vista económico, social, cultural, ecológico y político. Este segmento resaltaré la relevancia de la producción de café en todo el mundo, mostrando estadísticas que evidencian una disminución en la producción de café en las diez naciones líderes productoras, poniendo un foco especial en la producción nacional (Godinez, 2023).

Debido a la sensibilidad del cultivo a las condiciones climáticas, nuevas amenazas se ciernen sobre él. Estudios realizados proyectan que el aumento de temperatura a nivel mundial va a traer consigo una reducción importante de la superficie apta para el cultivo del aromático, incluso de hasta un 50% del total para 2050 (Bunn, C. et al., 2015). Este hecho es entendible debido a que la siembra del café depende de las condiciones climáticas en varias fases del crecimiento de esta planta, y estas fases son las que definen el rendimiento y la productividad.

Aspectos como la lluvia, la temperatura, la humedad y la luz tienen el potencial de definir todo el ciclo productivo del cafeto. Por lo tanto, el cambio climático tiene un impacto directo en la evolución de la caficultura y, por ende, en el progreso y las condiciones de vida de aquellos que dependen directa o indirectamente de esta actividad para obtener los ingresos económicos que se derivan de ella (Bunn, C. et al., 2015).

Para producir el café, son necesarias ciertas condiciones atmosféricas y patrones de lluvia específicos. Según estudios recientes acerca de la vulnerabilidad del cultivo de café al cambio climático, se ha calculado que a mediados del siglo XXI existe el peligro de que la producción media de café arábica (*Coffea arábica* L.) disminuya debido, sobre todo, a la reducción en las precipitaciones (Rivera, S. et al., 2013).

Por otra parte, hay cada vez más pruebas de que los cambios en los extremos de sequía, lluvia intensa y aumento progresivo de la temperatura, tanto diurna como nocturna, están teniendo un impacto significativo en el cultivo del aromático. Esto se manifiesta a través de una mayor presencia de plagas y enfermedades, cafetales estresados y vulnerables, así como la degradación del suelo que causa mala nutrición en los cafetos. Todos estos elementos reducen drásticamente la productividad y enfrentan a las familias caficultoras a una dura lucha y un proceso de transformación complicado. Este proceso es alarmante si se considera que el cambio climático podría provocar una disminución significativa en la producción del café en algunas áreas consideradas críticas (Canet, B. et al., 2016).

En Ecuador, la producción agrícola ha sufrido transformaciones importantes en los años recientes, gracias a elementos como las condiciones del clima, la innovación tecnológica, las políticas del gobierno y las exigencias del mercado global. En este contexto, el café y el banano se han destacado como bienes emblemáticos que han ayudado considerablemente a la producción de divisas y al progreso rural (Jadán, et al, 2024).

Desde el año 2012 hasta hoy, los cultivos de café han afrontado desafíos y tendencias específicas. Es necesario que el café eleve su calidad y rendimiento con el fin de continuar siendo competitivo en los mercados internacionales, a pesar de la relevancia histórica de este producto. La economía de Ecuador se distingue por ser exportadora de materias primas en el mercado mundial, así como importadora de servicios y bienes con un alto valor añadido (Taco, L.; Pizarro, K. , 2023).

Según las proyecciones, el futuro de la producción cafetera en Ecuador será dinámico y tendrá como factores esenciales la sostenibilidad, la tecnología y la comercialización. Además, la dirección que tome esta producción estará influenciada por cómo el sector agrícola reaccione ante los retos ambientales, las políticas gubernamentales y las demandas de los clientes.

Mantener un equilibrio en la balanza comercial es importante, puesto que esto podría resultar en un aumento del ingreso nacional. Cuando las exportaciones superan a las importaciones, se dice que hay un superávit comercial; este es muy beneficioso porque estimula a los productores a aumentar su producción y, por ende, sus exportaciones, aunque si el resultado de la balanza comercial es negativo, se conoce como déficit comercial del país, ya que las importaciones son más significativas que las exportaciones o las importaciones nacionales (Jadán, et al, 2024)

La producción de café se redujo significativamente en el año 2016. La falta de acceso a financiamiento, infraestructuras para acceder a los cultivos de café, instalaciones para el riego y condiciones climáticas desfavorables son algunos de los factores que contribuyeron a esta notable reducción (Pozo M. , 2014).

Tabla 14.

Producción nacional de café 2012-2024

AÑO	TONELADAS
2012	7340
2013	7759
2014	4212
2015	5295
2016	3905
2017	7563
2018	5042
2019	8139
2020	5278
2021	4919
2022	7966
2023	6227
2024	6243
2025	6259

*Nota** Adaptado de INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo) Elaborado: Por los autores

En el año 2022, por otra parte, se percibe con claridad un aumento en la producción cafetera. Se puede atribuir este aumento a los amplios esfuerzos que han hecho los productores de café ecuatorianos para resaltar la calidad del café en todo el mundo. Los concursos se perfilan como una estrategia esencial empleada por la industria para captar la atención del mercado global y restablecer el estatus de Ecuador como un productor significativo de café. Esta fluctuación en la producción de café demuestra lo complicada que es esta industria y explica la importancia de las estrategias proactivas para enfrentar desafíos y promover el crecimiento sostenible del sector.

Se observan oscilaciones muy notables que evidencian la inestabilidad en la producción cafetalera ecuatoriana. La industria cafetera se enfrenta a una fuerte competencia mundial, en la que los precios son muy inestables y están fijados por la bolsa de valores. Asimismo, la oferta del producto está fuertemente determinada por factores naturales que son difíciles de manejar. Sin embargo, es digno de mención que, pese a esta inestabilidad, la fluctuación media en el periodo analizado es del 6,83%, lo cual indica una tendencia levemente al alza en el periodo proyectado. Estos altibajos, a pesar de ser inherentes a la industria, necesitan un análisis detallado para entender y tratar sus efectos en la producción y la estabilidad económica del sector cafetero en Ecuador (Chango, M.; García, J. , 2025).

En el café, las fluctuaciones del 50% demuestran problemas estructurales como la dificultad para acceder a financiación y a la tecnificación, en particular para los productores más pequeños. Esto está relacionado con un precio internacional inestable y una infraestructura de riego y vial insuficiente en áreas de cultivo. La calidad y la trazabilidad son factores que requieren atención prioritaria, ya que están deficientes. Es crucial que los productores se organicen en cooperativas fuertes, desarrollen capacidades de gestión y comerciales, inviertan en la actualización de cafetales con variedades productivas y obtengan certificaciones de denominación de origen, a pesar de que se espera una recuperación para 2025. En el futuro, se competirá más en términos de calidad que de cantidad.

Las transformaciones drásticas, que evidencian fluctuaciones superiores al 50% de un año a otro, son el resultado de la falta de infraestructura en términos de acceso a financiamiento y tecnificación, particularmente para los pequeños productores en regiones de difícil acceso. Esto

está relacionado con la baja habilidad de gestión, una infraestructura vial y de riego deficiente, los efectos del cambio climático y precios internacionales irregulares. Se requieren medidas completas en lo que respecta a capacitación, renovación de cafetales, certificaciones de calidad y denominaciones de origen, pese a que se prevé una recuperación. Además, es necesario que exista una coordinación eficaz entre las cooperativas, los productores, la agroindustria y el sector de exportación.

La producción de café está decreciendo debido al cambio climático, y sus efectos perniciosos serán pronto evidentes. La relevancia de la migración cafetalera, en la exploración de otras latitudes y altitudes que faciliten su desarrollo apropiado, es resaltada. Si no se hace frente a la problemática que supone el cambio climático para la producción del aromático, será imposible evitar que se abandone la actividad, lo cual ocasionará enormes daños que todavía no están previstos en las proyecciones para 2050 (Godinez, 2023).

Certificaciones de calidad y comercio justo.

En las décadas de 1970 y 1980, el comercio justo experimentó un significativo crecimiento para las comunidades y organizaciones productivas, lo que benefició a ciertos continentes, incluidos los siguientes: América Latina, Asia y África, que implementaron un sistema de certificación a través del comercio justo. (Espinoza, et al, 2023).

Por otra parte, los productos artesanales fueron el primer sector comercial que trató esta certificación en la Coordinación Estatal de Comercio, pues su objetivo era fomentar la mano de obra y combatir la escasez de recursos. Hoy en día, la globalización ha ganado terreno tanto en el ámbito productivo como en las regulaciones estatales. Esto significa que los medios de exportación requieren un certificado que respalde su comercio y salvaguarde aspectos sociales, ambientales y otros (Abadi, et al, 2025).

Asimismo, se espera que estos certificados otorguen seguridad a los clientes en relación con la compra que realizan. En el Ecuador existe un acuerdo multipartito con la Unión Europea, que establece lo siguiente: acuerdos comerciales, convenios entre países, el posicionamiento de productos y el nivel económico, entre otros elementos. Este Acuerdo Multipartes tiene como objetivos principales el incremento de los intercambios comerciales y la disminución

de los aranceles; no obstante, se requiere la autorización de los estados para poder lograrlos (Villagómez, 2025).

En otras palabras, si la aspiración es crecer en el mercado y convertirse en un exportador potencial, será necesario poner en marcha acciones a medio y largo plazo. Estas acciones incluirán la implementación de acuerdos comerciales con Norteamérica, China y el bloque de integración Alianza del Pacífico. También se necesitará mejorar las condiciones del país e implementar prácticas comerciales adecuadas, entre otras cosas.

En el año 2020, Ecuador logra firmar un acuerdo con Estados Unidos, el cual tuvo como objetivo el aumento de exportaciones, el mejoramiento de la asociación económica, el empleo correcto de inversiones, as buenas prácticas regulatorias, procedimientos aduaneros eficientes y la cooperación en el ámbito del comercio. Además, durante este acuerdo se promovió las medidas de anticorrupción, se fomentó la promoción de empleo, el crecimiento de pequeñas y medianas empresas, entre otras, que nos permitieron alcanzar un estándar de comercio justo (Gobierno de Ecuador, 2025).

Asimismo, la certificación Fair Trade fija una serie de lineamientos a seguir, lo que permite que los productos sean adquiridos con oportunidad. La intención de este sistema no es ser una herramienta nueva en la sociedad, sino expandirse a un nivel equitativo y colaborar con quienes más lo requieran.

La Organización Mundial de Comercio Justo fue creada en 1980, cuando el comercio se expandió a la industria alimentaria y otras como el cacao, la miel, el azúcar, los frutos secos, el té y las artesanías. En 1994, establecieron los cimientos para la organización oficial de World Shop News Network en Europa y tres años después se fundó Fair Trade Labelling Organizations International. En relación con el comercio justo internacional, este se expresa como un intercambio comercial que se fundamenta en la transparencia, el diálogo y la reciprocidad; respalda el desarrollo sostenible y protege los derechos de los productores (ESIC, 2025)

El café es uno de los bienes más comercializados en el mundo entero, cotizado en las principales bolsas de valores a nivel global, como la de Nueva York y la de Londres. Para el país ecuatoriano, este producto supone uno de los productos más importantes de la balanza comercial no vinculada al petróleo. Asimismo, se destaca que nuestra nación produce una variedad de

café. El Fair Trade busca promover transformaciones a nivel económico, comercial y social, en otras palabras, fomentar un entorno de comercio libre donde tanto la empresa como el consumidor puedan beneficiarse. Esta certificación ha permitido que las diversas mercancías de exportación en Ecuador progresen, brindando a las compañías la oportunidad de producir, expandirse y establecerse al abrir su negocio. Sin embargo, durante este proceso, el Fair Trade tiene como objetivo respetar a los colaboradores (ICO, 2025).

Perspectivas futuras y el potencial del café de especialidad.

Erna Knutsen de Knutsen Coffee LTD. introdujo el concepto "café de especialidad" en 1978, durante su intervención en la Conferencia Internacional del Café celebrada en Montreal, Francia. El vocablo hace referencia a microclimas geográficos concretos que generan granos de café con un sabor particular, al que le da el nombre de "café de especialidad". El fundamento de la idea de nombrar este café es que los granos de café de especialidad siempre están correctamente elaborados y recién tostados. (Bautista, et al, 2022)

No obstante, existen diversas formas de caracterizar el café como una especialidad. Además, es una bebida hecha con café de calidad que se distingue del café común por su sabor único y su aspecto distintivo y excepcional. Los granos de café que se usan para su elaboración son cultivados en una zona concreta y satisfacen los estándares más elevados en cuanto a procesamiento, incluyendo el café verde, el tostado, el almacenamiento y la producción (Despiste café, 2025).

Ecuador tiene una base robusta en el cultivo de café arábigo, resaltando su capacidad en el mercado internacional. No obstante, el estudio destacó también la importancia de tratar tanto los puntos fuertes como los débiles para optimizar la presencia del café ecuatoriano en Europa. Ecuador tuvo la oportunidad de aprovechar una ventaja competitiva que se derivaba del mercado europeo, el cual iba en aumento en su demanda por productos de alta calidad y sostenibles, si se hubiera concentrado en alinear el producto con los gustos del consumidor y en mejorar el producto de manera constante.

Para mejorar la competitividad del café arábigo ecuatoriano, se recomienda poner en marcha estrategias que incluyan optimizar los procesos de exportación, desarrollar una marca y promover prácticas agrícolas sostenibles. Además, es fundamental invertir en la formación

de expertos y en certificaciones de calidad, ya que estas pueden aumentar el valor del café ecuatoriano y asegurar una posición destacada en el competitivo mercado europeo. No solo se habría fortalecido la presencia de Ecuador en Europa con estas medidas, sino que también se habría logrado una mejor distribución del café arábigo ecuatoriano a nivel global (Cedeño E. , 2024).

Para mejorar la competitividad del café arábigo ecuatoriano en el mercado europeo, es esencial que se priorice la calidad y la eficiencia a pesar del precio. Esto implica optimizar la cadena de suministro mediante la implementación de tecnologías avanzadas y el perfeccionamiento de la gestión, con el fin de lograr una producción más eficiente y rentable. La implementación de métodos para la cosecha y el procesamiento de buena calidad, así como las inversiones en infraestructura y sistemas de trazabilidad, permitirán comercializar un café único y apreciado que llamará la atención de los clientes dispuestos a pagar precios premium.

Además, es relevante subrayar las características del café ecuatoriano y su dedicación a la sostenibilidad. Esto, junto con la inversión en marketing digital y la participación en eventos de carácter internacional, favorecerá su distinción. Una perspectiva integral que incluya colaboraciones fundamentales y apoyo institucional también impulsará una distribución eficaz y fortalecerá la presencia del café ecuatoriano en Europa (Cedeño E. , 2024).

Innovaciones tecnológicas en el café. Rol de la IA

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la industria agropecuaria, ya que permite mejorar el uso de agua y fertilizantes, detectar enfermedades y plagas y predecir el clima. Estas aplicaciones no solo optimizan la eficacia y sostenibilidad de los sistemas agrícolas, sino que también hacen que sean más productivos y resistentes ante el cambio climático. La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la producción de café, ya que se ha vuelto una práctica precisa y permite a los caficultores tomar decisiones fundamentadas en datos en lugar de basarse en su intuición. La inteligencia artificial es valiosa y desempeña diversas funciones en las distintas fases del cultivo del café, empleando tecnologías como el análisis predictivo, los drones y la visión por computadora (Hernández, et al, 2024).

La inteligencia artificial es capaz de detectar pronto plagas y enfermedades, lo cual es muy relevante porque las plagas como la broca o las enfermedades como la roya tienen el poten-

cial de aniquilar cosechas enteras. Las aplicaciones de inteligencia artificial en la producción cafetera se enfocan principalmente en tres aspectos: el reconocimiento temprano de padecimientos como la roya del café, que se consigue mediante redes neuronales convolucionales y visión por computadora; la mejora de sistemas inteligentes de irrigación que integran sensores y algoritmos para reducir el consumo de agua hasta un 20%; y la utilización de maquinaria agrícola con el objetivo de disminuir la dependencia laboral y elevar la efectividad operativa. Las tecnologías, además, fomentan prácticas más sostenibles y mejoran la trazabilidad de la cadena de suministro del café.

La inteligencia artificial contribuye a mejorar la eficiencia y precisión de la detección, además de incrementar el nivel de sostenibilidad al manejar las plagas y enfermedades en los cultivos de café. La detección temprana y localizada hace posible que los agricultores utilicen pesticidas de manera más precisa, únicamente en las áreas afectadas. Esto reduce el impacto ambiental y los costos de producción.

Además, los datos obtenidos a través de estas tecnologías pueden ser incorporados en sistemas de información agraria para monitorear permanentemente la salud del cultivo y anticiparse a eventuales brotes, lo cual colabora con los productores agrícolas para que apliquen acciones preventivas (Hernández, et al, 2024).

La visión por computadora es otra de las capacidades que tiene la inteligencia artificial. A través de aplicaciones para dispositivos móviles, los agricultores tienen la posibilidad de sacar fotos a una hoja. La IA examina patrones de color y textura que el ojo humano no puede ver para detectar enfermedades en fases iniciales, antes de que se extiendan.

La capacidad de monitorear los cultivos utilizando drones con cámaras espectrales que sobrevuelan las plantaciones de café para elaborar mapas térmicos es igualmente muy importante. Estos mapas muestran qué zonas concretas están bajo ataque o estrés, lo que posibilita que se apliquen fungicidas únicamente donde es requerido, reduciendo así el costo y el impacto ambiental.

La producción cafetera está siendo revolucionada por la robótica agrícola impulsada por inteligencia artificial, que ha implementado sistemas automatizados capaces de realizar tareas complejas con eficiencia. Los robots dotados de inteligencia artificial tienen la capacidad de

llevar a cabo labores fundamentales, como recoger, clasificar y podar granos de café. Esto no solo optimiza la eficacia del procedimiento, sino que además reduce la dependencia de los trabajadores humanos. Esta tecnología es especialmente beneficiosa en regiones donde la mano de obra agrícola escasea o es costosa, porque permite a los agricultores manejar sus cultivos de una manera más eficaz. Además, la automatización de estas tareas asegura una mayor uniformidad en las labores agrícolas, lo que contribuye a mantener la calidad y la homogeneidad de la producción del café durante un largo tiempo.

Gracias a la digitalización, el cultivo del café ha accedido a la era de la fertilización y el riego inteligentes (Agricultura de Precisión), lo cual es un servicio muy valioso considerando los efectos negativos que ha tenido el cambio climático en la actividad cafetalera.

Además, la digitalización permite implementar sistemas de riego inteligente en el suelo utilizando sensores de Internet de las Cosas (IoT) que monitorean la humedad en tiempo real. Los algoritmos de IA combinan esta información con las predicciones meteorológicas para automatizar el riego: riegan únicamente si la planta lo requiere y si no va a llover en breve. Respecto a la nutrición de los suelos, la IA tiene la capacidad de determinar la combinación precisa de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) que cada terreno necesita al examinar muestras del suelo y datos históricos sobre el rendimiento. De este modo, se evita el derroche de fertilizantes.

Por otro lado, la inteligencia artificial tiene la capacidad de hacer predicciones sobre las cosechas y su rendimiento. Las herramientas de predicción posibilitan que los caficultores organicen con mayor precisión sus ventas y logística. Esto se consigue a través del análisis de datos históricos. Por lo tanto, la IA analiza años de información sobre el clima, la floración y la producción previa para determinar con gran exactitud cuántos sacos de café generará la finca en el próximo período.

De igual manera, las tecnologías digitales tienen la capacidad de realizar cálculos de maduración. Para calcular el momento preciso de la maduración ideal y ayudar a organizar la mano de obra requerida para la recolección, los algoritmos analizan imágenes tomadas por drones o satélites. La inteligencia artificial proporciona servicios invaluable en lo que respecta a la clasificación y el control de calidad (post-cosecha). La inteligencia artificial garantiza que solo los granos de café de mejor calidad lleguen a la taza después de haber sido recolectados.

Las máquinas que cuentan con cámaras y sopladores de aire tienen la capacidad de utilizar IA para detectar y eliminar granos defectuosos (que sean agrios, negros o picados por insectos) a velocidades que ningún ser humano podría alcanzar. La inteligencia artificial también tiene la capacidad de realizar una cata digital. Esto es posible porque los sensores electrónicos, conocidos como "narices electrónicas", son entrenados con IA y tienen la habilidad de examinar los compuestos químicos de los granos para prever el perfil de sabor y el puntaje de calidad antes de que un catador humano lo pruebe.

Sin embargo, es crucial afrontar y vencer distintos desafíos que continúan limitando su implementación para aprovechar al máximo el potencial de la inteligencia artificial en el sector del café. La disponibilidad y el costo de la tecnología son dos obstáculos principales. Los pequeños productores de café a menudo necesitan invertir una cantidad importante en hardware y software especializados para adoptar soluciones de inteligencia artificial, algo que podría serles inalcanzable (Yu, et al, 2022).

El empleo de tecnologías caras y difíciles de acceder para los pequeños productores evidencia la urgencia de crear tecnologías que sean más asequibles y escalables, que se ajusten a las circunstancias de los productores con recursos escasos (García, et al, 2021). Además, emplear plataformas compartidas o subsidios gubernamentales son posibilidades que facilitarían el acceso a estas tecnologías y fomentarían su aplicación en áreas rurales. Otra característica fundamental es la dependencia de la inteligencia artificial en datos precisos y de calidad elevada. Para un funcionamiento y entrenamiento óptimos, los sistemas de inteligencia artificial requieren grandes volúmenes de datos; sin embargo, en diversas zonas cafetaleras, la infraestructura de datos no es adecuada o no es suficiente. Esta restricción puede restringir la capacidad de los sistemas de inteligencia artificial para ofrecer resultados confiables y útiles (Arango-Palacio, 2021).

Por lo tanto, es fundamental que las instituciones y los gobiernos inviertan en infraestructuras de datos sólidas (como redes de sensores y sistemas de seguimiento constante), para posibilitar una recolección y un análisis de datos más eficaces en el terreno. Además, la capacitación y el conocimiento técnico necesarios para utilizar de forma eficaz las tecnologías de IA representan un reto importante. La adopción y la utilización de estas tecnologías podrían verse dificultadas

debido a que los agricultores carecen, en su mayoría, de las competencias técnicas requeridas para manejar herramientas de inteligencia artificial (Dara, et al, 2022).

Es necesario contar con programas de capacitación específicos y soporte técnico continuo para formar a los agricultores en el uso de estas herramientas, de manera que se les brinde la información y las habilidades que necesitan para aprovechar al máximo las innovaciones en inteligencia artificial. La capacitación debe centrarse en la gestión operativa de la tecnología y en el análisis de los datos producidos, lo que posibilita que los productores agrícolas tomen decisiones fundamentadas en las evaluaciones de inteligencia artificial (Liu, et al, 2019).

Tabla 15.

Uso de tecnologías en el cultivo del café

Tecnología	Uso Principal en Café	Beneficio
Drones y Satélites	Mapeo de cultivos y estrés hídrico	Visión general de la finca y detección rápida de problemas.
Sensores IoT	Monitoreo de suelo y microclima	Datos en tiempo real para decisiones precisas.
Machine Learning	Modelos predictivos de cosecha	Mejor planificación financiera y logística.
Apps Móviles	Diagnóstico en campo	Asistencia técnica accesible para pequeños productores.

*Nota** Adaptado de Hernández, et al. (2024)

El rol del gobierno y las asociaciones de productores.

Se considera que el Estado tiene la obligación de aplicar políticas activas, más allá de los subsidios, que faciliten el financiamiento, ofrezcan asistencia técnica constante y fomenten alianzas estratégicas entre el sector público y privado para impulsar la investigación científica e incorporar innovaciones. La tecnificación de los procesos productivos y de postcosecha son elementos clave. De igual manera, la transición hacia métodos sostenibles de producción y la adaptación al cambio climático son retos urgentes. (García, et al, 2025).

Las proyecciones, aunque se basan en datos históricos y ofrecen escenarios esperados, están expuestas a incertidumbres como los marcos regulatorios, las dinámicas del cambio climáti-

co, los progresos tecnológicos y el desarrollo de los mercados mundiales. Por lo tanto, será necesario un monitoreo prospectivo para ajustar los modelos y asegurar la constante validez de los supuestos en que se basan las estimaciones.

Para su sostenibilidad, además de la asesoría técnica, el respaldo que se necesita para hacer crecer la caficultura debe incluir la puesta en marcha de programas para renovar los cafetales, que incorporen un manejo agroecológico integral. Asimismo, deben incluirse sistemas de cultivo con sombra regulada.

Para fomentar políticas que promuevan el desarrollo de la caficultura, serán precisas las medidas del gobierno, debido a la relevancia social, cultural y económica que tiene en las naciones productoras de este aromático. Esto se logrará mediante un diálogo constante con quienes participan en esta actividad, volviendo a los conocimientos ancestrales y recuperando la agricultura desde su raíz originaria. Se requiere también adoptar prácticas agroecológicas y transitar hacia una producción orgánica o a mercados especializados, donde se potencien más las calidades que las cantidades (Investur América, 2025).

En esta línea de razonamiento, los nichos de mercado son un alivio para los productores del aromático frente a una situación desalentadora que evidencia el daño causado por la roya en las plantaciones de café, la baja productividad y los altos costos de producción. Estos factores han provocado una disminución progresiva de la caficultura; sin embargo, los nichos de mercado han representado un refugio para mantener dicha actividad (Godínez, 2023).

Por otro lado, la producción orgánica, el comercio justo, la agricultura amigable con las aves y las denominaciones de origen son algunos de los movimientos alternativos que han ofrecido una plataforma salvadora para miles de productores de café organizados. Su objetivo es diversificar su producto para obtener precios más altos.

Los fabricantes de café tienen varias razones para optar por una estrategia de producción o cambiar de actividad, dependiendo de la satisfacción de sus necesidades. No obstante, muchos caficultores están empezando a examinar la diversificación de su producto, siguiendo las tácticas que les ofrezcan más oportunidades. Aunque los nichos de mercado existentes para la producción de café requieren una serie de trabajos para obtener las certificaciones requeridas,

los casos exitosos se han convertido en un ejemplo inspirador para varios productores que inician ese camino (Gobierno de Ecuador, 2025).

Para superar los desafíos que enfrentan los agricultores de café arábigo en Ecuador, es esencial desarrollar tácticas que potencien la producción y la venta. Los ingresos se han reducido de manera importante por la oscilación de los precios globales, lo que limita la posibilidad de invertir en prácticas sostenibles y mejoras.

A pesar de que se ha hecho un esfuerzo para promover el café ecuatoriano, continúan los obstáculos relacionados con la infraestructura, el acceso a financiación y la estabilidad de los precios. Es crucial mejorar la logística y la distribución, avanzar en la tecnología agrícola y hacer más sólidas las políticas públicas. De igual modo, resaltar la calidad del café ecuatoriano y crear una marca sólida facilitará atraer a segmentos de mercado que aprecian productos de gama alta. Esto es crucial para competir en mercados internacionales exigentes (Panorama Ecuador, 2025).

BIBLIOGRAFÍA

- Abadi, et al. (24 de Noviembre de 2025). *Análisis de la cadena de valor del cacao en Ecuador. European*. European Commission: <https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/VCA4D%20Ecuador%20cocoa%20November%202021-3.pdf>
- ACEDE. (20 de Agosto de 2025). *Somos ACEDE*. <https://acede.com.ec/>
- Acosta, D. (2017). *Adaptación de dos variedades de café robusta (Coffea canephora) con fuentes diferentes de fertilizantes en el primer año del cultivo.* . Universidad Central del Ecuador Disponible en <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/e5102429-7de3-48a3-9392-38c66be59e4b>.
- Agroproductores. (25 de Noviembre de 2025). *Leucoptera* . <https://agroproductores.com/leucoptera-coffeella/>
- Agroproductores. (25 de Noviembre de 2025). *Xylosandrus Morigerus*. <https://agroproductores.com/xylosandrus-morigerus-blandford/>
- Aluima, M. (2012). *Alternativas agroecológicas para el manejo del café* . Universidad de Cuenca Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/6267c7f2-1408-4221-8e0a-fea9e2839157/full>.
- ANACAFE. (25 de Noviembre de 2025). *Conociendo la broca del fruto del café* . <https://www.anacafe.org/uploads/file/6eefd6ab4523462c98fd2571739435ec/Boletin-Conociendo-Broca-Diciembre-2024.pdf>
- ANECAFE. (20 de Agosto de 2025). *Asociación Nacional Ecuatoriana del café. Quiénes somos*. <https://anecafe-ecuador.com/#quienes-somos>
- ANECAFE. (14 de Noviembre de 2025). *Recuperación de Producción de café*. <https://anecafe-ecuador.com/>
- ANECAFE. (23 de Noviembre de 2025). *Taza Dorada*. <https://anecafe-ecuador.com/2024-2/>
- Angel, D. (2013). *COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO EN EL SEGUNDO AÑO DE CAFÉ ROBUSTA (Coffea canephora P.), EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA*. Uni-

versidad Estatal Península de Santa Elena Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/items/b8970032-af33-4ad7-9787-37e521f88c98>.

Arango-Palacio, J. (2021). Oportunidades para la transformación digital de la cadena de suministro del sector bananero basado en software con inteligencia artificial. *Revista Politécnica*, 17(33), 47. <https://doi.org/https://doi.org/10.33571/rpolitec.v17n33a4>

Arcila, P. J. (2007). *Crecimiento y desarrollo de la planta de café* (1 ed.). Colombia: Cinecafé. [https://doi.org/Disponible en https://cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf](https://doi.org/Disponible%20en%20https://cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo2.pdf)

Arzube, et al. (2017). Comportamiento productivo de clones de café robusta (*Coffea Canephora* p) en Manglaralto, Ecuador. . *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(1), 34-38.

Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes- FAO. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes- FAO Disponible en <https://www.fao.org/connect-private-sector/search/detail/es/c/1459366/>.

Astorga, et al. (2018). *Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana,- Fragilidad de los suelos en la Amazonía ecuatoriana y potenciales alternativas agroforestales para el manejo sostenible*. INIAP/Catie Disponible en https://www.researchgate.net/publication/328638380_Agroforesteria_Sostenible_en_la_Amazonia_Ecuatoriana_N_2Ag_-_Fragilidad_de_los_suelos_en_la_Amazonia_ecuatoriana_y_potenciales_alternativas_agroforestales_para_el_manejo_sostenib. [https://doi.org/Disponible en https://www.researchgate.net/publication/328638380_Agroforesteria_Sostenible_en_la_Amazonia_Ecuatoriana_N_2Ag_-_Fragilidad_de_los_suelos_en_la_Amazonia_ecuatoriana_y_potenciales_alternativas_agroforestales_para_el_manejo_sostenible](https://doi.org/Disponible%20en%20https://www.researchgate.net/publication/328638380_Agroforesteria_Sostenible_en_la_Amazonia_Ecuatoriana_N_2Ag_-_Fragilidad_de_los_suelos_en_la_Amazonia_ecuatoriana_y_potenciales_alternativas_agroforestales_para_el_manejo_sostenible)

Aucancela, D. (2017). *Propagación vegetativa de Café robusta (Coffea canephora) utilizando dos hormonas enraizantes en diferentes concentraciones en el canton Bucay*. UTA Disponible en <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>. .

Ayuda en Acción. (20 de Agosto de 2025). *Informes y estudios: de la investigación a la acción*. <https://ayudaenaccion.org/informes-estudios/>

- Banco Central del Ecuador. (14 de Noviembre de 2025). *Balanza Comercial por Productos*. <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/SectorExterno/BalanzaPagos/balanzaComercial/ebc202506.html>
- Banco Mundial. (14 de Noviembre de 2025). *Datos sector agropecuario Ecuador*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/nv.agr.totl.zs>
- Basantes, et al. (2024). Caracterización de fincas productoras de café (*Coffea arabica* L.) orgánico y convencional en la zona de Intag, Ecuador. *RIIAR*, 11(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.53287/iisy1664yp50t>
- Bautista, et al. (2022). *Influencia de la inclusión del café de especialidad en el desempeño exportador de la región Amazónica en el periodo del 2018 al 2021*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668550>.
- Bellows, B. (2020). Soil Health Indicators and Tests. En ATTRA (Ed.), *Sustainable agriculture* (pág. 8). Texas: NCAT Disponible en <https://attra.ncat.org/publication/soil-health-indicators-and-tests/>.
- Biobook. (23 de Noviembre de 2025). *Factores positivos y negativos de la clonación*. <https://biobook.es/factores-positivos-y-negativos-de-la-clonacion/>
- Blog Café Arte. (15 de Noviembre de 2025). *Café de las Islas Galápagos*. <https://www.cafetearte.es/natural/1745-cafe-islas-galapagos.html>
- Blog Café Lojano. (14 de Noviembre de 2025). *La importancia del café en las importaciones de Ecuador*. <https://cafelojano.com/la-importancia-del-cafe-en-las-importaciones-de-ecuador/>
- Blog Cafe sabora. (14 de Noviembre de 2025). *Siete diferencias entre el café arabica y el café Robusta*. <https://cafesabora.com/es/7-diferencias-entre-el-caf%c3%a9-ar%c3%a1b-ica-y-el-caf%c3%a9-robusta>
- Blog Cafestes. (25 de Noviembre de 2025). *Los defectos del café y cómo identificarlos*. <https://cafestes.com/blogs/cafestes-gourmet/los-defectos-del-cafe-y-como-identificarlos>

- Blog Curioso Teatro. (23 de Noviembre de 2025). *Historia y cultivo del café de los Andes, su impacto global*. <https://www.curiosoteatro.com/2025/01/historia-y-cultivo-del-cafe-de-los-andes-su-impacto-global.html>
- Blog Educación Ambiental. (16 de Noviembre de 2025). *¿Cuál es el papel del suelo en la agricultura?* https://educacionambiental.top/cual-es-el-papel-del-suelo-en-la-agricultura/#google_vignette
- Blog la memoria de Guayaquil. (20 de Agosto de 2025). *Manuel Julin Cobos*. <https://lame-moriadeguayaquil.blogspot.com/2021/04/manuel-julian-cobos-parte-2.html>
- Blog Loja Ecuador. (21 de Noviembre de 2025). *Café lojano, la esencia aromática*. <https://lojaecuador.com.ec/cafe-lojano-la-esencia-aromatica/>
- Bunn, C. et al. (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change*, 129(1), 89–101. . <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Café Infiltrado. (23 de Noviembre de 2025). *La producción de café en Ecuador*. <https://cafeinfiltrado.com/blogs/noticias/produccion-de-cafe-en-ecuador>
- Café Infiltrado. (14 de Noviembre de 2025). *Producción de Café en Ecuador: Historia, Datos y Perspectivas*. <https://cafeinfiltrado.com/blogs/noticias/produccion-de-cafe-en-ecuador>
- Café Maestro. (18 de Agosto de 2025). *Historia del Café en Ecuador*. <https://saffiresolace-clover.com/historia-cafe.html>
- Camacho, S. (2023). Resistencia bacteriana, una crisis actual. *Revista Española de Salud Pública*, 97(24). [https://doi.org/Disponibile en https://www.scielosp.org/article/resp/2023.v97/e202302013/](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://www.scielosp.org/article/resp/2023.v97/e202302013/)
- Cambiagro. (25 de Noviembre de 2025). *La broca del café*. <https://blog.cambiagro.com/cafe/la-broca-del-cafe/>
- Campos, C. (2020). *EFICACIA DE ENRAIZANTES EN LA CLONACIÓN DE GENOTIPOS DE Coffea canephora Pierre, EN MANGLARALTO, SANTA ELENA*. Universidad Estatal Península

de Santa Elena Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/12d74fd8-c151-48da-9499-fb74bfe325db/content>.

Campozano, E. (2020). *EFICACIA DE SUSTRATOS EN LA CLONACIÓN DE GENOTIPOS DE CAFÉ ROBUSTA (Coffea Canephora) EN MANGLARALTO- SANTA ELENA*. Universidad Estatal Península de Santa Elena Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/598adb6a-d96e-4085-9571-74101d4c164e/content>.

Canet, B. et al. (2016). *La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Disponible en <https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/La-situacion-tendencias-produccion-cafe-America-Latina-y-Caribe.pdf>.

Cárdenas, C. (2021). *Eficiencia agronómica de la asociación de cultivo maíz (Zea mays) vs leguminosas fréjol cuarentón, (Phaseolus vulgaris L.) - maní (Arachis hypogaea) y su efecto en el rendimiento*. . Universidad Técnica Estatal de Quevedo Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/dce875bb-b57e-4623-93d1-eb899a1697ea>.

Cardoza, et al. (2025). Mejoramiento genético en el cultivo de café (Coffea arabica L.): Avances metodológicos y propuesta de aplicación utilizando métodos tradicionales y herramientas biotecnológicas. *Scientia Agropecuaria*, 16(3). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2025.035>

Carranco, et al. (2024). *La posición de Ecuador en el mundo*. Casa editora Universidad del Azuay disponible en <https://publicaciones.uazuay.edu.ec/index.php/ceuazuay/catalog/download/342/743/1391?inline=1>.

Carvajal, M. (2024). *Análisis de la denominación de origen e indicaciones geográficas en el Ecuador como instrumento de diferenciación y estrategia de comercialización*. PUCE Disponible en <https://repositorio.puce.edu.ec/items/3ee2f889-443c-4fb3-ac3f-f0ba24a65846/full>.

Cascante, E. (2017). *Crecimiento y desarrollo de rebrotes de café (Coffea arábica l) mediante la utilización de trichoderma harzianum, foliares a base de reguladores de crecimien-*

to y boro-zinc en la zona de Palmichal, Acosta. . Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10839>.

Cedeño, D., & Vera, E. (2017). *Efectividad de varias combinaciones de Nitrógeno, Azufre, Zinc, Manganeso, Boro y Fitohormonas sobre el rendimiento y rentabilidad del cacao nacional* . Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Disponible en <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/648>.

Cedeño, E. (2024). *ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE CAFÉ ARÁBIGO EN ECUADOR Y OPORTUNIDADES DE EXPORTACIÓN AL MERCADO EUROPEO*. Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28930/1/UPS-GT005656.pdf>.

Cedeño, E. (2024). *ANÁLISIS DELA PRODUCCIÓN NACIONAL DE CAFÉ ARÁBIGO EN ECUADOR Y OPORTUNIDADES DE EXPORTACIÓN AL MERCADO EUROPEO.* . Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28930/1/UPS-GT005656.pdf>.

Cedeño, et al. (2024). Incorporación de biomasa de tres forrajeras en el suelo de una la plantación de café (*Coffea canephora*). *Pentaciencias*, 6(5). <https://doi.org/https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i5.1238>

CEFA Ecuador. (8 de Marzo de 2022). *Café*. Retrieved 20 de Agosto de 2025, from Comité ara la Formación en Agricultura: <https://cefaecuador.org/productos/cafe/>

Chango, M.; García, J. . (25 de Noviembre de 2025). *Análisis de la competitividad de las exportaciones de café de Ecuador versus Colombia y Brasil hacia el mercado de USA.* . X-Pedientes Económicos. : <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/392/3922449005/index.html>

Chuquitarco, V. (2024). *Aporte de macro y microelementos esenciales de la asociación de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) y haba manaba (*Phaseolus lunatus* L.) en plantas de café*. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.

COFENAC . (2019). *Situación del sector cafetalero ecuatoriano: diagnóstico.* . COFENAC.

- Córdoba, L.; Bravo, Y. . (2023). *Manejo agroecológico del cultivo de café (Coffea arábica), hacia una agricultura sostenible*. . UNAD Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/56453/yvbravoclmcordobago.pdf?sequence=1>.
- Corrales, et al. (2025). Toma de decisiones de riego inteligente para cultivos de café con la utilización de sensores IoT. *Recimundo*, 9(Especial), 378-394. [https://doi.org/10.26820/recimundo/9.\(esp\).mayo.2025.378-394](https://doi.org/10.26820/recimundo/9.(esp).mayo.2025.378-394)
- CRoplifela. (25 de Noviembre de 2025). *Broca del café*. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/broca-del-cafe>
- Dara, et al. (2022). Recommendations for ethical and responsible use of artificial intelligence in digital agriculture. *Front Artificial Intelligence* , 5(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/frai.2022.884192>
- Data Zone. (25 de Noviembre de 2025). *Base de datos de las especies de las islas Galápagos*. <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=5720>
- Demagnet, F. (2024). *Morfofisiología de las Plantas Forrajeras*. Universidad de la Frontera Disponible en https://praderasypasturas.com/documentos/102.-Catedras_Agronomia/01.-Praderas_y_Pasturas/2025/04.-Morfofisiologias_de_plantas_forrajeras.pdf.
- Despiste café. (24 de Noviembre de 2025). *Agricultura del café: tipos, prácticas y técnicas*. <https://despistecafe.es/agricultura-cafe/>
- Doovi. (25 de Noviembre de 2025). *Hormiga arriera hymenoptera*. <https://www.doovi.com/video/hormiga-arriera-orden-hymenoptera-by-entomologia-generaloficial-1/vZf6AAPwMO8>
- Duicela, L. (2021). *PRODUCTIVIDAD Y ESTABILIDAD AMBIENTAL DE CLONES DE CAFÉ ROBUSTA EN DISTINTAS LOCALIDADES CAFETALERAS DEL ECUADOR* . Doctorado en Ciencias Agrarias. Universidad del Zulia. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/353934923_Estabilidad_clones_cafe_robusta_LADG/link/611abb65169a1a0103069449/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGF

- DUICELA, L.; CORRAL, R. . (2004). *Caficultura Orgánica: Alternativas de de desarrollo sostenible*. Consejo Cafetalero Nacional.
- El Diario. (1 de Octubre de 2025). *Café ecuatoriano: a pesar de la caída en exportaciones el mercado de especialidad abre ventana de rescate*. <https://www.eldiario.ec/negocios/caf-e-ecuatoriano-a-pesar-de-la-caida-en-exportaciones-el-mercado-de-especialidad-abre-una-ventana-de-rescate-01102025/>
- El Mercurio. (14 de Noviembre de 2025). *Café que cruza fronteras: análisis de la expansión internacional del café ecuatoriano*. <https://elmercurio.com.ec/tendencia/2025/10/01/caf-e-que-cruza-fronteras-analisis-de-la-expansion-internacional-del-caf-e-ecuatoriano/>
- El productor. (21 de Noviembre de 2025). *ECUADOR: Se presenta proyecto para reactivar 20.000 hectáreas de café en el país*. <https://elproductor.com/2025/04/ecuador-se-presenta-proyecto-para-reactivar-20-000-hectareas-de-caf-e-en-el-pais/>
- El Universal. (8 de Junio de 2025). *Desafíos del sector cafetalero, producción y calidad*. El Universal: https://www.eluniversal.com/economia/209574/desafios-del-sector-cafet-tero-produccion-y-calidad#google_vignette
- Enriquez, et al. (2014). Manejo Integrado de plagas insectiles del cafeto. . En e. a. Enriquez, *Guía Técnica Para La Producción y Poscosecha del Café Robusta*. (págs. 149-162). Portoviejo: Consejo Cafetalero Nacional.
- ESIC. (25 de Noviembre de 2025). *¿Qué es el comercio justo?* <https://www.esic.edu/rethink/business/que-es-el-comercio-justo-ejemplos-y-ventajas-c>
- Espinoza, et al. (2023). Gestión de la calidad bajo la Certificación Fair Trade para las Empresas exportadoras. *Polo del conocimiento*, 8(3), 16-39 . <https://doi.org/10.23857/pc.v8i3>
- FAO ONU. (2023). *Manejo integrado de plagas y plaguicidas*. FAO ONU Disponible en <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>.
- Federación de cafeteros Ecuador. (23 de Noviembre de 2025). *Sostenibilidad económica de las pequeñas explotaciones*. <https://federaciondecafeteros.org/static/files/sostenibilidad-economica%5B1%5D.pdf>

- Fernández, et al. (2020). Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Producción + Limpia*, 15(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a7>
- Fernández, F. (2017). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de café robusta (Coffea canephora P.)*. INIAP Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/275ad4f8-dce0-428b-86f5-8148e8c89d99/content>.
- Fernández, F. (2017). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de café Robusta (Coffea canephora P). En I. G. María, & H. Hugo (Edits.), *Guía de aprendizaje No 008* (pág. 104). Orellana: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- FISCHERSWORRING, B.; ROBKAMP, R. (2001). *Guía para la caficultura ecológica*. Eco Colombia.
- GADPO. (2018). *Manual para el estudio de la Fertilidad de los Suelos Agrícolas*. Orellana : Artes Gráficas SILVA .
- García, et al. (2021). Scientometric Analysis of the Application of Artificial Intelligence in Agriculture. *Journal of Scientometric Research*, 10(1), 55-62. <https://doi.org/https://doi.org/10.5530/jscires.10.1.7>
- García, et al. (2025). Gestión de Políticas Públicas en América Latina: Retos y Posibilidades. *Cuestiones Políticas*, 43(82). <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.15565121>
- García, et al. (2025). La producción de café y su impacto en el crecimiento económico de la provincia de Manabí. *MQRI investigar*, 9(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.2.2025.e646>
- Gil, et al. (25 de noviembre de 2025). *HEMIPTERA: COCCOIDEA DE LAS RAÍCES DEL CAFÉ Y SUS PARASITOIDES EN EL VALLE DEL CAUCA*. CENICAFE: <https://cenicafe.org/es/publications/5.Hemiptera.pdf>
- Gobierno de Ecuador. (16 de Noviembre de 2025). *Café de Galápagos, aroma y sabor para descubrirlo en este feriado*. <https://www.turismo.gob.ec/cafe-de-galapagos-aroma-y-sa>

bor-para-descubrirlo-en-este-feriado/#:~:text=Su%20aroma%20es%20permanente%20y,a%20trav%C3%A9s%20del%20turismo%20vivencial.

Gobierno de Ecuador. (25 de Noviembre de 2025). *DEscubre el aroma del café de Galápagos y la ruralidad*. <https://www.turismo.gob.ec/descubre-el-aroma-del-cafe-de-galapagos-y-la-ruralidad/>

Gobierno de Ecuador. (25 de Noviembre de 2025). *Ecuador fortalece las relaciones comerciales con Estados Unidos a través de la firma de un acuerdo de primera fase*. <https://www.comunicacion.gob.ec/ecuador-fortalece-las-relaciones-comerciales-con-estados-unidos-a-traves-de-la-firma-de-un-acuerdo-de-primera-fase/>

Gobierno de Ecuador. (23 de Noviembre de 2025). *Guía de Denominación de Origen*. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/GuiaDenominacionOrigen.pdf>

Gobierno de Ecuador. (22 de Noviembre de 2025). *INIAP libera nuevos clones de cacao para fortalecer la producción de Esmeraldas*. <https://www.iniap.gob.ec/?s=clones+caf%C3%A9>

Gobierno de Ecuador. (16 de Noviembre de 2025). *MAGAP entrega semilla de café importado de Brasil a productores de Manabí*. <https://www.agricultura.gob.ec/magap-entrega-semilla-de-cafe-importado-de-brasil-a-productores-de-manabi/>

Gobierno de Ecuador. (15 de Noviembre de 2025). *MAGAP ejecuta proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana*. <https://www.agricultura.gob.ec/magap-ejecuta-proyecto-de-reactivacion-de-la-caficultura-ecuatoriana/>

Gobierno de Ecuador. (24 de Noviembre de 2025). *MAGAP ejecuta proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana*. MAGAP ejecuta “Proyecto de Reactivación de la Caficultura Ecuatoriana”

Gobierno de Ecuador. (20 de Noviembre de 2025). *Ministro Danilo Palacios crea mesa técnica del café para fortalecer la productividad y competitividad del sector*. <https://www.agricultura.gob.ec/ministro-danilo-palacios-crea-mesa-tecnica-del-cafe-para-fortalecer-la-productividad-y-competitividad-del-sector/>

- Gobierno de Ecuador. (25 de Noviembre de 2025). *Zonas cafetaleras de Ecuador*. https://balcon.mag.gob.ec/ecuadorfruitlogistic/wp-content/themes/yootheme/cache/cafe_robusta-9bd0b2e6.png
- Gobierno del Ecuador. (22 de Noviembre de 2025). *INIAP caacita estudiantes en los cultivos de café y cacao*. <https://www.iniap.gob.ec/iniap-capacita-a-estudiantes-del-instituto-tecnologico-superior-paulo-emilio-macias-de-portoviejo-en-los-cultivos-de-cacao-y-cafe/>
- Gobierno del Ecuador. (20 de Agosto de 2025). *MAGAP ejecuta proyecto de reactivación de la caficultura ecuatoriana*. <https://www.agricultura.gob.ec/magap-ejecuta-proyecto-de-reactivacion-de-la-caficultura-ecuatoriana/>
- Gobierno del Ecuador. (23 de Noviembre de 2025). *MAGAP renovó 1580 hectáreas de café en Loja*. <https://www.agricultura.gob.ec/magap-renovo-1-580-hectareas-de-cafe-en-loja/>
- Godinez, G. (2023). Cambio climático, una realidad que amenaza el futuro de la producción de café. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 5(9). <https://doi.org/https://doi.org/10.38186/difcie.59.07>
- Gokabi, et al. (2021). The effect of modified pruning and planting systems on growth, yield, labour use efficiency and economics of Arabica coffee. . *Scientia Horticulturae*, 276(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109764>
- Gómez, N. (2024). *ESTADO FÍSICO, QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL SUELO EN EL CULTIVO DE CAFÉ (Coffea arabica L.) EN MANGLARALTO Y COLONCHE, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/items/2f26cefd-c6f7-4b3a-aad9-d104426dee45>.
- González, M. (2010). *Observaciones preliminares de control etologico y biologico sobre el perforador de las ramas (Xylosandrus morigerus) en el cultivo de café en el sector el corozal del municipio Monte Carmelo del Estado Trujillo*. . Universidad de los Andes.
- González, M. (2019). *EVALUACION DE FACTORES DE LA COMPETITIVIDAD DEL CAFÉ ECUATORIANO EN EL MERCADO MUNDIAL*. UEES Disponible en <https://repositorio.uees.edu.ec:8443/server/api/core/bitstreams/dd713ce3-d004-4290-b308-810fc3fb8417/content>.

- Guamán, M.; Macas, B. . (2016). *Evaluación de la eficiencia productiva del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en asocio con lechuga (Lactuca sativa.) rábano (Raphanus sativus L.) y cilantro (coriandrum sativum L.) bajo invernadero.* . Universidad de Cuenca. Disponible en <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/f71124ac-8247-47e6-88a6-ba10f-f0cdbcd/full>.
- Henaó, M.; Hernández, . (2008). Disponibilidad De Potasio En Suelos Derivados De Cenizas Volcánicas Y Su Relación Con La Nutrición Del Café En La Etapa Vegetativa. *Cenicafe*, 53(4), 293-305. <https://doi.org/10.1007/s12187-008-9000-0> Disponible en <https://1library.co/document/y94l07dq-disponibilidad-potasio-derivados-cenizas-volc%C3%A1nicas-relaci%C3%B3n-nutrici%C3%B3n-vegetativa.html>
- Hernández, E., & Pérez, F. (25 de Noviembre de 2025). *La producción y el consumo del café.* . https://www.ecorfan.org/spain/libros/LIBRO_CAFE.pdf
- Hernández, et al. (2024). Integración de la inteligencia artificial y la agricultura de precisión en cultivos de café. . *Revista UIS*, 23(4), 145- 167. <https://doi.org/10.18273/revuin.v23n4-2024012> . hal-04815497
- ICO. (25 de Noviembre de 2025). *Coffee market report stadistic section.* <https://www.ico.org/es/resources/coffee-market-report-statistics-section/>
- Idtools. (25 de Noviembre de 2025). *Cochinilla de raíz.* <https://idtools.org/tools/1044/index.cfm?packageID=1113&entityID=3396>
- Industriapedia. (23 de Noviembre de 2025). *Cuáles son los pro y contra de la clonación.* <https://industriapedia.com/cuales-son-los-pros-y-los-contras-de-la-clonacion/>
- INIAP. (1993). *Manual del cultivo de café* (1 ed.). Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2020). *Guía Práctica de Caficultura.* IICA.
- Instituto Nacional de Estadísticas del Ecuador INEC. (20 de Agosto de 2025). *Ecuador en cifras.* Estadísticas agropecuarias: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/>

web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Historia%20de%20la%20Operaci%3%b3n%20Estadistica%20ESPAC%202020.pdf

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos Ecuador. (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. INEC Disponible en <https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/catalog/912>.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2020). *Manual del cultivo del café*. INIAP Disponible en <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8270097>.

Investur América. (23 de Noviembre de 2025). *Ecuador favorece las inversiones a través de diferentes políticas gubernamentales*. <https://investuramerica.com/periodico-digital/ecuador-favorece-las-inversiones-a-traves-de-diferentes-politicas-gubernamentales/>

Jadán, et al. (2024). Evolución y proyección de la producción agrícola (Banano y Café) en Ecuador en el periodo 2012-2025 . *INVECOM*, 4(2). [https://doi.org/Disponibile en https://www.revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/3186](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://www.revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/3186)

Jardinería on . (22 de Noviembre de 2025). *Conociendo y combatiendo la araña roja*. <https://www.jardineriaon.com/conociendo-combatiendo-la-arana-roja.html>

Jiménez, et al. (2022). Análisis de las exportaciones del café en el Ecuador, periodo 2017-2021. *Ciencia Latina*, 7(1), 1-12. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4909

Koll, et al. (2022). Influence of nitrogen fertilization in mother plants on the growth and quality of clonal seedlings of Coffea canephora “Robusta” plants. *Ciencia Rural Santa María* , 52(9). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20201008>.

Lalangui, G. (2019). *Producción de plántulas de café (Coffea arabica L.), de buena calidad en la fase de semillero*. Disponible en <https://dspace.unl.edu.ec/items/cd365346-bc0b-449e-bbce-1095c2d4e79b>.

Liu, et al. (2019). Technical training and rice farmers adoption of low-carbon management practices: The case of soil testing and formulated fertilization technologies in Hubei, China . *Journal of Clean Production*, 226(1), 454–462,. [https://doi.org/: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.026](https://doi.org/:%20https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.026)

- Lozano, et al. (2015). Hongos formadores de micorrizas arbusculares y su efecto sobre la estructura de los suelos en fincas con manejos agroecológicos e intensivos. *Acta Agronómica*, 64(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/acag.v64n4.46045>
- Malavé, R. (2019). *Rehabilitación de café caturra Coffea arábica L. bajo sistema agroforestal en el centro de prácticas Manglaralto*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Mariño, Y. (2014). Respuesta fotosintética de Coffea arabica L. a diferentes niveles de luz y disponibilidad hídrica. *Acta Agronómica*, 63(2), 128-135 . <https://doi.org/Disponibile> en <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v63n2/v63n2a05.pdf>
- Márquez, et al. (2020). Relationship between soil characteristics and altitude with the sensory quality of coffee grown under agroforestry systems in Cusco, Peru. *Scientia Agropecuaria* , 11(4), 529-536. <https://doi.org/https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.04.08>.
- Matamoros, et al. (2020). Efecto de fitohormonas y fertilizantes sobre el enraizamiento y crecimiento de mini-estaquillas de híbridos F1 de café (Coffea arabica). *Ciencias Ambientales*, 54(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/rca.54-1.4>
- Medina, et al. (2013). Estudio de las principales plagas del nanche (Byrsonima crassifolia (L.) HBK) en Nayarit, México. . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(3). <https://doi.org/10.23912/REMEXCA.v4i3.1213>
- Medina, et al. (2024). Las tiendas especializadas de café y su rol en la creación de valor agregado. *Sociedad y Economía*, 52(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.25100/sye.v0i52.13128>
- Medina, M. (2021). *INCIDENCIA DE BROCA (Hypothenemus hampie) Y TALADRADOR DE RAMILLA (Xylosandrus morigerus) EN CAFÉ ROBUSTA (Coffea canephora) EN MANGLARALTO, SANTA ELENA*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Mejía, et al. (2023). Incidencia de Hypothenemus hampie y Xylosandrus morigerus en café robusta (Coffea canephora) en condiciones de Manglaralto, Santa Elena, Ecuador . *Opuntia Brava*, 15(4). <https://doi.org/Disponibile> en <https://doaj.org/article/b817efd521b-f42c2bfe744bcb929eaa8>

- Merolloor, et al. (2021). Principales problemáticas del sector cafetalero en la provincia ecuatoriana de Manabí. Estado de situación y perspectivas . *Anuario de Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Universidad Técnica de Manabí*, 45-62.
- Mina, L. (2022). *Situación económica productiva del cultivo de café* . UTB.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. SIPA . (14 de Noviembre de 2025). *Panorama Agroestadístico*. https://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/panorama_agroestadistico/2025/panorama_agroestadistico_abril.pdf
- Molina, D. (2022). Revisión sobre la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) con énfasis en la resistencia mediante antibiosis y antixenosis. *Revista Colombiana de Entomología*, 48(2). <https://doi.org/> <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i2.11172>
- Molina, R. (2023). *Identidad cultural de Manabí. Enre cholos y matuvios*. San Gregorio.
- Montoya, et al. (2017). Estimación del área foliar en café variedad Castillo® a libre exposición y su relación con la producción. *Cenicafé*, 68(1), 55-61. <https://doi.org/10.38141/10778/68105>
- Morán, N. (2023). *Manejo de los factores de producción del cultivo de café (Coffee arabica) en el Ecuador*. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Muñoz, et al. (2021). Estudio de los componentes de producción del cultivo de café (Coffea arábica L.) variedad Castillo® en el departamento de Nariño. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC*, 13(2), 114-128. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n2a3>
- Noscua, E. (2014). *ADOPCIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES CON EL CULTIVO DEL CAFÉ* . UNAD Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2654/52860556.pdf?sequence=1>.
- OEC. (14 de Noviembre de 2025). *Café en Ecuador*. <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/coffee/reporter/ecu>

- Olaya, et al. (2023). Evaluation of the growth of maize in monoculture and when associated with peanuts and cassava in the Colombian Amazon. a 41(2): 1-9. . *Agronomía Colombiana*, 41(2), 1-9. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v41n2.107281>.
- Olias, J. (2017). Ecuador 1980-1990: crisis, ajuste y cambio de régimen de desarrollo. *América Latina Historia Económica*, 24(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.18232/alhe.v24i1.724>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO; Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. (2021). *Revisión científica del impacto del cambio climático en las plagas de las plantas*. FAO Disponible en <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7aa515bf-b8e6-426f-9d84-261415bf06e5/content>.
- Ortiz, K. (2022). *Estudio morfológico de tres genotipos de café arábica (Coffea arábica) a la aplicación de diferentes láminas de riego*. UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ Disponible en <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3663/1/INFORME%20DE%20TESIS%20ORTIZ%20QUIJIJE%20KAREN%20BEATRIZ.pdf>.
- Panorama Ecuador. (24 de Noviembre de 2025). *Café que cruza fronteras*. <https://panoramaecuador.com/cafe-que-cruza-fronteras-expansion-ecuador/>
- Panorama Ecuador. (14 de Noviembre de 2025). *Café que cruza fronteras en expansión*. <https://panoramaecuador.com/cafe-que-cruza-fronteras-expansion-ecuador/>
- Panorama Ecuador. (20 de Agosto de 2025). *Con café y cacao, Ecuador es pionero mundial en la producción libre de deforestación*. <https://panoramaecuador.com/con-cafe-y-cacao-ecuador-es-pionero-mundial-en-la-produccion-libre-de-deforestacion/>
- Panorama Ecuador. (14 de Noviembre de 2025). *Expansión Internacional del Café Ecuatoriano: Cifras y Proyección Global 2025*. <https://panoramaecuador.com/expansion-internacional-cafe-ecuadoriano/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20datos%20actualizados%20del%20cierre%202024%2C%20el%20sector,y%20generando%20ingresos%20por%20145%20millones%20de%20d%C3%B3lares>.

- Pérez, D. A. (2011). *Fertilización y requerimientos de nitrógeno para plantaciones de Coffea canephora Pierre ex Froehner var. Robusta cultivada en suelos Pardos de la región oriental premontañosa de Cuba* (1 ed.). Cuba: UG INCA.
- Perfect Daily. (25 de Noviembre de 2025). *Cultivos intercalados en fincas de café*. <https://perfectdailygrind.com/es/2024/02/05/cultivos-intercalados-en-fincas-de-cafe/>
- Pilozo, et al. (2022). PRINCIPALES ENFERMEDADES CAUSANTES DE LA PÉRDIDA DE RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS DE CAFÉ ARÁBIGO (*Coffea arabica* L.) EN LA ZONA SUR DE MANABÍ, ECUADOR. *UNESUM*, 6(2), 117–134. <https://doi.org/https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v6.n2.2022.632>
- Ponce, et al. (2018). El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en Ecuador. *Revista cubana ciencias forestales*, 6(1). https://doi.org/http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692018000100116
- Ponce, et al. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Estudios del Desarrollo Social*, 6(1), 12. https://doi.org/http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322018000100015
- Porras, V.; Cuxil, M. (16 de Noviembre de 2025). *Roya del café: causas, prevención y control*. Cambiagro: <https://blog.cambiagro.com/cafe/enfermedades-de-cafe/roya-del-cafe/>
- Pozo, C. M. (2014). *Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000 – 2011* (1 ed.). Quito: PUCE.
- Pozo, M. (2014). *Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000- 2011*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Disponible en <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2963048>.
- Primicias. (20 de Agosto de 2025). *El mercado de cafeterías se expande en Ecuador, mientras la producción local del grano sigue estancada*. Retrieved 20 de Agosto de 2025, from Primicias: <https://www.primicias.ec/economia/dia-internacional-cafe-cafeterias-produccion-starbucks-80168/>

- Primicias. (16 de Noviembre de 2025). *Mapa del café en Ecuador*. <https://www.primicias.ec/economia/mapa-cafe-tazas-ecuatorianos-produccion-exportacion-starbucks-94111/>
- Proamazonia. (14 de Noviembre de 2025). <https://www.proamazonia.org/>
- PROAMAZONIA. (22 de Noviembre de 2025). *Ecuador, café amazónico sostenible y libre de deforestación*. https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2022/06/cafe_espanol_9_06_compressed.pdf
- Ramírez, L. (2015). *Ciclo biológico y aspectos del comportamiento de Oligonychus sp. (Acarina: Tetranychidae) en Persea americana Mill., en laboratorio.,.* Universidad de Trujillo.
- Ramírez, P.; Luna, A. (2018). *Plan de negocios para la producción y exportación de café orgánico a Finlandia*. UIDE Disponible en <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2860>.
- Ramos, L.; Criollo, H. (2017). Calidad física y sensorial de Coffea arábica L. variedad Colombia, perfil Nespresso AAA, en la Unión Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.22267/rcia.173402.74>
- Red Agrícola. (23 de Noviembre de 2025). *El análisis de suelo como herramienta para la toma de decisiones*. <https://redagricola.com/el-analisis-de-suelo-como-herramienta-para-la-toma-de-decisiones/>
- Rendon, et al. (2023). EFECTO DE LA RENOVACIÓN POR ZOCA Y PODAS EN LA BIOMASA DE RAÍCES DE CAFÉ. *Revista Cenicafé*, 74(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.38141/10778/74105>
- Rendón, J. (2016). Sistemas de renovación de cafetales para recuperar y estabilizar la producción. . *Avances Técnicos Cenicafé*, 463, 1-9. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10778/701>
- Reyes, et al. (2011). Biología de Oligonychus . *Caldasia*, 33(1). <https://doi.org/Disponible> en http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322011000100013
- RIMACHE, M. (2008). *CULTIVO DE CAFÉ*. Empresa editora macro EIRL. Perú.

- Rivera, et al. (2010). BIOLOGÍA DEL PARASITOIDE *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethyridae) EN EL CAMPO Y SU TOLERANCIA A INSECTICIDAS. *Cenicafé*, **61**(2), 99-107. [https://doi.org/Disponibile en https://cenicafe.org/es/documents/arc061\(02\)99-107.pdf](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://cenicafe.org/es/documents/arc061(02)99-107.pdf)
- Rivera, S. et al. (2013). Vulnerabilidad de la producción del café (*Coffea arabica* L.) al cambio climático global. . *Terra Latinoamericana*, **31**(1), 305-313. [https://doi.org/Disponibile en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000500305&lng=es&tlng=es](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000500305&lng=es&tlng=es)
- Rodas, R. (25 de Noviembre de 2025). “**FERTILIZACIÓN AL SUELO EN EL CULTIVO DE CAFÉ**”. ANACAFE: <https://www.anacafe.org/uploads/file/b04fcafce8a54b5d804dde3462b59828/03-Fertilizaci%C3%B3n-al-suelo.pdf>
- Sadeghian, K. S. (2016). La acidez del suelo una limitante común para la producción de café. En L. S. Marín (Ed.), *Ciencia, tecnología e innovación para la caficultura Colombiana* (pág. 3). Colombia: CENICAFÉ.
- Sadeghian, K. S. (2019). Fertilidad del suelo y manejo de la nutrición. En K. S. Sadeghian (Ed.), *Aplicación de ciencia, tecnología e innovación en el cultivo de café ajustado a las condiciones particulares del HUILA*” (4 ed., págs. 85-87). Colombia: CENICAFÉ.
- Sadeghian, K., & Salamanca, A. (2015). Micronutrientes en frutos y hojas de café. *Cenicafe*, **66**(2), 73-87. [https://doi.org/Disponibile en https://www.cenicafe.org/es/publications/5.Micronutrientes.pdf](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://www.cenicafe.org/es/publications/5.Micronutrientes.pdf)
- Sadeghian, S. (2021). Nutrición de cafetales. *En Centro Nacional de Investigaciones de Café, Guía más agronomía, más productividad, más calidad*(3), 101-1015.
- Salazar, L., & Sadeghian, S. (2016). Respuesta del café (*Coffea arabica* L.) a la fertilización antes y después de la zoca. . *Revista Cenicafé*, , **67**(1), 81–93. . <https://doi.org/http://hdlhandle.net/10778/681>
- Sánchez, et al. (2024). Uso equivalente de la tierra e índices de crecimiento y eficiencia fisiológica en cultivos intercalados de yuca, maní y maíz. *revista udca actualizada de divulgación científica*, **27**(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.31910/rudca.v27.n2.2024.2603>

- Sánchez, M. (2018). *Principales plagas del café y su control*. Componente de República Dominicana del Programa Centroamericano para la Gestión Integrada del Café (PRO-CAGICA-RD).
- Sotomayor, I; Duicela, L. (2000). *Inventario tecnológico del cultivo de café*. INIAP . <https://doi.org/https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1618>
- Suarez, et al. (2020). Efecto de las condiciones de cultivo, las características químicas de suelo y el manejo de grano en los atributos sensoriales de café (*Coffea arabica* L.) en taza. . *Acta Agronómica*, 64(4). <https://doi.org/10.15446/acag.v64n4.44641>
- Taco, L.; Pizarro, K. . (2023). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS EXPORTACIONES DE CAMARÓN, CAFE, CACAO Y BANANO DEL ECUADOR DE LOS AÑOS 2018 – 2022 Y SU INCIDENCIA EN LA BALANZA COMERCIAL. . *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 6(2), 116-126. [https://doi.org/Disponibile en https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/676/682](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/676/682)
- Tarazona. (2021). *La importancia de los microorganismos en la agricultura*. España: Fertilosofía, fertilización eficiente y sostenible. <https://www.antoniotarazona.com/blog/agricultura/la-importancia-de-los-microorganismos-en-la-agricultura/>
- Tomala, J., & Espinoza, M. (2012). *CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DE 23 CLONES DE CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora* P.) EN LA PARROQUIA MANGLARALTO, CANTÓN SANTA ELENA*”. UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA.
- Un café . (20 de Agosto de 2025). *Descubre las maravillas de las zonas cafeteras en Ecuador: Una experiencia única para los amantes del café*. <https://www.uncafe.net/zonas-cafeteras-de-ecuador/>
- UTPL. (22 de Noviembre de 2025). *Café de Loja, un legado en crecimiento que conquista mercados globales*. <https://noticias.utpl.edu.ec/cafe-de-loja-un-legado-en-crecimiento-que-conquista-mercados-globales>
- Vanegas, et al. (2018). La realidad ecuatoriana en la producción de café. *REcimundo*, 2(2). [https://doi.org/Disponibile en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6732775](https://doi.org/Disponibile%20en%20https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6732775)

- Vélez, M. (31 de Octubre de 2024). *Tazas doradas de los cafetales de Ecuador: un legado de calidad y tradición*. La Nación: <https://lanacion.com.ec/tazas-doradas-de-los-cafetales-de-ecuador-un-legado-de-calidad-y-tradicion/>
- Vera, et al. (2024). Diagnóstico de la producción cafetalera en el cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador. *Koinonía*, 9(17). <https://doi.org/https://doi.org/10.35381/r.k.v8i17.3146>
- Villagómez, M. (24 de Noviembre de 2025). *Acuerdo comercial multipartes Ecuador - Unión Europea*. EULAC: https://eulacfoundation.org/system/files/digital_library/2023-07/Acuerdo%20comercial%20Ecuador-UE.pdf
- Villón, A. (2021). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE CINCO CLONES DE GENÓTIPOS DE COFFEA CANEPHORA PIERRE CON PROPAGACIÓN VEGETATIVA EN MANGLARALTO-SANTA ELENA*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Yaguache, et al. (2021). Academia, su vinculación con el Gobierno y Sociedad: Un análisis basado en casos de estudio en Ecuador. *Revista San Gregorio*, 1(46). <https://doi.org/https://doi.org/10.36097/rsan.v1i46.1501>
- Yu, et al. (2022). Precision farming technologies in vegetable growing. *Vegetable crops of Russia*, 0(6), 40-45. <https://doi.org/https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-40-45>
- Zúñiga, D. (2012). *Manual de microbiología agrícola Rhizobium, PGPRS, Indicadores de Fertilidad e Inocuidad* (1ra ed.). Perú: María Beatriz Olaya Morales.



UPSE



ISBN: 978-9942-609-73-1



9 789942 609731