



ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PLANTACIONES DE CAFETOS EN ZONAS LLANAS DE BAJA ALTITUD

ESTABLISHMENT AND MANAGEMENT OF COFFEE PLANTATIONS IN FLAT, LOW-ALTITUDE AREAS

CIRO SÁNCHEZ ESMORIS^{1*}, PEDRO PABLO HENRY TORRIENTE², FELIPE MARTÍNEZ SUÁREZ³, TERESA SUÁREZ⁴,
YENISLEIDYS SÁNCHEZ KEROL⁵, VÍCTOR MANUEL TEJEDA MARRERO⁶, ALEXANDER MIRANDA CABALLERO⁷

¹Unidad de Ciencia y Técnica de Base Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba. E-mail: ciro@jibacoa.inaf.co.cu

²Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, La Habana, Cuba. E-mail: henry@forestales.co.cu, henry.jamaical@gmail.com

³Unidad de Ciencia y Técnica de Base Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: direccion@tercerfrente.inaf.co.cu

⁴Unidad de Ciencia y Técnica de Base Investigación e Innovación Tecnológica, La Habana, Cuba. E-mail: teresa@forestales.co.cu

⁵Unidad de Ciencia y Técnica de Base Itabo, Matanzas, Cuba. E-mail: itabo@forestales.ciges.inf.cu

⁶Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba. E-mail: dirgeneral@boyerros.iagric.cu

⁷Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba. E-mail: direccion@inca.edu.cu

*Autor para correspondencia: esmoris2121@gmail.com

RESUMEN

El proyecto titulado "Establecimiento y manejo de plantaciones de cafetos en zonas llanas de baja altitud" con código PS 131LH 005-002 perteneciente al Programa Sectorial Agro-Forestal inició su implementación en 2022 y culminará en 2027 en seis provincias y nueve municipios. Su enfoque está dirigido a nueve fincas modelo que servirán como referencia y generarán un efecto multiplicador entre los productores de zonas llanas de baja altitud. El diseño del proyecto está alineado con los objetivos generales y específicos del Programa Sectorial Agro-Forestal, el Programa de Desarrollo Cafetalero para las zonas llanas de baja altitud (2016-2030) y la Ley 148 de 2022 sobre soberanía y seguridad alimentaria. Además, busca cerrar las brechas de conocimiento en la producción de café en estas regiones. Para alcanzar estos objetivos, se han empleado clones élite de *Coffea canephora* y variedades altamente productivas de *Coffea arabica*, con genes que confieren resistencia a la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk.). Se han identificado las principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo en estas condiciones, y se trabaja en la reutilización de residuos orgánicos locales bajo un enfoque de economía circular. Asimismo, se han definido tecnologías sostenibles para la producción de posturas, así como para el establecimiento y manejo de plantaciones de café. Por primera vez en estas condiciones, se han determinado el régimen y la norma óptima de riego, evaluando su impacto en la producción, el rendimiento agrícola e industrial y la calidad del café. Además, se trabaja en la implementación de sistemas agroforestales y cultivos asociados para diversificar ingresos y generar nuevos empleos. Este enfoque prioriza la inclusión de mujeres y jóvenes en las actividades productivas. Finalmente, a través de capacitaciones dirigidas a directivos, técnicos, obreros y pobladores, se promueve la adopción de nuevas tecnologías, garantizando la pertinencia y sostenibilidad del proyecto.

Palabras clave: plantaciones de café, zonas llanas de baja altitud, clones de *Coffea canephora*, variedades de *Coffea arabica*, resistencia a *Hemileia vastatrix*, tecnologías sostenibles

ABSTRACT

The project entitled "Establishment and management of coffee plantations in low-altitude flat areas" with code PS 131LH 005-002 belonging to the Agro-Forestry Sector Program began its implementation in 2022 and will culminate in 2027 in six provinces and nine municipalities. Its focus is directed at nine model farms that will serve as a reference and generate a multiplier effect among producers in low-altitude flat areas. The project design is aligned with the general and specific objectives of the Agro-Forestry Sector Program, the Coffee Development Program for low-altitude flat areas (2016-2030) and Law 148 of 2022 on food sovereignty and security. In addition, it seeks to close knowledge gaps in coffee production in these regions. To achieve these objectives, elite clones of *Coffea canephora* and highly productive varieties of *Coffea arabica* have been used, with genes that confer resistance to coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk.). The main pests and diseases that affect the crop in these conditions have been identified, and work is being done on the reuse of local organic waste under a circular economy approach. Likewise, sustainable technologies have been defined for the production of seedlings, as well as for the establishment and management of coffee plantations. For the first time in these conditions, the optimal irrigation regime and standard have been determined, evaluating their impact on production, agricultural and industrial performance and coffee quality. In addition, work is being done on the implementation of agroforestry systems and associated crops to diversify income and generate new jobs. This approach prioritizes the inclusion of women and young people in productive activities. Finally, through training aimed at managers, technicians, workers and residents, the adoption of new technologies is promoted, guaranteeing the relevance and sustainability of the project.

Keywords: coffee plantations, low-lying flat areas, *Coffea canephora* clones, *Coffea arabica* varieties, resistance to *Hemileia vastatrix*, sustainable technologies

Recibido: 15/9/2024

Aceptado: 12/12/2024



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>





Visita del presidente de la República de Cuba Dr. Miguel Mario Díaz-Canel Bermúdez a la Unidad de Ciencia y Técnica de Base Jibacoa.

CONTEXTO, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El café es un arbusto que pertenece a la familia Rubiaceae, la cual cuenta con 500 géneros y más de 6,000 especies. Sin embargo, solo dos de ellas son ampliamente cultivadas: *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner (Labouisse et al., 2020). La especie *C. arabica* (Figura 1), es originaria de las altas mesetas de Etiopía y evolucionó en el sotobosque. Por esta razón, las primeras plantaciones se establecieron bajo sombra para simular su hábitat natural. No obstante, las variedades mejoradas presentan buena productividad a plena exposición solar, lo que a partir de la década de 1950 impulsó la eliminación del sombreado en varias regiones del mundo (DaMatta & Rodríguez, 2007; Mariño, 2014).

El café es la materia prima legal más importante en el comercio internacional después del petróleo, constituye el principal producto agrícola de exportación y es conocido como "el oro verde". Su cultivo abarca aproximadamente 12.5 millones de hectáreas en 80 países, lo que genera ingresos anuales totales cercanos a los 200,000 millones de dólares. De esta cantidad, los caficultores solo reciben aproximadamente el 10% (Canet et al., 2016; ICAFE, 2016; Vértiz, 2017; Gómez, 2019).

En el año 2019, la producción mundial de café alcanzó los 174.6 millones de sacos de 60 kg. Esta cifra se basa fundamentalmente en las especies comerciales: *C. arabica*, que representó el 59.5% de la producción mundial y se distingue por su mejor calidad en taza y mayor precio en el mercado, y *C. canephora*, que aportó el 40.5% restante (FIRA, 2019). El 70% de la producción global proviene de

fincas de pequeños productores con menos de 5 hectáreas, de los cuales el 50% dispone de menos de 2 hectáreas, considerándose así un cultivo de carácter familiar. Brasil, Vietnam, Colombia, Indonesia y Etiopía se posicionan como los principales países productores. Brasil y Vietnam, con aproximadamente el 25% del área cultivada, generan el 52% de la producción mundial gracias a la aplicación de tecnologías avanzadas, como el riego y el uso de variedades altamente productivas con altas densidades de plantación y cultivos asociados.

Las referencias sobre la presencia del café en Cuba se remontan al año 1748, cuando Don José de Gelabert introdujo semillas procedentes de los cafetales de Haití. Gelabert estableció el primer cafetal en una finca de su propiedad en las cercanías del pueblo del Wajay, en La Habana. Su principal objetivo era obtener un líquido o aguardiente mediante la fermentación de la cereza del cafeto, prestando poca atención a la cosecha y preparación del fruto como bebida. No obstante, en 1833, Cuba logró convertirse en el primer exportador de café a nivel mundial (Soto, 1980).

La mayor producción cafetalera en Cuba se alcanzó en la cosecha de 1961-1962, con más de 60 mil toneladas en 167,631 hectáreas y un rendimiento de 0.36 t·ha⁻¹. A partir de entonces, se produjo un marcado descenso en la producción, con aproximadamente 21 mil toneladas en la década de 1980. En esta última etapa, las áreas cultivadas, la producción y los rendimientos disminuyeron significativamente debido a una combinación de factores edafoclimáticos, sociales, tecnológicos y económicos. Esta situación no se ha revertido, la cosecha 2005-2006 fue la más baja de la historia, con poco más de 6 mil toneladas (Figueredo & Sifonte, 2019).



Figura 1. Variedades de *Coffea arabica* L.

En la actualidad, el país destina más de 60 mil hectáreas al cultivo del café en zonas montañosas. De esta superficie, el 56 % corresponde a la especie *C. arabica* y el 44 % a *C. canephora*. Se estima que alrededor de 42 mil hectáreas están en producción (MINAGRI, 2017), Durante los últimos 10 años, el acopio promedio ha sido mayor a 7 mil toneladas, con una disminución en las exportaciones y un incremento de la importación que supera los 20 millones de dólares anuales (Legra, 2019).

El programa de café en zonas llanas de baja altitud comenzó a organizarse en 2014 como una alternativa para incrementar la producción. En una primera fase, se identificaron cerca de 400 hectáreas distribuidas de manera aislada en todo el país, caracterizadas por un bajo nivel tecnológico de aplicación, lo que se reflejaba en una producción limitada y bajos rendimientos. A partir de 2018, el Instituto Nacional de Investigaciones Agro-Forestales (INAF), en conjunto con la Dirección de Café, Cacao y Coco del GAF, inició un proceso de identificación y selección de productores en provincias como Artemisa, Mayabeque, Matanzas, Villa Clara, Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Santiago de Cuba (Figura 2).

Los resultados de estos estudios evidenciaron la existencia de áreas y fincas con condiciones edafoclimáticas favorables para el desarrollo de nuevas plantaciones. Además, se identificaron productores interesados en adoptar nuevas tecnologías para optimizar el manejo de las diferentes fases fenológicas del cultivo (Legra, 2017).

En estas regiones, la especie *C. canephora* (café robusta) presenta un alto potencial productivo debido a su adaptabilidad a zonas con temperaturas medias iguales o superiores a 24 °C y altitudes inferiores a 300 msnm (Figura 3). Este cultivo requiere menor densidad de población y sombra en comparación con los cafetos arábicos. Además, algunos clones muestran tolerancia a la roya y a los nemátodos, poseen una alta capacidad de retención de frutos maduros y responden positivamente a la poda baja, lo que contribuye a un alto rendimiento industrial (Vázquez et al., 2018). Actualmente, existen nuevas combinaciones clonales, como TRS4, TRS9, TRS11, INAF 19 e INAF 20, procedentes de Vietnam y Costa de Marfil. Estas variedades han demostrado excelentes resultados productivos, con rendimientos potenciales de entre 5.5 y 6.5 toneladas por hectárea de café oro. Además, sus granos presentan un tamaño considerable, lo que permite una retención superior al 80% de la masa total del café en las cribas 19 y 20.

Según (Legra, 2019), en la producción cafetalera en zonas llanas es fundamental implementar un conjunto de tecnologías promisorias. Entre ellas, se destaca el uso de bioproductos, la poda de descope en los cafetos para estimular la emisión de ramas de orden secundario y terciario, así como el cambio de copa como alternativa para rehabilitar plantaciones poco productivas con variedades de grano de mayor tamaño. Además, se recomienda el manejo e intercalamiento de sombra mediante especies forestales, fijadoras de nitrógeno y frutales.

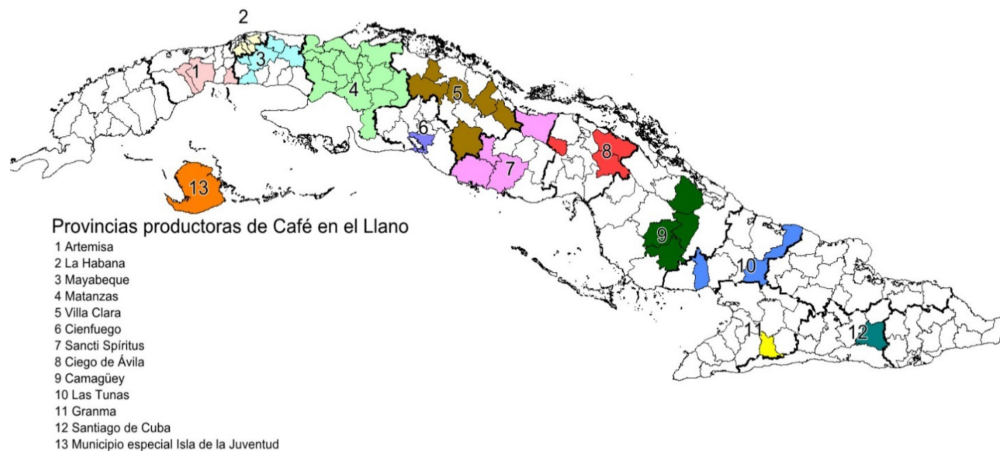


Figura 2. Áreas de intervención del proyecto.



Figura 3. *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner. Variedades vietnamitas.

También es relevante la aplicación de tecnología de riego para inducir floraciones y mitigar los efectos negativos de la reducción de los niveles de precipitación y el aumento de la temperatura.

Por último, el uso del injerto hipocotiledonal de café arábica sobre patrón de robusta garantiza una planta más vigorosa y resistente (Figura 4).

La luz y el agua son dos de los factores ambientales más influyentes en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas (Cavatte et al., 2012). En varios países productores de café, el déficit hídrico es considerado el principal estrés ambiental, con un impacto significativo en el desarrollo y producción cafetalera (DaMatta & Rodríguez, 2007), citados por (Covre et al., 2015).

Un suministro adecuado de agua en el cultivo mejora la actividad fotosintética, favorece una floración óptima y uniforme, y contribuye al llenado y maduración homogénea del grano. Además, permite incrementar la producción, donde el límite mínimo de precipitación requerido por el cafeto durante un ciclo productivo de 800 mm (Bonomo et al., 2017; Venancio et al., 2016). Según expertos, en los próximos años el área de café bajo riego crecerá de

manera significativa (Figura 5). Esto se debe al aumento de la temperatura, la disminución del régimen hídrico, la expansión de la producción cafetalera a zonas con déficit de agua y la reducción en los costos de los equipos de riego, los cuales se emplean con mayor frecuencia (Partelli et al., 2013).

En Cuba, aunque se reconocen las ventajas del riego y de los cultivos asociados al café, no existen resultados concluyentes en zonas llanas de baja altitud. Por esta razón, es crucial desarrollar investigaciones e implementar innovaciones que permitan un incremento productivo acelerado. Esto se lograría mediante el empoderamiento de los distintos actores de la cadena productiva a través de actividades de capacitación. Esta realidad exige que los técnicos y todos los involucrados en la producción cafetalera se mantengan actualizados en el conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías (Intagri, 2017).

Sin embargo, no todas las áreas con vocación para el cultivo del café en las zonas llanas de baja altitud pueden ser irrigadas. Por ello, es fundamental aprovechar los beneficios de los sistemas agroforestales (SAF), los cuales, cuando son bien manejados, incrementan la rentabilidad del café y



Figura 4. Centro de injerto y local empleado para la fase de aclimatación de los fosforitos.

mitigan los efectos de los períodos prolongados de déficit hídrico. Además, estos sistemas contribuyen a la fijación de nitrógeno, al mantenimiento de la fertilidad del suelo y a la reducción de la erosión. También favorecen el reciclaje de nutrientes, aportan una gran cantidad de materia orgánica y se consideran un modo de producción estratégico orientado al desarrollo sustentable de los productores (Ruiz et al., 2020). Esto permite adoptar un enfoque de economía circular que implica evitar el consumo excesivo de insumos, así como fomentar la práctica de compartir, arrendar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar los materiales y productos disponibles en cada finca durante el mayor tiempo posible (Arroyo, 2018).

El proyecto se encuentra acorde con los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución Cubana, aprobados en el Séptimo Congreso del Partido. Entre estos lineamientos destacan los siguientes:

156. Desarrollar una agricultura sostenible mediante una gestión integrada de ciencia, tecnología y medio ambiente.

167. Impulsar el desarrollo de las actividades tabacalera, cafetalera, apícola, del cacao y otros rubros, con el objetivo de contribuir a la recuperación gradual de la producción nacional y reducir las importaciones.

El programa de desarrollo cafetalero en el llano, vigente para el período 2016-2030, prevé incrementar las plantaciones y los rendimientos de manera sostenida. Este programa contempla el desarrollo de varios polos productivos en el país, los cuales están incluidos dentro de las 63 medidas implementadas por el Ministerio de la Agricultura en 2021. Además, se articula con la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Ley 148 de 2022), que establece entre sus líneas estratégicas la elaboración de programas de producción de café en todos los municipios del país.



Figura 5. Áreas bajo riego.

PROBLEMAS A RESOLVER

En Cuba, la producción y los rendimientos del café han disminuido significativamente en los últimos años debido a una combinación de factores edafoclimáticos, sociales, tecnológicos y económicos. Como consecuencia, el país invierte anualmente más de 25 millones de dólares en la importación de aproximadamente 8 000 toneladas de café oro para satisfacer la demanda nacional.

Para revertir esta situación, se ha implementado un programa de desarrollo cafetalero con vigencia hasta 2030. Este plan contempla el cultivo en áreas con condiciones favorables en zonas llanas de baja altitud, con el objetivo de aumentar la producción y los rendimientos para cubrir el consumo interno y fortalecer las exportaciones. Sin embargo, los productores de estos territorios carecen de experiencia y no disponen de los paquetes tecnológicos necesarios para establecer y gestionar eficientemente las plantaciones de cafetos. Esta situación dificulta la obtención de cosechas con rendimientos elevados y sostenibles en el tiempo.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

General

Contribuir a la implementación del programa de desarrollo cafetalero cubano en zonas llanas de baja altitud; mediante la obtención, transferencia y aplicación de paquetes tecnológicos integrados en el establecimiento y manejo de plantaciones de cafetos y su apropiación por los actores de la cadena productiva.

Específicos

1. Definir tecnologías sostenibles para la producción de posturas de café en zonas llanas de baja altitud a partir de materiales orgánicos locales.
2. Definir tecnologías para el establecimiento, manejo y producción de café en zonas de baja altitud con el empleo o no de técnicas de riego según las características de cada localidad.
3. Apropiar a los actores de la cadena productiva con tecnologías para el establecimiento y manejo de plantaciones de café en zonas llanas de baja altitud.

IMPACTOS

Científico

Desde el punto de vista científico, se han identificado y caracterizado las principales fuentes de materia orgánica local existentes en dichos territorios. Por primera vez en estas condiciones, se ha determinado el régimen y la norma de riego óptimos para el cultivo, así como su efecto sobre la producción, el rendimiento agrícola e industrial y la calidad del café. Además, se han identificado las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo en estas condiciones y se han establecido estrategias de manejo adecuadas para las diferentes etapas de desarrollo.

Asimismo, se han determinado los cultivos que deben asociarse con el café en cada fase de su desarrollo, y se ha definido un manejo agroforestal en distintos sitios. Se están evaluando las tecnologías más adecuadas para el establecimiento y manejo del café en zonas llanas de

baja altitud. También se estudia el efecto del riego en algunas áreas, con la elaboración de informes técnicos y publicaciones correspondientes, lo que garantizará la viabilidad del proyecto a largo plazo.

Económico

El proyecto tiene un impacto económico significativo, ya que se están aplicando paquetes tecnológicos integrados para la producción de posturas de café con variedades altamente productivas. Estas se están plantando en más de 40 hectáreas, donde se espera alcanzar rendimientos superiores a 0.80 t.ha⁻¹. La producción cafetalera se diversificará mediante el establecimiento de cultivos asociados, como maíz y frijol, que generan ingresos adicionales al cultivo principal, el café.

Con la producción obtenida en las áreas del proyecto y la asesoría a productores de zonas cercanas, se incrementará la eficiencia y producción de estos rubros. Además, los ingresos de los productores y sus familias han aumentado, lo que contribuye a mejorar su nivel de vida y a reducir las importaciones de productos con alta demanda en la población.

Social

Desde el punto de vista social, el proyecto ha generado nuevos puestos de trabajo, priorizando la participación de mujeres y jóvenes, quienes poseen mayores habilidades para realizar el injerto hipocotiledonal y otras actividades agrotécnicas esenciales para el desarrollo óptimo del cultivo. Se han implementado marcos de plantación que facilitan la mecanización y permiten una diversificación productiva adecuada (Figura 6).

Estas estrategias han reducido la necesidad de trabajo manual, lo que ha resultado en incrementos significativos en los rendimientos y volúmenes productivos. Como consecuencia, se ha elevado el nivel adquisitivo de los productores y sus familias. Además, las capacitaciones impartidas a directivos, técnicos, obreros y pobladores han permitido la apropiación de nuevas tecnologías, garantizando la pertinencia y sostenibilidad del proyecto.



Figura 6. Labores culturales de forma mecanizada.

Medioambiental

El proyecto tiene un impacto positivo en el medio ambiente, ya que el cultivo principal se ha establecido con variedades que poseen genes de resistencia a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. y Br), reduciendo así el uso de productos químicos para su control. En las calles de la plantación de café se han establecido cultivos asociados, como el frijol, que contribuye a la fijación del nitrógeno atmosférico.

Las aplicaciones de fertilizantes (NPK) se realizan con base en análisis agroquímicos del suelo y la planta, considerando el tipo de suelo, su nivel de fertilidad y el volumen productivo esperado. Se ha reducido la carga contaminante mediante el uso de métodos agroecológicos, como biofertilización, bioestimulantes y biocontroladores, desarrollados por los propios productores. Además, los residuos se han reutilizado siguiendo un enfoque de economía circular, que permite reciclar materiales y productos en cada finca durante el mayor tiempo posible, disminuyendo así la contaminación.

Se ha implementado un manejo integrado de plagas, en el cual la lucha biológica juega un papel fundamental. Solo se aplican productos químicos cuando los daños superan el "umbral de daño económico (UDE)", es decir, cuando el costo del daño ocasionado por la plaga es mayor que el costo del control necesario.

RIESGOS

Los principales riesgos que pueden afectar los resultados esperados en el proyecto son:

- Averías en los sistemas de riego.
- Falta de insumos como fertilizantes.
- Pérdidas de café por problemas de protección.

METODOLOGÍAS, TECNOLOGÍAS, NORMAS Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolla en zonas llanas de baja altitud en las localidades identificadas (Tabla 1).

Se han establecido plantaciones de cafetos con variedades de *C. arabica* altamente productivas y resistentes a la roya, entre ellas Var. Isla 5-4, 6-11, 6-14 y Laferno. En el caso de *C. canephora*, se utilizan mezclas clonales procedentes de Vietnam y otras obtenidas en Cuba, probadas en diferentes escenarios productivos con excelentes resultados. Estas variedades se caracterizan por rendimientos potenciales de hasta 6,5 t·h⁻¹ y granos de gran tamaño, con cribas de hasta 19 y 20. En todos los casos, la propagación ha sido preferentemente por vía vegetativa debido a que es una especie alógama. Cuando la reproducción vegetativa se dificulta, se emplean semillas de primera generación obtenidas mediante métodos biotecnológicos.

Metodologías generales

Para el desarrollo del cultivo del café, ha sido necesario establecer cortinas rompevientos en algunas áreas con el fin de mitigar el efecto nocivo del viento. Se han empleado especies como *Cassia siamea*, tamarindo (*Tamarindus indica*), casuarinas (*Casuarina* sp.), gandul (*Cajanus cajan*), caoba africana (*Khaya nyasica*) y aguacate (*Persea americana*) entre otras adaptadas a las condiciones locales (Figura 7). Además, se han asociado otros cultivos con el cafeto, como maíz y crotalaria, creando una cortina interna que contribuye a la protección de las plantaciones.

En algunas áreas, se han establecido cultivos asociados en las calles del cafeto, una práctica determinante para aumentar la productividad de los sistemas de producción. Para ello, es fundamental definir los arreglos espaciales y la densidad de siembra adecuados para la plantación.

Tabla 1. Localidades donde se encuentran las fincas incluidas en el proyecto.

Finca o productor	Provincia	Municipio	Principales tecnologías a aplicar.
Finca Pulido (Iagric)	Artemisa	Alquizar	Se establecen y manejan plantaciones de robusta, con SAF y riego.
Finca el Brujo	Artemisa	Artemisa	Se establecen y manejan plantaciones de arábico, con frutales y riego.
Finca el Cojo Salina	Mayabeque	San José	Se establecen y manejan plantaciones de robusta, con SAF y sin riego.
Finca Santa Brígida	Mayabeque	Madrugá	Se establecen y manejan plantaciones de arábico con frutales y sin riego.
Finca Ceiba Mocha	Matanzas	Matanzas	Se establecen y manejan plantaciones de arábico y robusta con cultivos asociados.
Finca los Mangos	Cienfuegos	Cumanayagua	Se establecen y manejan plantaciones de robusta con cultivos asociados.
Finca San Benito	Villa Clara	Manicaragua	Se establecen y manejan plantaciones de robusta en SAF y sin riego.
Finca Negrin	Sancti Spiritus	Fomento	Se establecen y manejan plantaciones de robusta, SAF, frutales y riego.
Finca Alex. Castañeda	Sancti Spiritus	Cabaiguán	Se establecen y manejan plantaciones de robusta con cultivos asociados.
Finca el Taburete	Camagüey	Jimaguayú	Se establecen y manejan plantaciones de robusta, SAF y con riego.

Nota: En los sistemas agroforestales (SAF) varían las especies a utilizar.



Figura 7. Cultivo de café bajo de *Cajanus cajan* (gandul), *Khaya nyasica* (caoba africana) y *Persea americana* (aguacate).

Se están estudiando diferentes marcos de plantación en el cultivo del café. Asimismo, se han implementado prácticas de policultivo, asociando el café con especies como maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), canavalia (*Canavalia ensiformis*) y crotalaria (*Crotalaria juncea*). En los realengos, se han plantado frutales, coco y plátano de porte bajo. Además, se han dejado surcos de barbecho para evaluar el efecto de los diferentes cultivos sobre el desarrollo del café, determinando la producción, el rendimiento y el impacto económico de cada sistema de cultivo.

Estrategia fitosanitaria

En todas las áreas, se aplicará la estrategia de protección fitosanitaria aprobada para el cultivo del café, basada en el concepto de Manejo Integrado de Plagas (MIP). Un componente esencial de esta estrategia es la lucha biológica, cuya premisa fundamental es el equilibrio entre plagas y biorreguladores alcanzado a lo largo de los años. Se prevé proteger el 100% de los viveros y del área bajo el proyecto. Este sistema debe contar con aceptación social, garantizar estabilidad ecológica, seguridad ambiental y no afectar el desarrollo de los recursos humanos, además de ser económicamente viable.

Estrategia de fertilización

Siempre que se dispone de fertilizantes químicos, se realizan aplicaciones en todas las áreas, excepto en aquellas donde se estudian variantes de fertilización. Las dosis de fertilizante se determinan mediante la Metodología del Sistema Agroquímico, la cual considera diversos factores como el tipo de suelo, el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, la materia orgánica, el pH, la edad de la plantación y el rendimiento esperado.

Las fertilizaciones con abonos químicos, bioestimuladores y biofertilizantes se llevan a cabo según la disponibilidad en GELMA. La fertilización con abonos orgánicos se realiza con compost proveniente de los restos de cosecha de cada lugar y otras fuentes de abono orgánico, como cachaza, estiércol vacuno, de ganado menor, equino y gallinaza, entre otros.

Viveros

Para el establecimiento de los viveros, las bolsas se llenan con un sustrato compuesto por tres partes de suelo y una de abono orgánico. Si se dispone de fertilizante químico rico en fósforo, se incorpora al sustrato en una proporción de 10,9 kg·m³ de mezcla (Figura 8). Cuando se implementa



Figura 8. Abonos orgánicos locales para producir posturas de café.

la tecnología de viveros en tubetes, estos se llenan con un sustrato con un 50% de humedad, compuesto por una mezcla en proporción 1:1 (v/v) de suelo y abono orgánico. Si se cuenta con fertilizante químico, se adiciona al sustrato el equivalente a 2 g por tubete, preferentemente utilizando fertilizantes de liberación controlada, como Multicote.

Independientemente de la tecnología producción de posturas que se utilice, se puede aplicar la fertilización foliar mensualmente a partir del segundo par de hojas verdaderas con bioestimulantes y biofertilizantes de producción nacional comercializados en GELMA. Si las posturas no muestran un adecuado desarrollo se debe aplicar la fórmula completa NPK 7-14-7 cuando el 80% de las posturas alcancen el tercer y quinto par de hojas verdaderas.

EXPERIENCIA DEL JEFE DEL PROYECTO

El Dr. C. Ciro Sánchez Esmoris fue jefe del tema de investigación sobre viveros y semillas de café desde la década de 1990 hasta 1996. Posteriormente, se desempeñó como gerente de tres proyectos nacionales pertenecientes al programa de Desarrollo Sostenible de la Montaña, así como de otros tres proyectos de los programas territoriales en las provincias de Villa Clara y Sancti Spiritus. En los últimos años, ha liderado el proyecto de perfeccionamiento de la tecnología de producción de posturas de café en tubetes y el programa internacional CAFESCUELA. Su experiencia en el cultivo del cafeto es extensa. Es doctor en Ciencias Agrícolas, investigador titular y ha formado a dos másteres y un doctor en ciencias dentro de esta temática. Además, ha impartido y recibido asistencia técnica sobre el cultivo del café en Venezuela y Vietnam.

BIBLIOGRAFÍA

Arroyo, F. R. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78-98.

Bonomo, D., Bonomo, R., Partelli, F. L., & de Souza, J. M. (2017). Genótipos de café conilon sob ajuste de diferentes coeficientes de cultura ajustados. *Irriga*, 22(2), 236-248. <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2286>

Canet, G., Soto Viquez, C., Ocampo Thomason, P., Rivera Ramírez, J., Navarro Hurtado, A., Guatemala Morales, G., & Villanueva Rodríguez, S. (2016). *La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe*. Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. (CIATEJ).

Cavatte, P. C., Oliveira, Á. A. G., Morais, L. E., Martins, S. C. V., Sanglard, L. M. V. P., & DaMatta, F. M. (2012). Could shading reduce the negative impacts of drought on coffee? A morphophysiological analysis. *Physiologia Plantarum*, 144(2), 111-122. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2011.01525.x>

Covre, A. M., Partelli, F. L., Gontijo, I., & Zucoloto, M. (2015). Distribuição do sistema radicular de cafeeiro conilon irrigado e não irrigado. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 50(11), 1006-1016. <https://www.scielo.br/j/pab/a/ZV4GjrVZMrJgqGskDPj64rg/>

DaMatta, F., & Rodríguez, N. (2007). Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: Una visión agrnómica y ecofisiológica. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 113-123. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99652007000100013&script=sci_art-text

Figueroa, O., & Sifonte, Y. J. (2019). *¿Cómo marcha la producción de café, coco y cacao en Cuba?* Cubadebate. <http://www.cubadebate.cu/especiales/2019/12/03/como-marcha-la-produccion-de-cafe-coco-y-cacao-en-cuba-video/>

FIRA. (2019). *Panorama Agroalimentario. Café 2016* (p. 37). Dirección de Investigación y Evaluación

- de la Economía Sectorial. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200636/Panorama_Agroalimentario_Caf_2016.pdf
- Gómez, S. (2019). *La economía del café: ¿Quién se está quedando el dinero?* Obtenido de Qué Café: ¿Quién se está quedando el dinero? <https://quecafe.info/la-economia-del-cafe-quien-se-esta-quedando-el-dinero/>
- ICAFE, (. (2016). *Informe sobre la actividad cafetalera de Costa Rica*. Instituto del Café de Costa Rica.
- Intagri, S. C. (2017). *¿Qué es la Capacitación Agrícola?* Intagri. <https://www.intagri.com/articulos/noticias/que-es-la-capacitacion-agricola>
- Labouisse, J.-P., Cubry, P., Austerlitz, F., Rivallan, R., & Nguyen, H. A. (2020). New insights on spatial genetic structure and diversity of *Coffea canephora* (Rubiaceae) in Upper Guinea based on old herbaria. *Plant Ecology and Evolution*, 153(1), 82-100. <https://doi.org/10.5091/plevevo.2020.1584>
- Legra, E. (2017). *Informe técnico sobre la implementación del programa de desarrollo del café en las zonas llanas de baja altitud* (p. 13).
- Legra, E. (2019). *Informe sobre la implementación del programa de desarrollo del café en las zonas llanas de baja altitud* (p. 8).
- Mariño, Y. A. (2014). Respuesta fotosintética de *Coffea arabica* L. a diferentes niveles de luz y disponibilidad hídrica. *Acta Agronómica*, 63(2), 128-135. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122014000200005&script=sci_arttext
- MINAGRI. (2017). *Programa de desarrollo para la producción de café en el llano* (p. 21). Grupo Empresarial Agroforestal.
- Partelli, F. L., Marré, W. B., Falqueto, A. R., Vieira, H. D., & Cavatti, P. C. (2013). Seasonal vegetative growth in genotypes of *Coffea canephora*, as related to climatic factors. *Journal of Agricultural Science*, 5(8), 108. https://www.researchgate.net/profile/Antelmo-Falqueto/publication/269914443_Seasonal_Vegetative_Growth_in_Genotypes_of_Coffea_canephora_as_Related_to_Climatic_Factors/links/630b70e11ddd447021162b9c/Seasonal-Vegetative-Growth-in-Genotypes-of-Coffea-canephora-as-Related-to-Climatic-Factors.pdf
- Ruiz, P., Díaz, J. D. G., Velarde, E. V., & Rivas, A. I. M. (2020). Sistemas agroforestales de café como alternativa de producción sustentable para pequeños productores de México. *Revista Ra Ximhai*, 16(4 Especial), 137-158. <https://raximhai.uaim.edu.mx/index.php/rx/article/view/81>
- Soto, F. (1980). Estimaclon del área foliar en *C. arabica* L. a partir de las medidas lineales de las hojas. *Cultivos tropicales*, 2(3), 115-128. <https://ediciones.inca.edu.cu/files/anteriores/1980/3/CT02310.pdf>
- Vázquez, E., Martínez, F., Arañó, L., Rodríguez, Y., Bustamante, C., Carracedo, C., Chacón, J., Fernández, I., Pichardo, R., Guerra, Y., Morán, N., & Ramajo, J. (2018). *Indicaciones técnicas para el cultivo del café en el llano a baja altitud* (p. 91). Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Dirección de Café y Cacao del Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña, Ministerio de la Agricultura.
- Venancio, L. P., Cunha, F. F., & Mantovani, E. C. (2016). Demanda hídrica do cafeeiro conilon irrigado por diferentes sistemas de irrigação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, 10(4). <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=19827679&AN=118368772&h=IjjmocRN5QSMXvHb07OKZ2ZU%2Biw2vv19dXeQKp8KjpodVymNUMYVumxOp5ANh5Ag6HdeSk16NjPtKUiXmG07gg%3D%3D&crl=c>
- Vértiz, R. A. (2017). *Caracterización agronómica de 85 accesiones de café (Coffea arabica L.) en el banco de germoplasma en San Ramón, Chanchamayo, año 2016* [Tesis (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/79ebe21f-2983-4a06-94b2-b264baa83758>