



Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo

Título. Prácticas de manejo agroecológico del cultivo de café en el mejoramiento de la productividad en tres fincas cafetaleras de la zona de Cuatro Vientos, Cumanayagua

Autor: Jorge Luís Martínez Vilches

Tutor: MSc. Isel González Marrero

Curso 2024

RESUMEN

El café es un cultivo muy emblemático a nivel mundial que ha tomado mucho auge en los últimos años y en Cuba se cultiva dos variedades de café, arábica y robusta, siendo la variedad arábica la que se cultiva en gran porcentaje del territorio nacional ya que presenta las mejores propiedades organolépticas (acidez, aroma, cuerpo y sabor) que son muy exigidas en los diferentes mercados. La producción de café agroecológico es una alternativa para muchas familias campesinas de Cuba. El objetivo general de la presente investigación es analizar las diferentes prácticas de manejo agroecológico del cultivo de café para contribuir al mejoramiento de la producción y productividad en tres fincas cafetaleras de la zona de Cuatro Vientos, en Cumanayagua, Cienfuegos. Se empleó como técnica de investigación el estudio documental, observación directa y entrevistas a los productores. Las principales prácticas analizadas que contribuyen a la producción del café agroecológico son: fertilización, control de malezas, podas, regulación de sombra, manejo integrado de plagas y enfermedades, con el fin de contrarrestar los agentes que causan pérdidas en la producción. Estas alternativas recuperan la biodiversidad y mejoran el equilibrio de los agroecosistemas. En el caso de las tres fincas, se debe considerar que algunas prácticas tienen influencia tanto en el aumento de la diversidad productiva como en el mejoramiento de la fertilidad del suelo, considerando baja recuperación en la fertilidad de los suelos a través de prácticas tanto de incorporación de materia verde y tendencia a mejorar los suelos con uso de fertilizantes químicos.

Palabras claves: fertilización, control de malezas, podas, regulación de sombra, manejo integrado.

ABSTRACT

Coffee is a very emblematic crop worldwide that has gained a lot of popularity in recent years and in Cuba two varieties of coffee are grown, Arabica and Robusta, with the Arabica variety being the one that is grown in a large percentage of the national territory since it presents the best organoleptic properties (acidity, aroma, body and flavor) that are highly demanded in different markets. The production of agroecological coffee is an alternative for many peasant families in Cuba. The general objective of this research is to analyze the different agroecological management practices of coffee cultivation to contribute to the improvement of production and productivity in three coffee farms in the Cuatro Vientos area, in Cumanayagua, Cienfuegos. Documentary study, direct observation and interviews with producers were used as a research technique. The main practices analyzed that contribute to the production of agroecological coffee are: fertilization, weed control, pruning, shade regulation, integrated management of pests and diseases, in order to counteract the agents that cause losses in production. These alternatives recover biodiversity and improve the balance of agroecosystems. In the case of the three farms, it must be considered that some practices have an influence on both the increase in productive diversity and the improvement of soil fertility, considering low recovery in soil fertility through practices of both incorporations of green matter and tendency to improve soils with the use of chemical fertilizers.

Keywords: fertilization, weed control, pruning, shade regulation, integrated management.

ÍNDICE

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1. La Caficultura en el mundo.....	5
1.1.1. La caficultura en Cuba.....	8
1.2. Descripción botánica del café.....	11
1.2.1. Características organolépticas.....	12
1.2.2. Condiciones biofísicas generales para el cultivo de café.....	13
2. Manejo agroecológico del cultivo de café.....	14
2.1. La agroecología como alternativa de producción sostenible de café.....	16
2.2. La extensión rural y la apropiación de conocimiento en los productores de café.....	20
2.3. Prácticas agroecológicas.....	22
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
2.1. Localización y periodización de la investigación.....	26
2.2. Identificación de las prácticas de manejo ecológico al mejoramiento de la producción y productividad del café.....	26
2.3. Caracterización de las prácticas de producción agroecológica para el manejo del café en las fincas de estudio.....	27
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
3.1. Caracterización edafoclimática de la zona.....	30
3.2. Características específicas de las tres fincas cafetaleras estudiadas en la zona Cuatro Vientos.....	35
3.3. Prácticas agroecológicas en las tres fincas de estudio.....	38
CONCLUSIONES.....	50
RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

La producción cafetalera en Cuba cuenta con una amplia tradición y ha mostrado ser un sector con resultados productivos favorables. Sin embargo, enfrenta muchas dificultades o retos entre los cuales se encuentra la baja productividad que trae como resultado la baja rentabilidad del cultivo, situación que debilita la competitividad del sector cafetalero en el país. Las causas que inciden en este círculo vicioso son los limitados conocimientos del productor para la aplicación de tecnología en la producción y procesamiento primario (post cosecha) a lo cual se suma el empobrecimiento de los suelos.

Por ello, se hace necesario introducir innovaciones agroecológicas que contribuyan a mejorar los rendimientos del cultivo con métodos y técnicas, para restaurar y aumentar la biodiversidad del agro ecosistema (Stephen, 2022), haciendo uso de sus propios recursos locales, para la producción de cafés especiales, y más aún para la producción sostenible de alimentos saludables que se encuentren en equilibrio con la naturaleza y que a la vez proporciona servicios ecológicos claves para los agroecosistemas.

El cafeto, aun cuando es tolerante a un amplio rango de condiciones ecológicas donde crece y se desarrolla adecuadamente, muchas de las plantaciones cafetaleras se encuentran ubicadas en áreas que presentan uno o más factores limitantes que imposibilitan alcanzar rendimientos aceptables, al igual que existen zonas que no están dedicadas a este cultivo y que por sus condiciones agroecológicas pueden resultar aptas. El cafeto es un cultivo que ha sido ampliamente dispersado por el hombre y se desarrolla en una gran diversidad de ambientes. Se cultiva desde 3000 m de altitud hasta prácticamente el nivel del mar; las plantaciones comerciales se distribuyen desde Cuba a 22º de latitud norte hasta Paraná (Brasil) a 26º de latitud sur (Soto, 2018). La altitud a la cual el cafeto crece comercialmente depende de la distancia desde el Ecuador (Hernández, 2019), jugando este factor un papel fundamental en la distribución del cultivo (Figuroa, 2021).

El café conocido por su inconfundible característica, entre ella es su agradable sabor y aroma, genera una gran fuente de trabajo para muchas familias, en Cuba resulta una actividad familiar que requiere de mano de obra lo cual fomenta empleo rural y urbano, llegando a ser un producto de exportación a muchos países en los últimos años. En Cuba su porcentaje de adaptabilidad es muy relevante por las condiciones climáticas que presenta este cultivo (Altieri y Nicholls, (2020).

La mayoría de productores cafetaleros está muy ligada a un mal manejo de prácticas del cultivo, que deterioran el ambiente provocando el desequilibrio del agroecosistema, por ejemplo la utilización de pesticidas químicos ponen en riesgo la salud de productores y consumidores de café, ponen en riesgo la vida de organismos que en muchos casos son controladores benéficos de plagas y entre otras, estas prácticas afectan la soberanía alimentaria, elevando costos de producción y por lo tanto disminuyen el ingreso a los agricultores.

El café orgánico es considerado como un sistema de producción sostenible y sustentable en donde emplea técnicas agroecológicas en el cual evita la utilización de productos sintéticos ya sea fertilizante o plaguicidas. Estas prácticas han tomado mucha importancia ya que permiten a los grandes y pequeños(as) productores a tomar conciencia sobre el uso de estos productos y están enfocados a tener un nuevo concepto del manejo y conservación de recursos asegurando una presente y una futura satisfacción de las necesidades humanas, donde que su manejo adecuado garantice su producción eficiente y sostenible, económica, social y ambientalmente (Columbus y Pulgarín, 2017).

Cuba ha sido tradicionalmente un país productor de café y se ha apreciado por la calidad del producto; recientemente se cumplieron 250 años de su introducción en la isla y en el año 1833 fue el primer exportador del grano; en 1960 Cuba era el sexto país productor del área del Caribe y en 1961 se llegaron a producir 60 000 t de café, la cifra más alta en la historia de este cultivo en el país. En la actualidad se dispone de una tecnología que permite alcanzar altos niveles de producción, lo que unido a los conocimientos técnicos y la experiencia acumulada por parte de los especialistas y productores se podrá en pocos años alcanzar los niveles de producción que requiere el país. Este cultivo se concentra casi exclusivamente en las tres regiones montañosas de Cuba (Díaz, 2022): en la región oriental del país (macizos Sagua-Nipe-Baracoa y Sierra Maestra), donde se produce el 80 % del grano, el 14 % se produce en la zona central (macizo Guamuhaya) y en la región occidental (macizo Guaniguanico) se produce el 6 % del café cubano. Desde la introducción del café, Cuba ha sido tradicionalmente un país productor del grano llegando a lograrse altas producciones. En muchos trabajos de investigación desarrollados en los últimos 30 años, se informan rendimientos hasta de más de 3 t.ha⁻¹ de café oro. Esto indica que existen condiciones para desarrollar una caficultura eficiente, siendo necesario conocer cuáles son aquellas zonas que por sus características edafoclimáticas son las adecuadas para el mejor

crecimiento y producción del cafeto. En el nuevo siglo se abrirán nuevas oportunidades para la producción de café en Cuba; en tal sentido, el Ministerio de la Agricultura trazó los objetivos estratégicos para equilibrar la producción, recuperar las cifras históricas de recoger, beneficiar y comercializar más de cincuenta mil toneladas de café; en los rendimientos se proponen alcanzar la media internacional de 0.5 t/ha-1 de café oro como promedio nacional y en el 20 % de las áreas 1.0 t/ha-1 de café oro (Díaz, 2022).

La producción cafetalera como fuente generadora del desarrollo, tiene en la montaña potencialidades aún no explotadas, dadas por sus diversas condiciones edafoclimáticas, lo cual justifica sin lugar a dudas, la necesidad de una tecnología integral que posibilite una explotación racional produciendo en cada sitio lo que corresponda, según los caracteres agroecológicos de los mismos en función de la obtención de altos rendimientos con la adecuada protección de los recursos naturales y del medio ambiente (MINAG, 2022).

En el país se dedican alrededor de 9 000 caballerías al cultivo del cafeto, de ellas, 80% se encuentra en producción. En la cosecha participan unas 255 000 personas: 100 mil entre productores y familiares, 30 mil trabajadores movilizados de otros sectores y 125 mil estudiantes, lo que demuestra la capacidad de este cultivo como fuente de empleo y generador de ingresos para la población serrana. El café representa el 76% de las exportaciones de las montañas (MINAG, 2022).

Las alternativas que se presentan en el contexto de las tres fincas cafetaleras de la zona Cuatro Vientos se realiza con el fin de evitar el mal manejo convencional de las plantaciones tienen características como: utilizar sistemas forestales como fuentes de sombra que regulan el microclima, protegen el suelo de la erosión, utilizar recursos naturales disponibles en el entorno, asociar con especies frutales, especies animales menores, realizar manejos culturales de malas hierbas o a su vez aprovechar de ellas como en el caso de las malezas nobles, realizar prácticas de conservación de suelos, realizar labores culturales de cultivo para combatir la presencia de plagas y enfermedades o con agentes biológicos controladores, también permite la utilización de suministros locales para la elaboración de abonos y fertilizantes.

Estas técnicas tienen el propósito de satisfacer las necesidades de los productores y de los consumidores, en los productores les permita mejorar la producción y a su vez tengan mayor rendimiento y mejores ingresos y contribuyan a mejorar la calidad de vida de los pequeños

productores de café permitiéndoles obtener una mejor rentabilidad basadas en principios que ayuden a contribuir el medioambiente y de brindar la confiabilidad de un café de calidad a los consumidores.

Problema de investigación

- ¿Cómo contribuyen las prácticas de manejo agroecológico al mejoramiento de la producción y productividad del café en tres fincas cafetaleras en la zona de Cuatro Vientos?

Hipótesis

- El análisis de las prácticas de manejo agroecológico, permitirá el mejoramiento de la producción y productividad del café en tres fincas cafetaleras en la zona de Cuatro Vientos.

Objetivo general

- Analizar prácticas de manejo agroecológico del cultivo de café para contribuir al mejoramiento de la producción y productividad en tres fincas de productores en la zona de Cuatro Vientos.

Objetivos específicos

1. Identificar las prácticas de manejo agroecológico al mejoramiento de la producción y productividad del café.
2. Caracterizar las prácticas de producción agroecológica para el manejo del café en las fincas de estudio.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. La Caficultura en el mundo

Según manifiestan Columbus y Pulgarín (2017), el vocablo café se deriva del árabe Kahwah (cauá), se trata de un arbusto que siempre perdura de color verde. Según la historia es originario de Etiopía, para su descubrimiento existen varias teorías sobre la aparición del café, pero dos son las más relevantes: la primera manifiesta que el cafeto fue descubierto por un pastor que fue a ver sus cabras y se ponían nerviosas e intranquilas después que habían comido el fruto de esta planta. La segunda versión afirma que el café fue descubierto por unos monjes que lo utilizaban para proporcionarse insomnio en sus horas de oración nocturna. El fruto del café tiene la apariencia de una cereza pequeña o drupa, cuando nace es de un color verde, que cambia luego a amarillo hasta toma un color rojo lo que significa que ha alcanzado su plena madurez (CORECAF, 2019). Las plantaciones de café se pueden cultivar durante 20-30 años, la variedad arábica se da mejor a una altura de 600-2000 metros y a una temperatura de 15-24°C, la variedad Robusta a 200-900 metros y a 24-29°C, por tal razón los cafés provenientes de las altiplanicies tropicales mejoran el aroma, ya que allí, el café crece y madura más despacio. El café se encuentra distribuido en muchas regiones del mundo, América Latina y las Islas del Caribe, África y la península Arábiga, e Indonesia. Existen alrededor de 25 especies, pero la típica bebida de café es más familiarizada con las variedades: arabica (arábiga) y canephora (robusta), siendo la variedad arábica la más aceptada por su agradable sabor y aroma y la más cultivada a nivel mundial (CORECAF, 2019), (Columbus y Pulgarín, 2017).

A nivel mundial, los países productores se encuentran en América del Sur y Central, África y Asia. En la primera zona, Brasil es el principal exportador del mundo, produciendo Robusta y Arábica, esta última en mayor porcentaje. Le sigue Colombia, donde se cultiva un café suave con mucho cuerpo; Costa Rica, con un café muy aromático, Puerto Rico cuyo café es de intenso sabor. Otras zonas donde se cultiva café son México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Venezuela, Bolivia, y Perú. En la zona del sur, se producen diversas variedades en extensas explotaciones mientras que, en la zona de Centroamérica, las plantaciones presentan distintas alturas. Cuanto más alto crecen los cafetales, más intenso es el aroma.

En África destacan países como Costa de Marfil, que produce un café fuerte y amargo; Kenia famoso por sus cultivos de cafés aromáticos y de sabor intenso; Uganda, país productor del Robusta africano más valorado. Destacan, igualmente, otros países como Etiopía, Congo, Tanzania, Camerún o Angola. En Asia, por su parte, los principales países son Vietnam, en primer lugar, constituido como el segundo productor y primero de la variedad Robusta. Este país ha incrementado de forma espectacular su ritmo de producción (Coronel, 2019). En la zona del Caribe se destacan Puerto Rico, Haití y Cuba. Figura 1.



Figura 1. Distribución mundial del café. (Columbus y Pulgarín, 2017).

El comercio de café constituye en la actualidad una actividad muy importante para la economía mundial, en el 2019 la FAO reporta que en el 2017 se produjeron a nivel mundial 9 212 169 t de café grano verde, con un área cosechada de 10 840 130 ha que dieron un rendimiento agrícola de 0,85 t/ha. El primer productor mundial fue Brasil, que alcanzó una producción de 2 680 515 t, seguido de Viet Nam, Colombia y otros países (FAO, 2019). La Figura 1 muestra los primeros 10 países productores de café.

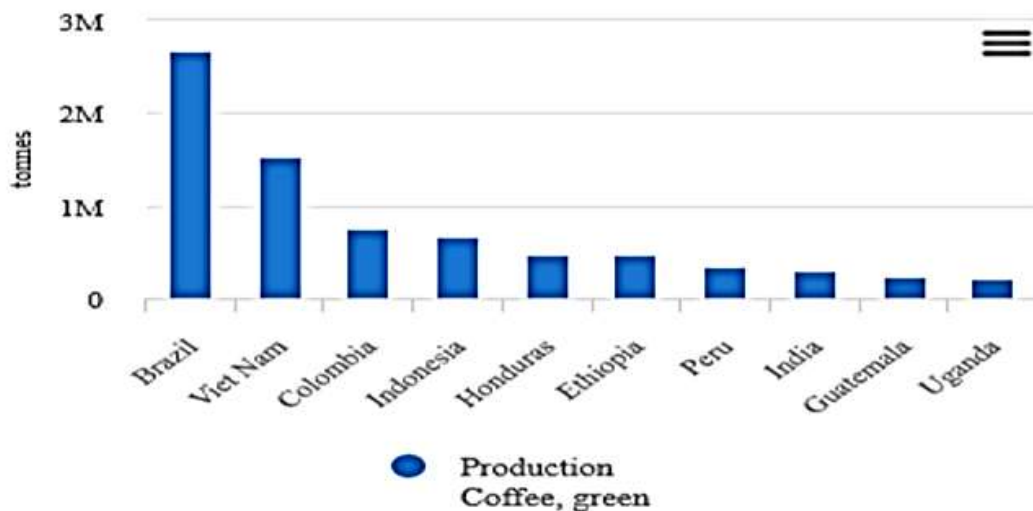


Figura 2. Países productores de café (Fuente FAO, 2019).

El principal importador es Estados Unidos que en 2016 importó café por un valor de 4 898 451 000.00 dólares y el principal exportador es Brasil que en el mismo año exportó café por un valor de 4 843 001 000.00 dólares (FAO, 2019). El mayor consumo se localiza en países de clima frío y altos ingresos, mientras la producción corresponde a países tropicales fundamentalmente subdesarrollados, lo cual, unido a otros factores históricos, políticos y socioeconómicos, ha redundado en que el 75% del café producido en el mundo se destine a su exportación (Cisneros, 2020).

Aunque el café se incluye a escala internacional dentro del grupo de los productos básicos o primarios, no se trata de un bien tan homogéneo como tal clasificación normalmente sugiere. Los cafés se distinguen por su especie y variedad botánica, el método de procesamiento primario (beneficio) aplicado a sus granos, las condiciones naturales (altura, clima, suelo) en que ha sido cultivado, el tratamiento recibido durante su crecimiento, etc. De forma que cada país, región o incluso finca, puede ofrecer un café con sus propias características y cualidades de la bebida resultante, propiciando una diferenciación que ha sido comparada a la del mercado de los vinos (Cisneros, 2020)

1.1.1. La caficultura en Cuba

El café se introdujo en Cuba en el año 1748 por el comerciante habanero José Antonio Gelabert luego de haber emprendido un viaje a República Dominicana, actualmente el cultivo del café ocupa un lugar importante en la agricultura y representa una fuente de entrada de divisas al país por su venta en el mercado internacional, además de ser un producto que tiene una gran demanda interna debido al consumo de la población, por lo que se encuentra priorizado en los planes de desarrollo integral (Pérez, 2022).

A partir de la crisis económica de los años 90, la producción cafetalera se deprimió debido a la falta de inversión para renovaciones, cultivo y proceso y de fuerza de trabajo, debido a la migración a otros sectores económicos en las ciudades. Desde el 2012 se desarrolla un programa cafetalero que busca progresivamente recuperar niveles de plantación y producción y estabilizar el acceso a insumos y fuerza de trabajo. Las principales variedades de café cultivadas pertenecen a *Coffea arabica* L. (Typica, Caturra, Catuai, Bourbon), *Coffea canephora* P. (Robusta) y los híbridos de ambas especies Catimor e Isla; en Cuba el 65 % de las áreas existentes son de *C. arabica* y el 35% de *C. canephora*. Cuba posee 66 000 ha de café enclavadas básicamente en la montaña; desde 2017 se incorporan a la actividad cafetalera áreas del llano ubicadas en seis provincias, lo cual forma parte de una estrategia para aumentar los volúmenes productivos, a lo que se suma la renovación de otras áreas, así como se incorporan 10 000 hectáreas con sistemas de riego con el objetivo de triplicar las producciones hasta 2030. Figura 2.



Figura 3. Distribución nacional del café. Pérez (2019).

Los factores ambientales más importantes en el crecimiento y la producción del café son la radiación solar, la temperatura, la lluvia en cantidad y distribución a través del año, la altitud y el fotoperíodo, entre otros. Se considera que la temperatura y la lluvia son los factores que más afectan en el cultivo del café (Valencia, 2020); en este sentido, en Colombia se señala que la fenología de la planta de café está estrechamente relacionada con la distribución de la precipitación, la temperatura y el brillo solar (CENICAFE, 2020). La temperatura promedio en las regiones productoras de café es de 12.7°C como mínimo y de 26.0°C como máximo y una media de 21.1°C (14); muchos autores definen el rango de temperatura adecuado para el crecimiento y la producción del café entre 16 y 25°C. Para las zonas productoras de Cuba, se señala la existencia de un clima alto y estable con temperatura fresca (Díaz, 2021); el Atlas Nacional de Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 2012) informa que en las alturas y montañas los rangos de temperaturas mínimas y máximas son de 15-20°C y 20-30°C respectivamente. Al valorar este elemento climático, no se señalan limitantes en la isla, ya que las medias mínimas no alcanzan períodos prolongados y con las altas no se han informado efectos negativos visibles (Morales, 2019). Se plantea que la precipitación media anual requerida por el café es de 1800 a 2000 mm, distribuidos a través del año (Castillo, 2020); se considera que el café requiere una precipitación media anual superior a 1200 mm bien distribuidos (Valencia, 2019). Indudablemente la lluvia es uno de los factores más importantes en la distribución del café en el mundo. Por ser una planta siempre verde, el café requiere agua en el subsuelo todo el tiempo, pero en las capas más superficiales del suelo, donde se encuentra el sistema radical. Es necesario un período de seca relativa en una parte del año, que algunos autores consideran entre dos y tres meses, fundamentalmente para la iniciación de las yemas florales (Purscglove, 2020); indudablemente la provisión de agua en el café es importante para acumular el rendimiento. Resulta imprescindible considerar los requerimientos hídricos de la planta en las diferentes fases por las que atraviesa durante su ciclo; la mayor sensibilidad del café al estrés hídrico en relación con el rendimiento se encuentra en los períodos de floración y formación del grano. El balance hídrico de una planta no es más que el equilibrio que existe entre la cantidad de agua que ingresa por absorción y la que sale por transpiración; cuando la transpiración es mayor que la absorción, ocurre déficit hídrico y el balance es desfavorable para la planta (Purscglove, 2020).

En Cuba, el Ministerio de la Agricultura, en los diferentes documentos normativos de la actividad cafetalera, señala que las condiciones adecuadas para el *Coffea arabica* en el país son (ECICC, 2022): En cuanto a las condiciones edáficas, un suelo ideal para el cultivo del cafeto debe tener, en volumen, alrededor del 50% de porosidad, 45% de sustancia mineral y 5% de materia orgánica; la profundidad efectiva debe estar alrededor de 120 cm. Se plantea que los mejores suelos para el cafeto son los profundos, con textura migajosa, estructura friable, buen drenaje y adecuada aireación. Un suelo ideal debe tener 60% de espacios vacíos, de los cuales un tercio debe estar ocupado por aire cuando está húmedo; según este autor el cafeto requiere preferentemente suelos ácidos.

En Cuba, las Normas Técnicas para el Cultivo del Cafeto (ECICC, 2022) definen que los suelos que se utilicen para el cultivo del café deben tener las siguientes características: profundidad no menor de 70 cm, bien drenados y buen contenido de materia orgánica, el pH no debe ser mayor de siete, siendo el óptimo entre 4.5 y 6.5; no debe ser pedregoso ni debe tener carbonato de calcio libre.

Los cafetales de Cuba se encuentran en suelos muy variados, Pardos con carbonato, Ferralíticos Rojo compactado, Ferralíticos Rojo Parduzco Ferromagnésico y Ferríticos Púrpura; muchos de ellos con buenas propiedades para el cultivo, pero en otros existe la presencia de factores limitantes, tales como pendiente, profundidad efectiva, pedregosidad y erosión, entre otros, lo que hace más frágil el ecosistema, a la vez que disminuye la aptitud de estos suelos para el cultivo. Los problemas fitosanitarios tienen una incidencia significativa en la producción y los rendimientos del cafeto; las enfermedades causadas por hongos, los insectos y los nemátodos constituyen los grupos de organismos nocivos que mayores pérdidas ocasionan. La lucha contra estos elementos nocivos ha tenido diversas etapas, hasta los tiempos actuales en que se ha desarrollado con éxito el manejo integrado de plagas (MIP), que involucra aspectos socioeconómicos y ecológicos de gran valor en los agrosistemas donde se cultiva el cafeto en el país (Vázquez, 2020).

En la provincia de Cienfuegos se trabaja por lograr buenos rendimientos agrícolas del café, dado su empleo en la exportación y la obtención de divisas para el país. Según reportes de la Agencia Cubana de Noticias (2024) los rendimientos agrícolas de la provincia y la Empresa Procesadora de Café Eladio Machín Estévez en los años 2021-2022 son de 0,10 t/ha, los cuales son más bajos

que los del resto del país. La acción combinada de la regulación de sombra, el efecto de las podas, la sistematicidad y la uniformidad de las restantes labores de cultivo junto a la influencia de los factores climáticos, intensidad de la luz solar y aumento gradual de la temperatura ayudan al incremento de rendimientos agrícolas en el café (Grave de Peralta, 2021).

Actualmente en todas las UBPC, CPA, CCS y unidades estatales pertenecientes a la Empresa Procesadora de Café “Eladio Machín” de Cumanayagua, se realiza la poda de producción y deshije que se realiza todo el año; sin embargo, con este tipo de poda no se ha logrado el incremento deseado de los rendimientos agrícolas, por lo que se deberían aplicar otros sistemas de poda que pudieran aumentar el rendimiento agrícola del café.

1.2. Descripción botánica del café

Los cafetos son arbustos que llegan hasta los 12 m de altura, con algunas variedades salvajes hasta los 20 m. En las plantaciones, con fines de recolección, son podados entre los 2 y 4 m de altura. Posee tronco recto y liso. Se considera un árbol leñoso. Raíz pivotante, puede llegar hasta los 60 cm de profundidad (Vázquez, 2020).

Vázquez (2020), refiere que las hojas se generan en ramas primarias, secundarias y tallo joven. Hay un par de hojas por cada nudo, con unos 12 cm de largo y 6 cm de ancho, elípticas, algo onduladas y opuestas. Flores. En las axilas de las hojas se forman flores en grupos de 4 y color blanco, un solo ovario y cinco estambres en la unión de los pétalos. Un cafeto requiere alrededor de 3 años para la primera floración y 5 para la primera cosecha. Se producen 2 floraciones al año, pero según la humedad ambiental puede llegar hasta 8 veces, por esta razón se encuentran en la misma planta, frutos en diferente estado de madurez.

El fruto madura en 28 semanas después de la floración, con forma elíptica y con 1,5 cm de largo, está formado por epicarpio o piel, mesocarpio o pulpa, endocarpio o pergamino y dos semillas. Botánicamente es una cereza. En el interior de cada cereza hay dos semillas separadas por un surco y rodeadas de pulpa amarilla, estos son los granos de café, protegidos a su vez, por una película plateada y, sobre esta, un tegumento fino amarillo o pergamino.

La semilla está formada por el endospermo y embrión. Las células del endospermo contienen almidón, aceites esenciales, alcaloides (cafeína). Una fina película plateada rodea al endospermo, cubierta a su vez por el pergamino sobre el que se encuentra una sustancia gelatinosa y azucarada (mucílago), el embrión es blanquecino (Ortuño y Salinas, 2019).

Variedades dentro de las especies *Coffea* más importantes son la variedad arábica (*Coffea arabica*), robusta (*Coffea canephora*) y *Coffea liberica*, siendo las dos primeras variedades las que se encuentran en Cuba.

Café arábigo (*Coffea arabica*), nativo de las tierras altas de Etiopía, entre los 1350 y 2000 msnm. Tiene características morfológicas de arbusto, de copa piramidal, hojas elípticas, oblongas y a veces lanceoladas. Inflorescencias de 2 a 3 cimbras por axila. Frutos drupas de forma elipsoidal. Floración y producción con tendencia estacionaria (Ortuño y Salinas, 2019). Según manifiesta Ortega (2019), las variedades que se cultivan en Cuba dentro de la variedad arábica son Nacional o Typica, Caturra y Bourbon. La mayor parte de las plantaciones de café arábigo de Cuba corresponde a esta variedad: Caturra. De mayor productividad es muy susceptible al ataque de roya (*Hemileia vastatrix*). Es ideal para cultivos orgánicos y granos de mejor calidad. Son de porte bajo y de aspecto vigoroso conocido con un amplio rango de adaptabilidad, alta producción, buenas características agronómicas y organolépticas Comprende dos cultivares: Caturra rojo y amarillo estos nombres son dados en base a la coloración.

1.2.1. Características organolépticas

La variedad arábica se caracteriza por la calidad de la bebida del café, está determinada por sus características organolépticas: acidez, aroma, cuerpo y sabor. Según los estudios sectoriales realizados por Ortega (2019), existen zonas para producir café de excelente calidad organoléptica, como son las de la región central, en el macizo Guamuhaya.

Acidez: Es la sensación de sequedad que produce el café, muy apreciada por los consumidores, característica que es proporcional a la altura a la que es cultivado el café, entre más alto es el sitio, mayor es la acidez.

Aroma: Se relaciona con la fragancia característica que desprende la taza de café. Un aroma delicadamente fino, fragante y penetrante es la manifestación de un buen café, el cual está dado por el contenido de lípidos, especialmente de los aceites finos, contenidos en la almendra. Un defectuoso beneficiado (proceso de obtención sea por la vía seca o húmeda del café en grano) e inadecuado almacenamiento provoca alteraciones en el aroma.

Cuerpo: Está determinado por el contenido de sólidos solubles, como son los hidratos de carbono y proteínas, que dan una sensación de pesadez o espesor. Los cafés arábicos tienden a presentar

un mediano cuerpo en la taza, que les da una apariencia apetecible como bebida. El café robusto tiene más cuerpo que el arábigo.

Sabor: Es un factor muy importante que es apreciado por los consumidores. Esta característica depende del proceso de beneficio, ya que los granos de café tienen la propiedad de absorber todos los olores y sabores del medio que los rodea, expresándose en la taza. Incide además la variedad cultivada, localización geográfica, estado de madurez de los granos, el almacenamiento, a más de los cuidados en la preparación de la bebida (Ortega, 2019).

1.2.2. Condiciones biofísicas generales para el cultivo de café

- Suelo. El cafeto crece y produce en suelos de diferentes formaciones geológicas y bajo condiciones climáticas variables. El café tiene sus mejores rendimientos en suelos fértiles, profundos (más de 50 cm), bien drenados y con buena retención de humedad (50% de poros) y se descarta aquellos cuyos perfiles muestran un color gris blanquecino, característico del suelo arcilloso. El suelo debe ser rico en nutrientes (especialmente en potasio y materia orgánica). Se considera un suelo apropiado cuando presenta una porosidad del 60% (Fischersworing y RoBkamp, 2020).
- Humedad La humedad tiene que ver con la lluvia, lo importante de la lluvia es la cantidad que cae y cómo lo hace durante todo el año. La humedad relativa que prevalece tanto en los meses secos como en los meses lluviosos, es del 70 al 90%. Un periodo seco, antes de la floración, es bueno por que concentra la apertura de las flores y la cosecha posterior. La floración está inducida por el incremento de la humedad, casi siempre proveniente de la lluvia. El número de floraciones depende del clima que tiene la región. Si el periodo seco se extiende las flores corren el peligro de perderse y si las lluvias son escasas la cantidad de fruto es baja y de tamaño pequeño. (Ortuño y Salinas, 2019), (OIRSA, 2021).
- Para mantener una excelente humedad en el suelo en el cafetal se recomienda hacer las siguientes labores: Descubrir la sombra, con una desrama fuerte, apenas termina la cosecha. Esparcir las ramas cubriendo el suelo lo mejor posible. Con esto se logra mantener un ambiente más fresco y se evite que la humedad se evapore muy rápido. (Fischersworing y RoBkamp, 2020)
- Temperatura. El café se desarrolla y produce mejor cuando su ambiente tiene temperaturas promedio de 23°C durante el día y 17°C durante la noche. En climas calientes, el exceso de

calor reduce la productividad por que perjudica la floración; es decir limita el llenado de los frutos, acelerando el crecimiento vegetativo, además, la planta es menos eficiente en el proceso de la fotosíntesis y dificulta el traslado de las sustancias por las hojas a otras partes de la planta.

- Luz solar. La luz es muy importante, esta tiene que ver con “la eficiencia de la fotosíntesis en las hojas. Un exceso puede provocar saturación y de tener los procesos de fotosíntesis, y un exceso de sombra reduce la calidad de la luz y por ende la fotosíntesis es escasa. Las horas de sol que mejor aprovecha el cafetal son las de la mañana, y las que menos aprovecha son la luz vertical del medio día”. (OIRSA, 2021)

2. Manejo agroecológico del cultivo de café

Para Columbus y Pulgarin (2019), las labores del cultivo son el conjunto de prácticas que se aplican a los cafetales con el sano y vigoroso del cultivar de café, además de asegurar una alta productividad. La fertilización, el control de malezas, las podas, la regulación de sombra y el manejo integrado de plagas y enfermedades son las labores fundamentales con las que se aseguran el éxito del cultivo especialmente para pequeños y grandes productores de café.

Entre las alternativas con sistemas agroforestales en el manejo agroecológico del café, se define a la agroforestería como el arte y la ciencia que estudia la producción de árboles, cultivos, pastos y animales en la misma parcela de tierra, busca potenciar las interacciones sinérgicas o de complementariedad y minimizar las relaciones antagónicas o de competencia entre los componentes del sistema, para optimizar la productividad de la parcela, cuidando el uso sustentable de los recursos naturales para garantizar la producción sostenible de la finca (Nieto, 2019).

Según Jacquat (2018), conceptualiza a la agroforestería o sistemas agroforestales como un manejo integrado de todos los recursos productivos que existen en una unidad de agroforestales es su capacidad de optimizar la producción del territorio a través de una explotación diversificada, en la que los árboles cumplen un rol fundamental en el abastecimiento de muchos productos tales como madera, alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites y resinas entre otras. La gran masa arbórea brinda muchas bondades entre ellos manifiesta que, los árboles son proveedores importantes de servicios como seguridad alimenticia, también prácticas como, conservación de suelos, aumento de la fertilidad del suelo,

mejora del microclima, captura de carbono, estabilización de cuencas, protección de la biodiversidad, recuperación de tierras degradadas y control de maleza.

Los sistemas agroforestales en el manejo agroecológico del café, se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y como consecuencia, mejorar el nivel de vida de ecológicos como económicos y sociales.

Ramírez (2021), menciona que la diversificación es una de las principales herramientas con que cuenta la agroecología, tiene una magnitud económica y social en los sistemas agroecológicos al disminuir los riesgos, incrementado los productos para la comercialización y permitir la suficiencia alimentaria. Engloba todos los sistemas de uso de la tierra y prácticas que prevén la siembra deliberada de especies perennes maderables y no maderables en la misma unidad de administración agraria junto con cultivos y/o animales y las condiciones ambientales particulares en que se desarrolla la de caficultura orgánica, confieren al cultivo sostenibilidad ambiental ya que estos ayudan una a la conservación y protección de la biodiversidad y ofrecen múltiples servicios ambientales, entre los que destacan la captura de carbono (Escamilla, Ruiz, Díaz, Landeros, Platas y Zamarripa, 2019).

Para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) (2020), el uso y manejo apropiado de los árboles de sombra tiene por objeto evitar extremos, que son perjudiciales; así, por ejemplo, una sombra excesiva afecta o sombra o un exceso de luz acorta la vida productiva de la plantación y demanda mayor uso de insumos.

De acuerdo con la CORECAF (2019), el café se asemeja al ecosistema natural y se puede asociar con diversidad de plantas, de tal manera que las especies que se manejen como sombríos transitorios, sean muy productivas y generen ingresos al productor especialmente, ya que su funcionalidad comprende la etapa improductiva del cultivo, es decir en los dos primeros años de cultivo, ya que no percibe ingresos de la plantación de café. Dentro de los sombríos transitorios productivos, el más común es el Plátano y Banano, que, sembrado a distancias medias, generan ingresos importantes; la higuera, la Leucaena, o el barbasco africano (*Tephrosia*) entre otros, son una buena alternativa por cuanto su crecimiento es rápido y estableciéndolos al mismo

tiempo con el café, le proporcionan sombra en poco tiempo, también las leguminosas, (la guaba), cítricos, son buenas especies que se asocian al café y es común en nuestro país.

Los cafetales de sombra son importantes proveedores de hábitats que funcionan como área de protección y residencia de innumerables especies de plantas y animales. Jacquat (2018), señala que los árboles forestales actúan como preservadores de la diversidad biológica y los cafetales bajo sombra ofrecen servicios ambientales estratégicos para la protección de las cuencas hidrológicas y la conservación de los suelos. Los bosques y café de sombra forman así agroecosistemas, que contribuyen a la conservación de la biodiversidad, de la flora y la fauna, propias de los ecosistemas forestales simultáneamente, posibilitan el mantenimiento de servicios ambientales fundamentales.

Justificando la investigación en la que confirma que “uno de los cultivos que se presta en forma ideal para la producción agroforestal es el café. Siendo este originalmente una planta de los ecosistemas forestales de las zonas montañosas.” (Fischersworing y RoBkamp, 2020)

Así manifiestan Altieri y Nicholls (2019), las prácticas agroecológicas definen como un enfoque de la agricultura que busca proporcionar un medio ambiente equilibrado, rendimiento y fertilidad del suelo sostenidos y control natural de plagas, mediante el diseño de diversificación de los agroecosistemas. Estas estrategias se apoyan en conceptos ecológicos, con el fin de obtener un ciclo de nutrientes y materia orgánica, flujos cerrados de energía, poblaciones balanceadas de plagas y un uso múltiple del suelo y del paisaje. La idea es explotar las complementariedades y sinergias que surgen al combinar cultivos, árboles y animales en diferentes arreglos espaciales y temporales.

2.1. La agroecología como alternativa de producción sostenible de café

A comienzos del siglo XVIII, los Jesuitas introdujeron las primeras semillas de café en América, las cuales fueron acogidas de manera exitosa por los cultivadores, haciendo que el café representara un papel importante durante la colonización de tierras. El café entonces, se convirtió en la columna vertebral del comercio exterior de muchos países latinoamericanos. Hoy en día, el desarrollo más reciente ha sido el proceso de tecnificación de los cafetales, haciendo que el 73% de los cultivos sean de alto rendimiento (Cárdenas, 2019).

No obstante, Cárdenas (2019), considera que el sector cafetero se ha visto amenazado por el efecto que tiene la presencia de distintos agentes que limitan el uso de herramientas para

equilibrar el mercado, ya que, teniendo en cuenta las diferentes prácticas agrícolas que se han desarrollado a través del tiempo, el actual contexto de crisis global, que afecta de forma integral el bienestar de las personas y los territorios, plantea la necesidad de buscar alternativas y nuevos modelos de desarrollo económico, social, cultural y político que sean sostenibles en el tiempo y sustentables desde el punto de vista ecológico.

Así las cosas, la soberanía alimentaria como derecho de los pueblos en la construcción de sus propios sistemas agroalimentarios y como principio fundamental de bienestar de los territorios, actúa en la dinamización y recuperación de los espacios rurales, propone la promoción de canales cortos de comercialización agroalimentaria como iniciativa innovadora y agroecológica de desarrollo rural, incitando a su fomento por parte de agentes endógenos, especialmente de la economía social y solidaria, a partir de experiencias que se han implantado con éxito (Cabanés y Gómez, 2020).

Para ello, hay que tener en cuenta el principio de conservación, que se entiende como la gestión de la utilización de la biósfera por el ser humano, con el fin de producir más beneficios sostenibles para las generaciones actuales, pero manteniendo su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras.

Según Gutiérrez (2021), esta práctica de conservación tiene tres finalidades específicas:

1. Mantener los procesos ecológicos y los sistemas vitales esenciales como la regeneración y la protección de los suelos, el reciclado de las sustancias nutritivas, y la purificación de las aguas, pues de ellos depende la supervivencia y el desarrollo humano.
2. Preservar la diversidad genética de la cual dependen los programas de cultivo y de cría.
3. Permitir el aprovechamiento sostenido de las especies y de los ecosistemas

En este sentido, se ha logrado evidenciar la compleja relación entre el bienestar de las poblaciones rurales y el grado de recuperación de los componentes ambientales como suelo, agua, flora y fauna; por lo anterior, es clave el respeto por los saberes tradicionales, la diversificación de los agroecosistemas y la planeación hacia la efectiva productividad de los mismos (Gutiérrez, 2021).

Surge entonces, un abanico de alternativas para la transición agroecológica, con enfoque práctico y metodológico susceptibles de ser replicables en diferentes regiones, las cuales, además, pueden constituirse como estratégicas en la construcción de escenarios productivos, donde uno de los

aspectos más relevantes es crear condiciones de bienestar para la población rural (Idárraga-Quintero y Sánchez-Rodríguez, 2018)

En este aspecto, la agricultura orgánica debe trascender la sustitución de insumos y además de basarse en los principios de la agroecología, debe enfatizar los mercados locales y nacionales para potenciar su capacidad alimentaria, desligándose de su dependencia del comercio internacional que la hace susceptible al control de las multinacionales que dominan las esferas de la globalización. En este momento histórico, la agricultura campesina constituye el único testimonio de resiliencia de gran valor para la humanidad, no solo porque es el único modelo que ha subsistido el paso de los siglos, sino porque ha permanecido a pesar de los cambios que barren por las áreas rurales de los países latinoamericanos y otros países pobres (Landini, Benítez, Murtagh, 2019).

Dentro del Manejo Integrado de Sistemas de Producción (MISP), acorde tanto con los postulados y retos de la agricultura de hoy, como también con los objetivos y principios que persigue un sistema de agricultura tropical sustentable, se circunscribe la alternativa de la Agroforestería Agroecológica (AA), para la cual, es necesario plantearse algunos interrogantes sobre el futuro del campesinado en un contexto de creciente globalización y serias amenazas del cambio climático, el cual modificará no solo los parámetros de los sistemas productivos y la ubicación de las poblaciones, sino también el futuro de las sociedades rurales (Franco Valencia y Marco Heli, 2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, la agroecología surge en los años 70, en respuesta a la limitada capacidad de las disciplinas de entender la compleja realidad de los campesinos (Franco Valencia y Marco Heli, 2019), al deterioro ambiental causado por la agricultura industrializada en la que prevalece el monocultivo, a los valores de competencia entre especies, la ingeniería externa agrícola y las prioridades de mercado, todo ello, como una oportunidad de estudiar la agricultura desde una perspectiva ecológica, con el fin de desarrollar sistemas alimentarios sostenibles (González de Molina, 2019).

En contraste a la problemática, la agroecología propuso una mirada integral basada en la cooperación de la biodiversidad, las relaciones entre cultura y naturaleza, la auto-organización y el dinamismo ecológico. Los conceptos de agroecología que se originaron en esa época integraban el movimiento ambiental con prácticas tradicionales, campesinas e indígenas, en los

manejos de técnicas agrícolas. Así, la agroecología se convirtió en un instrumento de visibilización del conocimiento tradicional, pero también en un diálogo entre el conocimiento científico y el comunitario-campesino (XV Encuentro de geógrafos de América Latina, 2015).

Esta transición agroecológica implicó la reconfiguración del manejo convencional de los agroecosistemas por unos más sostenibles, a través de la sustitución de tecnologías contaminantes y altamente dependientes del mercado por otras que permitieron el uso de recursos locales y el mantenimiento de la diversidad biológica y la capacidad productiva a largo plazo (González de Molina, 2019).

Franco Valencia y Marco Heli (2019), reconocen que el beneficio de estos sistemas se reflejó en la disminución de costos de manejo del cultivo por el aporte de nutrientes, la diversificación de bienes y servicios que pueden ser utilizados como alimentos, la regulación del clima y las fuentes hídricas, la disminución de enfermedades, el aumento de la capacidad alimentaria de las familias campesinas, su condición económica y su calidad de vida.

En diferentes contextos, por ejemplo, se planteó la necesidad de tener una producción orgánica de café, de forma que se buscó construir y mejorar los suelos existentes en los predios; dado que se trata de áreas susceptibles y en diferentes grados de deterioro que requieren cobertura vegetal y sombrero para la protección y generación de microclimas que satisfagan los requerimientos de la especie de interés (Franco Valencia y Marco Heli, 2019).

Debido a las razones expuestas, y teniendo en cuenta la situación de marginalidad y desarticulación social en la que se encuentra la agricultura familiar campesina, la agroecología representa una alternativa de desarrollo rural basada en estrategias que potencian tanto la diversidad ecológica como sociocultural de una comunidad (Landini, Benítez, Murtagh, 2019).

Cabe resaltar que los agroecosistemas no terminan en los límites del campo de cultivo o de la finca, puesto que ellos influyen y son influenciados por factores de tipo cultural. Sin embargo, el límite social, económico o político de un agroecosistema es difuso, ya que está mediado por procesos decisionales intangibles que provienen tanto del ámbito del agricultor como de otros actores individuales e institucionales.

En conclusión, aunque la matriz de vegetación natural circundante y las características de los demás elementos biofísicos influyen en la dinámica de los agroecosistemas, las señales de los mercados y las políticas nacionales agropecuarias también determinan lo que se producirá,

cuándo, con qué tecnología, a qué ritmos y para qué clase de consumidores, ampliando así el espectro de lo que puede entenderse como borde o límite de los agroecosistemas.

Así mismo, el enfoque agroecológico le abre la puerta al análisis cultural de los agroecosistemas, generando al mismo tiempo, un nuevo reto taxonómico para estos sistemas de producción (Landini, Benítez, Murtagh, 2019), mejorando el nivel productivo, la calidad de vida de los campesinos y la soberanía alimentaria de los mismos. Para ello se necesita de saberes empíricos y culturales de las comunidades rurales y de su extensión como propósito para compartir el conocimiento, sobre todo en los productores de café, interés bibliográfico de esta investigación.

2.2. La extensión rural y la apropiación de conocimiento en los productores de café

Actualmente, la ciencia y la tecnología se han convertido en el fundamento y el soporte de todas las actividades productivas artesanales o empresariales de los seres humanos; por lo tanto, el éxito de la actividad agrícola depende en gran medida de la utilización del conocimiento científico y tecnológico junto a un proceso administrativo eficaz y eficiente (Arcila, et al., 2017).

En este aspecto, los programas de desarrollo rural han configurado la concepción de la nueva ruralidad, bajo la cual el desarrollo se entiende como un proceso orientado al mejoramiento del bienestar de la población rural y urbana, sustentado básicamente en los recursos naturales. Sobre este planteamiento, se señala la necesidad de revalorizar lo rural, ya que se concibe como una entidad socioeconómica cuyas funciones son trascendentales para promover el desarrollo económico de la sociedad. Ambos planteamientos refuerzan el paradigma del desarrollo rural basado en las estrategias de vida (García y Anido, 2019).

Existe un amplio interés en América Latina de reposicionar la extensión como una herramienta clave para el desarrollo rural. Esta discusión se realiza sobre dos bases que ayudarán a construir un sistema más eficiente: la primera, es una mirada profunda y crítica a los sistemas de extensión del pasado cuya aplicación no logró los resultados que se esperaban y hoy son evaluados en forma negativa por la mayor parte de agricultores e instituciones; la segunda, es considerar cuáles son los desafíos que tiene la ruralidad actual para construir un sistema que se ajuste a esta nueva demanda (García y Anido, 2019).

Por lo anterior, la trayectoria de la extensión rural no puede ser descrita de forma lineal; en determinado momento histórico fue considerada como instrumento de modernización de las actividades agrícolas y agentes de transformación rural. En otro período fue evaluada como

innecesaria, ante los modelos de modernización administrativa que buscaban disminuir la máquina del Estado. Temas que antes eran considerados obsoletos, se han vuelto contemporáneos: la reforma agraria y la importancia de la agricultura familiar en las propuestas de seguridad alimentaria, el debate sobre la extensión agroecológica, la inclusión social y el desarrollo rural sostenible (García y Anido, 2019).

De esta manera, la extensión rural también está atravesada por la problemática del cambio de paradigma, ya que es una disciplina científica que nació, prioritariamente, como un instrumento conceptual y metodológico para sustentar el proyecto de modernización e industrialización de la agricultura.

Su praxis institucional hegemónica se desarrolló, para generar las condiciones que permitieran avanzar hacia la transformación de los ecosistemas desde la lógica de la industrialización de la naturaleza y, sus estrategias se basaron en aplicar los métodos y las prácticas para que el capital extendiera y multiplicara la agricultura industrial como única forma de producción en los espacios rurales. Esto ayudó a generar un proceso de artificialización de los ecosistemas en el que el capital realizó apropiaciones parciales y sucesivas de los distintos procesos de trabajo campesino, para incorporarlos después al manejo, como factores de producción artificializados industrialmente, o como medios de producción mercantilizados (Arcila, et al., 2017).

Durante los últimos años, y en la búsqueda de estrategias de desarrollo rural sustentable, surge la perspectiva teórica de la extensión agroecológica, que tiene como marcos teóricos relevantes los aportados por la ecología política y la economía ecológica, la coevolución etnoecológica y el neorodnismo ecológico.

Como se mencionó anteriormente, la agroecología se define como el manejo ecológico de los recursos naturales a través de formas de acción colectiva que presentan alternativas a la actual crisis de modernidad, mediante propuestas de desarrollo participativo desde los ámbitos de la producción y la circulación alternativa de sus productos, pretendiendo establecer formas de producción y consumo que contribuyan a encarar la crisis ecológica y social, y con ello restaurar el curso alterado de la coevolución social y ecológica (García y Anido, 2019).

Se perciben entonces, avances con respecto a la internalización de la perspectiva agroecológica en las instituciones públicas dedicadas a la producción y socialización del conocimiento para el desarrollo rural, en especial, en el área de la educación formal. Sin embargo, experiencias

nacionales e internacionales mostraron que la introducción del enfoque Agroecológico en una Institución de formación efectivamente, depende de una serie de factores que están interconectados. En esta perspectiva, el establecimiento de los principios de la Agroecología depende de un enfoque interdisciplinario, a partir de una mudanza metodológica en cualquier proceso de formación (Arcila, et al., 2017).

Los sistemas de extensión agrícola de la región de América Latina y el Caribe han experimentado un proceso evolutivo en los últimos años. Esta transformación ha generado cambios en la forma de “aprender y adaptarse” al entorno con el fin de prosperar. Lo que en algún momento fuera un proceso lineal impulsado por un plan de acción vertical, donde los servicios de asesoría técnica e investigación eran dominados por organismos gubernamentales, se está transformando paulatinamente en una red de diversos actores que influyen en el proceso de innovación agrícola. Los sistemas actuales más enfocados en la innovación agrícola involucran un conjunto de actores, como universidades, agricultores, proveedores de insumos y otros protagonistas del sector privado, quienes alimentan el proceso de innovación de manera práctica e impulsada por la demanda (García y Anido, 2019).

Actualmente, y con base en pequeños adelantos que se están viviendo en cuanto a la producción agroecológica, se han desarrollado actividades denominadas Jornadas agroecológicas y días de campo sobre Buenas Prácticas Agroecológicas (BPA) y otras actividades relacionadas.

Gracias a los proyectos que actualmente se desarrollan en los diferentes países, se ha logrado mejorar la formación de los caficultores, las técnicas de producción y las formas de sostenibilidad, contribuyendo así al posicionamiento de la extensión rural como una herramienta esencial para el desarrollo del café.

2.3. Prácticas agroecológicas

Pietrarelli (2020) considera que los agroecosistemas (AES) actuales se caracterizan por su simplificación productiva y la pérdida de las funciones ecológicas de regulación que lo alejan de una condición sustentable. A través de un proceso de transición agroecológica se puede diseñar y manejar AES sanos. Este proceso no se logra de un día para otro, sino que se deben plantear una serie de etapas. En primer lugar, reducir el uso de insumos industriales, luego sustituirlos por insumos orgánicos y, por último, la etapa más desafiante, que implica rediseñar el sistema productivo para restablecer las funciones ecológicas de regulación.

Cuando se habla de estas funciones se hace referencia a garantizar procesos que aseguren la estabilidad del sistema productivo. Entre ellos, un ciclo de la materia que permita un constante aporte de materia orgánica para garantizar la cobertura del suelo, la actividad biológica de los organismos edáficos y la disponibilidad de nutrientes; cadenas tróficas complejas que permitan la autorregulación de poblaciones posibilitando el control natural de fitófagos, fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas y polinizadores para la reproducción de diferentes especies vegetales.

Franco Valencia y Marco Heli (2019) consideran que los agroecólogos sostienen que el daño causado por el modelo productivo basado en el monocultivo y el uso de insumos industriales, puede ser reparado restableciendo la homeostasis del sistema por medio del incremento de la biodiversidad y del mejoramiento de las condiciones biofísicas y químicas del suelo. Se puede observar que para el logro de un agroecosistema sano, se deben asegurar ciertas condiciones; esto es posible si se realizan prácticas agroecológicas encuadradas en el manejo del suelo y de la biodiversidad.

Duque y Bustamante (2019), consideran que las prácticas de manejo de la biodiversidad tienen como objetivo incrementar el número de especies vegetales y animales presentes en el sistema. La diversificación está asociada a diferentes funciones ecológicas como el control de plagas y malezas, fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas, el reciclado óptimo de nutrientes, la conservación del agua y suelo, la conservación de la energía y la reproducción de poblaciones vegetales (polinización).

Las prácticas de manejo de suelo están destinadas a mejorar la calidad del suelo, esencialmente las propiedades fisicoquímicas y biológicas que influyen en el desarrollo de los cultivos. Están asociadas a las funciones de control de erosión, aporte y descomposición de materia orgánica, retención de nutrientes y actividad biológica edáfica Duque y Bustamante (2019),

Se debe considerar que algunas prácticas tienen influencia tanto en el aumento de la diversidad productiva como en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Para comprender la relación entre prácticas agroecológicas y su influencia en las funciones ecológicas de regulación, tomaremos el ejemplo de la asociación entre la diversificación vegetal y el control natural de fitófagos. ¿Cuáles son las bases ecológicas para comprender esta asociación? La diversidad es una medida de la complejidad del sistema. Los sistemas diversificados favorecen complejas cadenas tróficas que

suponen más conexiones e interacciones potenciales entre sus miembros, así como muchas vías alternativas de flujo de energía y materia.

Conforme se incrementa la diversidad, aumentan las oportunidades de coexistencia e interacciones beneficiosas entre especies que pueden mejorar la sostenibilidad del sistema. Esto explica la mayor abundancia de controladores o enemigos naturales (EN) en sistemas diversificados, porque al ser ambientes más complejos hay una mayor diversidad de hábitat para refugio y oferta de gran variedad de alimentos para depredadores y parasitoides adultos que garantizan su permanencia. Por otro lado, las poblaciones de herbívoros (plagas) se encuentran atraídas cuando el recurso está concentrado (monocultivo). Esto significa que a la plaga le resulta más fácil encontrar el alimento (Duque y Bustamante, 2019).

En consecuencia, si se disminuye la concentración del recurso alimenticio combinando plantas hospederas, con plantas no hospederas, más difícil será para el fitófago localizar su alimento.

¿Qué prácticas se pueden utilizar para aumentar la diversidad? La diversidad puede ser aumentada en el tiempo a través de prácticas como las rotaciones y secuenciación de cultivos; en el espacio en forma de policultivos, cultivos de cobertura, corredores o franjas multidiversas, agroforestería, integración de cultivos con ganadería y manejo de la vegetación adyacente a la zona cultivada.

¿Qué prácticas se pueden utilizar para mejorar la fertilidad del suelo? La fertilidad del suelo puede ser mejorada a través de acciones que: a) mantengan la cobertura del suelo como labranza conservacionista, cultivos de cobertura, aplicación de materia orgánica y rastrojos. b) utilicen especies con diferentes requerimientos nutricionales y zonas de exploración del perfil del suelo, a través de prácticas como rotaciones y policultivos. c) potencien la actividad biológica a través de la utilización de biofertilizantes como: compost, lombricompost, inoculantes (Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao en Cuba ECICC, 2022).

En los últimos tiempos se entiende que la agroecología combina los conocimientos tradicionales, con las disciplinas actuales que se les ha denominado ecología y agronomía, con las cuales se integra saberes de estas con las etnociencias, para plantear que la agroecología no es una técnica, sino que son principios, procesos excluyendo la agricultura de insumos y ampliando la aplicación de principios acordes con las necesidades y circunstancias de las familias campesinas.

En su libro Altieri y Rosset (2018) plantean que los sistemas agrícolas tradicionales se han desarrollado partiendo de un conocimiento de la observación y de la mano del aprendizaje experimental, ya que las familias realizaban selección de semillas, obtención de nuevas variedades y adquiriendo experiencia, conociendo el entorno, sus ventajas y desventajas, pero a pesar de las diferencias entre los sistemas agrícolas se plantea que entre ellos comparten seis bases características los cuales son:

- La biodiversidad la cual cumplen con la regulación del funcionamiento del ecosistema, entre estos se encuentran polinizadores, controladores biológicos, alelopatía, enemigos naturales, depredación, etc.
- Conservación y gestión de recursos edáficos e hídricos.
- Sistemas agrícolas diversificados, los cuales garantizan seguridad alimentaria.
- Agroecosistemas resilientes, los cuales resistan cambios climáticos o plagas y enfermedades.
- La aplicación de sistemas de conocimiento tradicionales de la mano de constantes de innovación para los agro ecosistemas.
- Las organizaciones sociales, colectivas y culturales que impulsen la gestión agroecológica a través de acuerdos normativos (Koohafkan y Altieri 2010 citado por Altieri y Rosset, 2018).

El análisis principal estaría enfocado en el funcionamiento del agroecosistema, esto se logra con principios agroecológicos, donde se lleven a cabo prácticas adaptadas localmente ya que cada ecosistema productivo tiene diferentes características y por tal motivo debe evaluar qué prácticas son más efectivas en cada lugar.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Localización y periodización de la investigación

La investigación se desarrolló, en el período comprendido desde octubre del 2023 a junio 2024, en tres fincas de la zona Cuatro Vientos, en Cumanayagua. Se realizaron entrevistas a productores, además se empleó la revisión de documentos y la observación directa.



Figura 4. Ubicación del área de Cuatro Vientos. Elaboración propia.

2.2. Identificación de las prácticas de manejo ecológico al mejoramiento de la producción y productividad del café.

En la identificación de las prácticas de manejo agroecológico al mejoramiento de la producción y productividad del café, se establece:

- Localización y periodización de la investigación. Para ello se ubican espacialmente las tres fincas de estudio de la zona de Cuatro Vientos por datos aportados por la Delegación Municipal de la Agricultura en Cumanayagua (2023)
- Caracterización edafoclimática de la zona (Datos obtenidos de la Delegación Municipal del Ministerio de la Agricultura en Cumanayagua, 2023)
- Aplicación de una guía para el diagnóstico agroecológico.

- Se aplicó una guía para el diagnóstico agroecológico sobre la base de cuatro indicadores: agrotecnológico, económico, sociopolítico y cultural, medioambiental (Anexo 1). Para ello se tuvo en cuenta:
 - ✓ Selección del área y coordinación con directivos locales, de la empresa o cooperativa y el dueño de la finca.
 - ✓ Revisión de la información secundaria previamente obtenida (clima, suelos, uso idóneo de la tierra, historial del campo, datos económicos y de fuerza de trabajo, etc.).
 - ✓ Información y preparación previa de los participantes (agricultores y técnicos).
 - ✓ Observaciones y/o mediciones directas. Recorrido de la finca con agricultores y técnicos, que se repite posteriormente.
 - ✓ Entrevista con informantes clave (autoridades gubernamentales, científicas, de organizaciones, empresa, cooperativas).
 - ✓ Entrevistas y encuestas formales con agricultores individuales.
 - ✓ Definición, captar información y observación de los indicadores de sostenibilidad para la finca.
 - ✓ Análisis y síntesis de los datos e informaciones.
 - ✓ Definición de limitaciones, sus causas y soluciones potenciales por parte del agricultor, con la colaboración de los técnicos como facilitadores y asesores.

2.3. Caracterización de las prácticas de producción agroecológica para el manejo del café en las fincas de estudio

Para la caracterización de las prácticas de producción agroecológica para el manejo del café en las fincas de estudio se realiza:

- Entrevista a productores con el objetivo de obtener características de las prácticas agroecológicas que realizan en sus fincas
- Observación de campo
- Los indicadores seleccionados
- Fertilización
- Control de malezas
- Podas

- Regulación de sombra
- Manejo integrado de plagas y enfermedades.

Para la caracterización de los indicadores se tuvo en cuenta criterios de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao de Santiago de Cuba (ECICC, 2022), con la metodología “Aprender-haciendo” con el aporte de la ONG Terra Nouva Perú, y la recopilación de 12 prácticas agroecológicas comprobadas para los productores cafetaleros cubanos, tabla 1.

Tabla 1. Metodología para evaluar prácticas agroecológicas. Aprender-haciendo (ECICC, 2022)

Prácticas agroecológicas	Métodos
Fertilización	Cobertura del suelo Rotaciones y policultivos. Utilización de biofertilizantes: compost, lombricompost, inoculantes
Control de malezas	Abonos verdes o cobertura muerta Solarización del suelo Manejo del drenaje
Podas	Intensidades de poda (ejes ortotrópicos) Poda de mantenimiento
Regulación de sombras	De formación De ventaneo De levantamiento De esqueletamiento
Manejo de plagas y enfermedades	Biodiversidad Diversificación

- Se calculó el rendimiento y la productividad en los últimos tres años

Rendimiento

Se aplicó la siguiente fórmula (1)

$$R = Vp / Ss = T(\text{ha})$$

Donde

R= Rendimiento

Vp=Volumen de producción

Ss=Superficie sembrada

T(ha)=Tonelada por hectárea

Productividad

Se aplicó la siguiente fórmula (2)

$$P = VAB / Pt$$

Donde

P=Productividad

VAB=Valor agregado bruto

Pt=Promedio de trabajadores

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización edafoclimática de la zona

Cuatro Vientos es un asentamiento rural perteneciente al Consejo Popular del mismo nombre, en el municipio Cumanayagua (provincia de Cienfuegos). Su vía de acceso se intercepta en el entronque La Sierrita a Topes de Collantes, a 49.5 km al sureste de la cabecera municipal (Cumanayagua). Extensión de 0,20 km² tiene 314 habitantes y 12 viviendas. Limita al Norte con Consejo Popular Crucesitas, al Sureste con Manicaragua, y al Suroeste con Consejo Popular La Sierrita. Su actividad económica fundamental es el cultivo del café, la actividad forestal, la ganadería, los cultivos menores.

- **Características físico geográficas de la región**

Según datos presentados por el CITMA (2020), en la región donde se encuentra el área de estudio, se presentan los valores que expresa la tabla 2.

Tabla 2. Características físico geográficas de la región Cuatro Vientos. CITMA (2022)

Variable	Valores
Longitud	80 ⁰ 04' 40''
Latitud	21 ⁰ 56' 55''
Elevación	800m SNM
Presión Barométrica	96KPa
Temperatura media anual	21,2°
Precipitación media anual	2030 mm.
Humedad media	89%
Índice solar UV (indicador de la intensidad de radiación ultravioleta)	6

Entre las características que presenta Cuatro Vientos, área en estudio, se corresponde con las que la sitúan en condiciones de montaña para Cuba. Criterios de otros autores (Pujol, 2017; Hernández, 2018; Beltán, 2020), consideran que el clima, constituye un factor de obligada utilización en la evaluación del medio físico para la planificación territorial de las actividades en condiciones de montaña por la fragilidad de estos ecosistemas.

Coincidiendo con otros autores (Pérez, 2018, Kalomenski, 2019), los factores climáticos predeterminan la influencia de las lluvias, las variaciones de temperatura y la acción de los vientos, sobre la erosión, activación de los deslizamientos, torrentes de lodos, cambio en las propiedades de las rocas, traslado de polvo y desechos hacia los poblados, así como es importante en la elaboración de modelos racionales de lucha contra fenómenos desfavorables que puedan surgir.

Atendiendo a la ubicación geográfica de Cuba y a su posición altimétrica, la variable climática que mayor incidencia tiene sobre las afectaciones que se producen a los suelos en las montañas, son las lluvias, pues las oscilaciones de temperatura, tanto a nivel de las estaciones del año como en función de la altura, no son significativas en comparación con la influencia de estas, en el caso de esta investigación se coincide con criterios de Guardado Lacaba, Ulloa Carcassés, Bustamante González (2021).

Se corrobora los resultados de esta investigación con criterios de Álvarez et al. (2018), que expresa que, el clima, además de constituir uno de los principales componentes del paisaje físico – geográfico, influye de forma favorable o no en numerosas actividades socioeconómicas. Esta influencia, en primer lugar, se caracteriza por su carácter complejo, dado por la simultaneidad de la acción de los diferentes elementos climáticos, lo que tiene aplicación particular en la agricultura y en general en las condiciones de vida de la población. Una de las limitaciones más serias para las explotaciones agrícolas corresponden a factores climáticos, tales como períodos de sequía prolongada y precipitaciones de gran intensidad mal distribuidas.

Según la clasificación de Köppen modificada por Trewartha (Finch et al., 1957 citado por Wilsie, 2017) la zona Cuatro Vientos presenta un clima Tropical húmedo, con lluvias todo el año, de ahí que el rendimiento agrícola del cafeto, renglón económico del área objeto de estudio de esta investigación, se encuentra relacionado, entre otros factores, con las condiciones climáticas y las precipitaciones; el análisis de estos como elemento potencial del rendimiento, evidencia que el territorio presenta condiciones favorables para su desarrollo; sin embargo, es explicable que en presencia de limitaciones edáficas o de otro tipo no sea posible alcanzar el valor máximo de la producción.

- **Características físicas del suelo**

Según datos aportados por la Delegación Municipal del Ministerio de la Agricultura en Cumanayagua (2022), la zona Cuatro Vientos se encuentra sobre suelos ferralíticos rojos Lixiviado típico eútrico sobre esquitos y con características físicas que se expresan en la tabla 5.

El mapa geológico presentado por Espinosa (2011), expone la geología de los suelos del área de estudio, constituida sobre formaciones geológicas de origen volcánico y plutónico conformando suelos tipo Ferralítico amarillento típico, formados a partir de granitoides, con un proceso de sialitización que conduce a la formación de una mezcla de minerales arcillosos con acumulación de cuarzo y ferdespato en el esqueleto del suelo acompañado de la formación de óxidos de hierro, suelo con estructura terrosa, con una composición mecánica en la que predominan las fracciones gruesas.

En coincidencia con Guardado Lacaba, Ulloa Carcassés, Bustamante González (2021), con las características de la zona de estudio, el análisis geológico de los agrosistemas es de vital importancia, ya que el relieve constituye uno de los factores a considerar en el proceso de formación y desarrollo de los suelos, influyendo además en la distribución del calor y la humedad. El de Cuba está condicionado por su posición en el arco insular de las Antillas, en la zona de interacción de las placas de América del Norte y del Caribe, por su ubicación en el borde septentrional de la zona de los bosques tropicales periódicamente húmedos y por la influencia de las oscilaciones paleoclimáticas del Cuaternario.

Lo anterior, determina la heterogeneidad, complejidad, carácter y desarrollo de los elementos morfoestructurales y morfoesculturales. A pesar de que estos tienen gran importancia desde el punto de vista de la estructura geológica, desempeñan un papel muy limitado en la conformación del plano morfoestructural debido a la vigorosa reconstrucción neotectónica.

Criterios de Guardado Lacaba, Ulloa Carcassés, Bustamante González (2021) corroboran que como resultado de los ascensos neotectónicos débiles y moderados se fue elaborando su morfología bajo control estructural. Dado el carácter diferenciado e interrumpido de los levantamientos neotectónicos, se destacan escalones morfoestructurales, y que desde el punto de vista geomorfológico se distingue como forma de relieve premontañas con alturas que no sobrepasan los 300m, constituidas de serpentinitas por emplazamiento tectónico y rocas no carbonatadas con desigual desarrollo cárcico.

Tabla 3. Características físicas del suelo. Delegación Municipal del Ministerio de la Agricultura en Cumanayagua (2022)

Variable	Valores
Clasificación genética	Ferralítico amarillento típico
Textura	franco arcilloso
Humedad volumétrica (cm ³)	Max. 0,784 Min. 0,327 Media 0,526
Da (g/cm ³)	0,1243

- **Características químicas del suelo**

En la caracterización química de los suelos del área donde se encuentran las tres fincas de estudio, se tuvieron en cuenta los indicadores de pH, el porcentaje de materia orgánica, P(mg/g) y K (mg/g)⁻¹.

Los datos que presenta la Delegación Municipal del MINAGRI Cumanayagua (2022), corroboran el análisis agroquímico realizado por la Estación Experimental de Suelos de Barajagua con criterios de la Segunda Clasificación de los suelos de Cuba (IS, 1988), que se expresan en la tabla 4.

Tabla 4. Características químicas del suelo. Delegación Municipal del Ministerio de la Agricultura en Cumanayagua (2022)

Variable	Valores
pH	5,5 a 6,5 (Ácidos)
MO%	3,14
P(mg/g)	10,44
K (mg/g)	8,41

En cuanto al contenido de Materia Orgánica, los análisis de la Estación Experimental de Suelos de Barajagua, arrojaron 3,14%, calificado como bajo, típico de esta región, donde existen dos

tipos de suelos asociados con la producción cafetalera: Ferralítico rojo lixiviado y Ferralítico rojo amarillento lixiviado en condiciones de montaña, acorde a la clasificación de Hernández et al. (2019). Estos suelos han sido considerados de baja fertilidad, por presentar bajos contenidos de Fósforo (P) y Potasio (K), baja capacidad de intercambio catiónico (entre 10-12 meq/ 100g) y Aluminio (Al) cambiante, en dependencia del grado de acidez. Los suelos buenos para el cultivo del café deben tener contenidos de materia orgánica mayores al 8,0%. Los elementos nutritivos que el café requiere en mayor cantidad son Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), sin embargo necesita menos cantidad de calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), zinc (Zn), boro (B) y cobre (Cu). En el caso de la presente investigación se considera buena presencia de P (mg/g) que es de 10,44 y de K (mg/g) que es de 8,41.

Se coincide con los criterios de González Salgado y Delgado Vázquez (2014), la materia orgánica es una reserva muy importante de nitrógeno disponible, contiene hasta 65% del P total presente en el suelo y es una fuente importante de nutrientes imprescindibles para el buen desarrollo de las plantas. Además, el suelo puede obtener otros como fuente de la actividad metabólica por parte de los microorganismos, teniéndose como resultado un mejoramiento en la estructura del suelo, y dado esto, las propiedades físicas también pueden ser alteradas.

Coincidiendo con criterios de Hernández, Vantour, Morales, Soto, Garea, Baisre, (2019), los suelos Ferralíticos se encuentran principalmente en la región premontañosa (200-400 m, Ferralíticos Rojos y Ferralítico amarillentos típicos) y montañosa (mayor de 400 m, principalmente Ferralítico Rojo Amarillento Lixiviado), como es el caso que ocupa esta investigación en la zona Cuatro Vientos con la presencia de suelos ferralíticos rojos con textura franco arcilloso.

Por sus características de buena fertilidad en condiciones naturales, profundidad y consistencia friable, estos suelos se utilizan rápidamente en la agricultura. Ellos son adecuados para el cultivo del café, pero debe tenerse cuidado con tres cosas: fijación de fósforo, disminución del contenido de la materia orgánica y desarrollo rápido de los procesos erosivos, coincidiendo con criterios de Pérez (2019), García, Hernández, Fuentes, Álvarez y Krasilnikov (2020).

Con criterios de coincidencia en esta investigación, Navarrete Segueda, Vela Correa, López Blanco, Rodríguez Gamino (2020), exponen en sus investigaciones que la calidad del suelo es

dinámica y puede cambiar en el corto plazo, de acuerdo con el uso y prácticas de manejo, y para conservarla es necesario implementar prácticas sustentables en el tiempo.

La evaluación de la calidad del suelo en la región por el Ministerio de la Agricultura (2022), permite entender y revertir el deterioro en dicha funcionalidad ecosistémica, como sucede con: la pérdida de suelos por erosión, depositación de sedimento por viento e inundaciones, reducción de la infiltración, compactación de la capa superficial, pérdida de nutrientes, efecto de la presencia de pesticidas, cambios en el pH, aumento de la solubilidad de metales pesados, pérdida de materia orgánica, reducción de la actividad biológica, infestación de organismos patógenos y reducción de la calidad de agua.

Se coincide con criterios de Sadaghian, Díaz, Alarcón, Rey (2022), con respecto al pH de 5,5 a 6,5 (Ácidos), presente en suelos de las tres fincas, pues se considera apropiado para el café, ya que el rango adecuado de pH se encuentra entre 5,0 y 5,5. De igual manera, la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, se reduce conforme disminuye el pH, mientras que se incrementa el aluminio.

Estas investigaciones corroboran que la materia orgánica (MO), que representa el contenido del humus del suelo e indica la disponibilidad de nitrógeno, para el cultivo de café, contenidos menores de 8% se consideran bajos, y niveles inferiores al 6% son muy bajos. Con respecto al Fósforo (P), se corresponde a la fracción que se considera disponible para las plantas y niveles menores de 10 mg/kg se clasifican como bajos y mayores de 30 mg/kg altos y en el caso del Potasio (K), los niveles adecuados para café son mayor de 0,4 cmolc/kg.

3.2. Características específicas de las tres fincas cafetaleras estudiadas en la zona Cuatro Vientos

Las tres fincas cafetaleras se encuentran en el entorno de la zona Cuatro Vientos, ubicadas espacialmente en diferentes puntos, perteneciente a la forma productiva 10 de octubre, con un área total determinada, con las áreas sembradas de café que se expresan en la tabla 5.

Tabla 5. Características de las tres fincas cafetaleras objeto de estudio. Elaboración propia.

Finca	Área total (ha)	Café (ha)		
		Variedad	Ha	Total (ha)
1	13,42	Caturra	8,12	4,06
		Catimol Isla	2,05	
		Villalobo	1,20	
2	9,60	Caturra	6,20	4,54
		Catimol Isla	1,12	
		Villalobo	1,05	
3	10,52	Caturra	6,50	3,07
		Catimol Isla	1,60	
		Villalobo	1,02	

Tabla 6. Aptitud y evaluación agroproductiva de los suelos enmarcados en el Certificado de Catastro. Dirección Provincial de Suelos, Cienfuegos.

Variable	Valores		
	Finca 1	Finca 2	Finca 3
Coordenadas	X 591 760 Y 238 760	X 586 710 Y 235 650	X 586 220 Y 235 580
Zona catastral	07	09	09
Número de parcela	272/0	638/0	1202/0
Superficie (ha)	13,42	10,74	19,46
Tipo de suelos	Ferralítico amarillento típico		

Factores limitantes	Pendiente
Categoría agroproductiva	Muy productivo (70% -100% rendimiento mínimo potencial)
Aptitud	Café, Frutales, forestal
Regulaciones a cumplimentar en el uso agrícola del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de Materia Orgánica, Humus de Lombriz, Compost, incorporación de restos de cosecha. • Fertilización según el agroquímico. • Laboreo mínimo. • Realizar labores en sentido transversal a la mayor pendiente o curvas de nivel.

El área total que ocupan las tres fincas es 43,62 ha y, en sentido general poseen plantaciones de café Caturra, Villalobo y Catimor Isla (11,67 ha). Estas tres variedades se consideran apropiadas para las condiciones edafoclimáticas de las fincas. Se coinciden con criterios de González (2023), declaran que, el café Caturra es una variedad de alta producción y buena calidad, se caracteriza por ser un café de mucho carácter, con un aroma dulce, frutal, cuerpo cremoso con acidez brillante. Es una planta de porte bajo, compacto y muy fino, resistente al viento. Con respecto al Catimor los productores de las tres fincas consideran una variedad de alto rendimiento y en sus cafetales se observan las poblaciones derivadas de cruzamientos entre Caturra e Híbrido de Timor. En coincidencia con otros autores, es un café de alto rendimiento en campo (mayor a 0,18 t ha⁻¹ de café pergamino) y de buena calidad física (mayor a 72% de café exportable). También tiene buena calidad organoléptica (con 79,9 a 82,1 puntos) que lo califica como café especial. El café Villalobo que se observa en las fincas, es una variedad arábica, conocido por su sabor distintivo y aromas complejos, muy conocida. Es un híbrido obtenido por cafetaleros costarricenses, resistente a las enfermedades y plagas, con sabor afrutado y floral, acidez media alta descrita como fresca y vibrante, su cuerpo es de medio a completo, aroma floral. Los

productores de café Villalobos se esfuerzan por asegurarse de que sus prácticas de cultivo sean sostenibles y respetuosas con el medioambiente, coincidiendo con criterios de González (2023).

Los productores de las tres fincas exponen que, el café que producen es apropiado para el desarrollo cafetalero de la región y su manejo agroecológico es de vital importancia para lograr calidad y altas producciones, en concordancia con lo expresado por especialistas de la Delegación Municipal de la Agricultura en Cumanayagua (2022).

3.3. Prácticas agroecológicas en las tres fincas de estudio

En las tres fincas se observa baja recuperación en la fertilidad de los suelos a través de prácticas tanto de incorporación de materia verde, como de productos compostados, aplicación de abonos mineralizados, lombrihumus y otros procesos que favorecen la vida en el suelo, obras para infiltrar el agua en el subsuelo, la solarización y la conservación de suelos.

Los productores no conocen procedimientos novedosos en el control de plagas y malezas, fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas y el reciclado óptimo de nutrientes, evidenciado en prácticas poco efectivas que no logran con la labranza conservacionista, evitar fertilizantes químicos, practicar los policultivos/asociaciones y evitar el uso de plaguicidas.

Se coincide con criterios de autores como Olmeño, García, Garnica, Ovalle (2022), que, para obtener buenas cosechas de café, además de hacer una buena selección de las variedades de café, establecer el mejor sistema de siembra y efectuar el debido manejo del terreno, es importante realizar las prácticas preventivas para el control de insectos plaga y enfermedades, con el fin de mantener las plantas sanas y obtener una buena producción, reflejado en el rendimiento de granos por planta.

Coincidiendo con opiniones investigativas de Olmeño, García, Garnica, Ovalle (2022), sin embargo, existen otros factores que no dependen del productor, como es el clima, el cual afectan las plantaciones por el efecto que causa el exceso de humedad y altas temperaturas, ya que propician el incremento de las enfermedades asociadas al cultivo del café. Para ello, se pueden aplicar diferentes prácticas de manejo de forma preventiva para evitar la propagación de las enfermedades en toda la parcela.

Se observan en las fincas, también que existen prácticas de manejo curativas, es decir, cuando las enfermedades e insectos plaga se encuentran presentes en las plantaciones, pero son más difíciles de aplicar y costosas, por eso se recomienda el manejo preventivo, ya que es un método más

económico y plantea realizar todas las labores del manejo agrícola de manera efectiva y oportuna, con el fin de dificultar la aparición y supervivencia de insectos plaga y enfermedades, coincidiendo con criterios de Olmeño, García, Garnica, Ovalle (2022).

El uso de biofertilizantes se hace de forma natural, por descomposición de desechos naturales. Hay una tendencia a mejorar los suelos con uso de fertilizantes químicos, aunque esta práctica está controlada por las asociaciones a las que pertenecen ANAP, ACTAF.

Se coincide con criterios del Consejo Salvadoreño del Café (CSC, 2020), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2021), Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roca del Café (PROCAGICA, 2021) en que las buenas prácticas de manejo de cafetales incluyen mecanismos para reducir el riesgo relacionado con la aplicación de plaguicidas. Para evitar la alteración del medio ambiente, se debe disminuir el impacto de los productos químicos en los cafetales, tomando medidas como el manejo integrado de plagas, de manera que la biodiversidad, el suelo y otros recursos naturales, como el agua y el aire, no se vean afectados.

Se observa en las tres fincas que los productores no proporcionan a sus trabajadores los equipos de protección personal necesarios, según la actividad que deban realizar, así como capacitarlos para que puedan usar dicho equipo con propiedad, sobre todo cuando utilizan fertilizantes químicos.

Los cultivos de cobertura se observan en pequeñas dimensiones en el manejo del control de la humedad. La práctica en el uso de cercas y corredores biológicos, se afectan sobre todo en lugares de regulación de sombra sobre el cafetal. Se coinciden con criterios de ECICC (2022) sobre la relación que guarda estas prácticas agroecológicas con la regulación de sombra y los árboles que se deben sembrar para mantener el equilibrio en este sentido.

Se observa la práctica de colocación y mantenimiento de trampas. Coincidiendo con criterios del Consejo Salvadoreño del Café (2022) y ECICC (2022), el trampeo es la actividad más efectiva para el control de la broca; además, es de bajo costo, ya que la hacen los mismos productores. Las que se observan en las tres fincas son de pomos plásticos. Las ventajas de las trampas se centran en que son de bajo costo y fáciles de elaborar, se pueden usar al menos un año, son un método eficaz para el control del insecto, si se manejan bien, no afectan la biodiversidad, ayudan a conservar la calidad del grano y no lo contaminan.

A diferencia de otras investigaciones, en las tres fincas las trampas son colocadas a razón de 10 por campos, mientras que el Consejo Salvadoreño del Café (2022) recomienda colocar 12 trampas por manzana a una distancia de 21-22 m entre una y otra. Se pueden colocar más cerca, si durante las labores de mantenimiento se nota que hay lugares donde hay más presencia del insecto.

En las tres fincas se colocan las trampas a una altura no mayor a los 1.20 m, ya que la broca no vuela más alto que eso y se coincide con criterios de Consejo Salvadoreño del Café (2022), Colonia (2023). Se observa pobre presencia de polinizadores introducidos en referencia las abejas, tanto apis como meliponas. En sentido general se observa que, en las prácticas agroecológicas analizadas, se presenta criterios de manejo en bajo porcentaje según las funciones ecológicas de regulación, que se presentan coincidiendo con criterios de Valdés-Kruger (2018).

Coincidiendo con criterios de Duque y Bustamante (2019), se considera que las prácticas de manejo de la biodiversidad tienen como objetivo incrementar el número de especies vegetales y animales presentes en el sistema, en las tres fincas estudiadas no se concibe la diversificación asociada a diferentes funciones ecológicas como el control de plagas y malezas, fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas, el reciclado óptimo de nutrientes, la conservación del agua y suelo, la conservación de la energía y la reproducción de poblaciones vegetales (polinización).

Se observa en las tres fincas cafetaleras que las prácticas de manejo de suelo están destinadas a mejorar la calidad del suelo, esencialmente las propiedades fisicoquímicas y biológicas que influyen en el desarrollo de los cultivos, coincidiendo con criterios de Duque y Bustamante (2019); Farfán Valencia (2020), Iñiguez (2021) y Herrera (2022), quienes exponen su asociación con las funciones de control de erosión, aporte y descomposición de materia orgánica, retención de nutrientes y actividad biológica edáfica.

En el caso de las tres fincas, se debe considerar que algunas prácticas tienen influencia tanto en el aumento de la diversidad productiva como en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Coincidiendo con criterios de Farfán Valencia (2020) e Iñiguez (2021), quienes en sus investigaciones demuestran que para comprender la relación entre prácticas agroecológicas y su influencia en las funciones ecológicas de regulación, toman el ejemplo de la asociación entre la diversificación vegetal y el control natural de fitófagos. La diversidad es una medida de la

complejidad del sistema. Los sistemas diversificados favorecen complejas cadenas tróficas que suponen más conexiones e interacciones potenciales entre sus miembros, así como muchas vías alternativas de flujo de energía y materia.

Conforme se incrementa la diversidad, aumentan las oportunidades de coexistencia e interacciones beneficiosas entre especies que pueden mejorar la sostenibilidad del sistema. Esto explica la mayor abundancia de controladores o enemigos naturales (EN) en sistemas diversificados, porque al ser ambientes más complejos hay una mayor diversidad de hábitat para refugio y oferta de gran variedad de alimentos para depredadores y parasitoides adultos que garantizan su permanencia. Por otro lado, las poblaciones de herbívoros (plagas) se encuentran atraídas cuando el recurso está concentrado (monocultivo). Esto significa que a la plaga le resulta más fácil encontrar el alimento, se coincide con criterios de Duque y Bustamante (2019).

En consecuencia, si se disminuye la concentración del recurso alimenticio combinando plantas hospederas, con plantas no hospederas, más difícil será para el fitófago localizar su alimento.

La diversidad puede ser aumentada en el tiempo a través de prácticas como las rotaciones y secuenciación de cultivos; en el espacio en forma de policultivos, cultivos de cobertura, corredores o franjas multidiversas, agroforestería, integración de cultivos con ganadería y manejo de la vegetación adyacente a la zona cultivada.

Se observa en las tres fincas que la fertilidad del suelo puede ser mejorada a través de acciones que mantengan la cobertura del suelo como labranza conservacionista, cultivos de cobertura, aplicación de materia orgánica y rastrojos, que utilicen especies con diferentes requerimientos nutricionales y zonas de exploración del perfil del suelo, a través de prácticas como rotaciones y policultivos y potencien la actividad biológica a través de la utilización de biofertilizantes como: compost, lombricompost, inoculantes en consonancia con resultados similares de Farfán Valencia (2020).

La importancia de la cobertura coincide con criterios de otros autores (Programa PROTRI, 2020; Sánchez, 2021). En sus investigaciones demostraron que cuando los cultivos de cobertura se lograron, permitieron un buen control de malezas, una mejora del rendimiento en grano, un aumento de la biomasa aérea, mejor estabilidad estructural, menor resistencia mecánica y un incremento del nivel de materia orgánica superficial.

En las tres fincas, las plantaciones de café fueron sembradas entre 2001 y 2003, su primera producción fue en el 2007 y en el periodo 2010-2018 se les realizó una poda general, intercalada. En la finca 1, se realizó una poda conducida con tres ejes ortotrópicos. Consistió en cortar la plantación de café a una altura de 0,45 m de altura con motosierra, donde solamente quedó el tocón (tronco de las plantas). Después de 45 días del corte, cuando estuvieron bien conformados los hijos o ejes ortotrópicos, se seleccionan los de mejor porte, dejando solamente tres hijos por tocón o planta rehabilitada.

De igual forma en las fincas 2 y 3, se realizó poda conducida con cuatro ejes ortotrópicos. Después de realizada la poda sistemática y después de 45 a 50 días se seleccionaron los mejores y que estuvieran bien ubicados, dejando cuatro hijos por planta rehabilitada.

Todos los años se realiza una poda de mantenimiento en las tres fincas de acuerdo a la vida del cafetal. Esta poda consiste en eliminar ramas improductivas y enfermas para mantener la planta sana, además se realiza el despallado, ya que la planta de café no produce en ramas viejas y estas son susceptibles a enfermedades.

Las prácticas agroecológicas en este indicador exponen que la situación del efecto de la poda sobre los rendimientos agrícolas del café se coincide con trabajos realizados sobre el tema, Grave de Peralta et al., (2019) de la Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao en Santiago de Cuba demuestran que con el manejo de la poda y la reducción gradual de los árboles de sombra aumentan los rendimientos agrícolas del cafeto, mediante un experimento que realizaron en un área del Tercer Frente en Santiago de Cuba en el periodo de 2015-2020. Utilizando una densidad de población de 2000 cafetos/ha con las modalidades de poda y una rotación de ejes. Utilizaron un diseño de bloques al azar y los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación doble. Los resultados arrojaron que si se regula intensa y gradualmente los árboles de sombra la poda es aconsejable hasta la sexta cosecha.

Se difiere con criterios de Teixeira (1946) quien en sus investigaciones tempranas obtuvo que la poda de las dos ramas inferiores del cafeto no era adecuada para el incremento de la producción. Coincidiendo sin embargo con Carvalho et al. (1976) que no encontraron efecto negativo en el rendimiento, la altura de la planta y el desarrollo de las ramas laterales con la poda de ramas laterales inferiores del café.

Se coinciden con criterios de Colodetti et al. (2018) quienes determinaron que en café arábica la poda de dos ejes ortotrópicos por planta proporciona mayor producción de café por hectárea con mayores granos. En concordancia con Ramírez (2018), se encontró que se obtuvo mayor producción con la poda selectiva y con ciclos de poda cada cinco años. Los resultados de los ensayos de poda del cafeto no son concluyentes, por lo tanto, se hace necesario continuar con las investigaciones sobre este tema.

En el caso de las tres fincas estudiadas se observó que, con la aplicación de la poda por dos, tres y cuatro ejes ortotrópicos se reportaron mejores resultados que en años anteriores. Los productores manifiestan que en cada caso hay que seleccionar los mejores hijos por plantas rehabilitadas. Aquí difieren criterios de otros autores quienes consideran la poda por dos ejes ortotrópicos como la mejor selección en los resultados productivos de las plantaciones (Coldetti y Ramirez, 2018). La poda conducida con cuatro ejes ortotrópicos, en investigación realizada por Chávez (2019) en condiciones climáticas iguales, mostró los mayores resultados en cuanto a cantidad de granos, frutos por ramas y cantidad de ramas productivas, alcanzando un rendimiento agrícola superior a los demás tratamientos a partir del segundo año en adelante.

Otros estudios de café en Cuba avalan la importancia de las prácticas agroecológicas de una poda oportuna del café (Vasallo, 2020) y (Araño Leyva, 2021), además de la importancia del correcto deshije en la poda de saneamiento que contribuye a que las plantas no se deformen en su desarrollo con posibilidades de enyerbamiento durante el ciclo de cultivo, aspecto este que fueron expuestos por los productores de las fincas estudiadas.

Se presenta en la tabla 7 los resultados productivos obtenidos por las tres fincas en los últimos tres años.

Tabla 7. Cálculo del rendimiento y la productividad en los últimos tres años

Finca	Rendimiento			Productividad		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
1	156,89kg(ha)	220,93kg(ha)	422,66kg(ha)	781,70	1298,70	2903,60
2	409,47kg(ha)	575,55kg(ha)	440,96kg(ha)	2749,08	4877,54	4549,27
3	2121,47kg(ha)	1935,17kg(ha)	2807,49kg(ha)	135,77	125,68	909,09

Rendimiento

Se aplicó la siguiente fórmula (1)

$$R = V_p / S_s = T(\text{ha})$$

Donde

R= Rendimiento

V_p=Volumen de producción

S_s=Superficie sembrada

T(ha)=Tonelada por hectárea

Productividad

Se aplicó la siguiente fórmula (2)

$$P = VAB / P_t$$

Donde

P=Productividad

VAB=Valor agregado bruto

P_t=Promedio de trabajadores

Para los especialistas de la Delegación Municipal de la Agricultura en Cumanayagua (2022), el rendimiento cafetalero de las tres fincas estudiadas, es bueno, de acuerdo a la relación volumen de producción (V_p) y superficie sembrada (S_s), aunque pudiera podría mejorar si se aplicaran prácticas agroecológicas en correspondencia con el tipo de café y las hectáreas sembradas de cada género, ya que tanto el Caturra, como el Villalobos y el Catimol son variedades fuertes para las condiciones de la región.

Se corrobora resultados productivos con datos ofrecidos por la Delegación del Ministerio de Agricultura de Cumanayagua (2022), la estructura de la Cuba Café en el municipio en el sector estatal ocupa 2 290.5 hectáreas cultivadas de café, o sea, el 61.03% del total de las áreas cafetaleras. Su producción ascendió, en 2020, a 141.7 toneladas de café (67.93% del total), en tanto que el sector no estatal obtenía 66.9 (32.07%). El rendimiento obtenido por las granjas estatales (281 kg/ha) es claramente superior al logrado por las granjas integrales (206.3 kg/ha) y el sector no estatal (229.3 kg/ha).

El comportamiento de la producción y rendimientos cafetaleros en el sector estatal desde el punto de vista territorial refleja que las mayores producciones se lograron en las granjas San Blas, San José, Cuatro Vientos y Mayarí y los mayores rendimientos en San José. Entre las UBPC se destacan por sus rendimientos Monforte, Vega del Café, Briche y Charco Azul.

Se coincide con criterios de Pérez (2019), que la producción de café se lleva a cabo en zonas de montaña de ocho provincias y 37 municipios del este (85% del total), el centro (10%) y el occidente (5%) del país, la cual es llevada a cabo por un total de 36 300 productores y 18 400 trabajadores en el beneficio. Existen 100,4 Mha dedicadas al café bajo sombra, de las cuales,

existen 81,7 Mha en producción. El 65% del área y el 67% de la producción se encuentran en el sector cooperativo y campesino.

Con respecto a la regulación de sombras, en las tres fincas se utiliza en general, el método de ventaneo. Esta práctica, es combinada con otras en su debido momento de su realización, en los cafetales establecidos, se aplica esta práctica que debe efectuarse cada dos años con el fin de permitir el porcentaje de entrada de luz que se quiere para el café, manteniendo una uniforme sombra en el cafetal.

La regulación de la sombra por la técnica de ventaneo se realiza escogiendo las ramas que están a una altura deseada, una a la par de la otra, eliminando los que se encuentren por encima o debajo de esta, es decir evitando tener sombra sobre la sombra y consiste en raleo o reducir la densidad de las plantas de sombra, es decir la creación de ventanas entre las ramas para que la luz y el sol entren. El ventaneo puede que requiera reducir una cantidad de hojas de una rama mediante la poda, o pueda ser más agresivo., al punto de corte total de ramas principales o secundarias para que la luz del sol entre en las cantidades necesarias para procesos de fotosíntesis y crecimientos de frutos.

La sombra de los cafetales en las tres fincas es acta para el desarrollo y la fomentación del cultivo del café con plantas leguminosas como el Algarrobo de la India y el Guamo que fijan el nitrógeno atmosférico y lo incorporan al suelo, además de cerrar las hojas por la noche permitiendo que el rocío penetre directamente sobre las hojas de los cafetales.

A diferencia de las prácticas en la regulación de la sombra que en las tres fincas se hace cada dos años, otras investigaciones (Ordóñez y Sosa, 2022), consideran, en cualquier caso, esta debe realizarse, al menos, una vez por año; si no se hace, la cosecha se reduce considerablemente por la limitada actividad fisiológica de la planta a causa de la falta de luz; además, se crean condiciones muy favorables para enfermedades que reduce drásticamente la cosecha, pues ataca hojas e incluso frutos. Por lo contrario, se coincide con otros autores que justifican la regulación de sombra, es el aporte de nutrientes que se producen al mineralizarse la materia orgánica que se genera con la poda. Se coincide con datos de Fassbender (2022), quien menciona que la regulación de la sombra en el sistema café en general, incorpora al suelo valores de materia orgánica desde 4.3 hasta 20 toneladas/hectárea, que al descomponerse representan un aporte de 228 a 461 kg de nitrógeno, 18 a 35 kg de fósforo, 139 a 259 kg de potasio. Coincidiendo con

otros autores, como Goldberg (2019), Suárez (2021) y Rodríguez (2022), señalan que después de la poda en la regulación de sombra se aporta al suelo materia orgánica en magnitudes desde 4.7 a 13.1 toneladas/ha/año, la que se descompone en un 50% en dos meses.

Investigaciones en Puerto Rico (Monroig y Suárez, 2020) coinciden en las ventajas de la regulación de la sombra, por las características edafoclimáticas de esas regiones y de la zona de Cuatro Vientos. Opinión de los productores de las tres fincas de estudio coinciden en declarar que la sombra que proyectan los árboles reduce la temperatura del suelo favoreciendo el desarrollo de raíces. En plantaciones que no han alcanzado pleno desarrollo se encontraron índices perjudiciales al crecimiento de estas.

Monroig y Suárez (2020), Vázquez, (2020), no obstante, exponen en investigaciones similares que los trabajos realizados demuestran que la temperatura del suelo bajo las hileras de café al sol en pleno desarrollo se mantuvo tan fresca como las plantaciones con sombra densa mientras que la temperatura en las franjas de yerba que crecían entre las hileras de cafetos fue ligeramente más alta. Esto no afectó el libre crecimiento de las raíces. La tendencia indica que, en la etapa juvenil de los cafetos, cuando apenas proyectan sombra, se afecta su sistema radical por efecto de la temperatura elevada en el suelo; por lo que requiere proveerle sombra de carácter temporero hasta que estos se desarrollen lo suficiente para crear las condiciones adecuadas para su desarrollo.

Por otra parte, se coinciden en criterios de Carvajal (2018), Marco (2019) y Barragán (2022) que expresan que, la hojarasca, ramas, troncos y raíces en descomposición de los árboles de sombra proveen y mantiene el contenido de materia orgánica en el suelo. Es posible que a largo plazo los suelos de los cafetales al sol contengan menos materia orgánica que los que crecen bajo sombra; no obstante, se han hecho centenares de muestras de suelos típicos de la región que indican que aún suelos que han estado por muchos años bajo cultivo el contenido de materia orgánica, con raras excepciones, es menor de 3%, y se encuentra entre los niveles deseables.

Corroborando con datos de investigaciones cubanas (Nicholls et al., 2018; Morales, 2019); Díaz, 2022), en zonas afectadas huracanes en Cuba, investigadores encontraron que las fincas diversificadas que aplican prácticas agroecológicas seguras, exhibieron pérdidas de productividad del 50% en comparación con el 90 o el 100% en fincas vecinas, a la vez que mostraron una recuperación de la producción más rápida (80 a 90%) 40 días después del huracán) que las fincas

que no aplican prácticas agroecológicas. Todos estos estudios corroboran que los sistemas agroforestales al incrementar la materia orgánica del suelo mejoran la infiltración del agua, al proveer cobertura previenen la erosión del suelo y muchos árboles actúan como rompe vientos disminuyendo la velocidad del viento y el impacto de las tormentas. Las raíces profundas y superficiales de los arboles también ayudan a estabilizar el suelo.

En sentido general al analizar los indicadores de la metodología para evaluar prácticas agroecológicas. Aprender-haciendo (ECICC, 2022), se encontraron criterios de coincidencia en opiniones de los productores de las tres fincas cafetaleras con autores como Díaz (2022), que expresa que, en alta densidad, una planta necesita mayor cobertura de sombra (50-70%) y menor cantidad de luz (50-30%) cuando hay: altas temperaturas, baja humedad relativa, suelos con baja fertilidad, mayor exposición a luz solar y menor altitud sobre el nivel del mar. En baja densidad, una planta necesita menor cobertura de sombra (25-30%) y mayor cantidad de luz (70-75%) cuando hay bajas temperaturas, alta humedad relativa, suelos con alta fertilidad, menor exposición a luz solar y mayor altitud sobre el nivel del mar.

Según las prácticas agroecológicas observadas y los métodos para su realización en las tres fincas se consolida que:

- La fertilización presenta poco tratamiento en la cobertura del suelo, con rotaciones y policultivos y utilización de biofertilizantes por descomposición natural.
- El control de malezas con el uso de abonos verdes o cobertura muerta, solarización del suelo y manejo del drenaje y tendencia a uso de herbicidas químicos.
- Las intensidades de poda por dos y tres ejes ortotrópicos con altos resultados productivos y la poda de mantenimiento que permite conservar las plantas en estado de rendimiento alto.
- La regulación de sombras en general por el método de ventaneo, con el uso de leguminosas como el Algarrobo de la India y el Guamo que permiten un equilibrio entre la luz del sol y la humedad de los suelos.
- La realización de labores culturales de cultivo para combatir la presencia de plagas y enfermedades con agentes biológicos controladores y el trampeo, además uso controlado de químicos.

Coincidiendo con criterios de Fajardo y Fernández (2020), la aplicación de prácticas agroecológicas seguras, se corrobora en otras investigaciones, ya que los rendimientos del café

disminuyen como consecuencia de la incorrecta aplicación de la agrotecnia. En los campos evaluados las labores de regulación de sombras y poda/deshije tuvieron las más bajas frecuencias anuales. Una importante actividad es la limpieza de las malezas, coincidiendo con criterios de Díaz (2020), las plantaciones deben permanecer libres de ellas todo el año. Otros estudios en Cuba avalan la importancia de las labores agrotecnicas para el cultivo del café, Araño Leyva et al. (2021), determinaron un deficiente deshije en la etapa de saneamiento, lo que contribuyó a la deformación del cafeto en su desarrollo; así como predominio de enyerbamiento durante todo el ciclo de cultivo, entre un 27% y un 30% de las áreas. En campos de café arábica del Oriente del país, Fajardo y Fernández (2020), encontraron baja capacidad productiva por mala aplicación de las prácticas agroecológicas.

Criterios que corroboran, elementos variables investigadas en las tres fincas (Larios, Salmeron y García, 2014, citado por Contreras et al 2019), exponen que la implementación de prácticas agroecológicas en el cultivo de café es de gran significado debido al aporte, mantenimiento y aumento de fertilidad de los suelos, además se realiza un manejo sostenible al cultivo las diferentes estrategias que ofrece la agroecología aportan a la minimización de vulnerabilidad del suelo y contribuye a la conservación del agua, suelo y bosques. Llevando a cabo esta práctica se generan agroecosistemas con mayor fortaleza.

Se coincide con otros autores (Comese, Gonzales, Conti, 2019), citado por Contreras et al. (2019), que entre las múltiples ventajas que ofrece el manejo agroecológico, en cuanto al fortalecimiento del suelo, incide en la estabilización del pH, aumento de la capacidad de almacenamiento de agua y materia orgánica, mejoramiento del proceso de intercambio catiónico (CIC), entre otros.

Criterios coincidentes de Capa (2017), Khalajabadi (2018), Alumina (2022), corroboran que los elementos esenciales para el cultivo de café, se encuentra en primer lugar el nitrógeno, el cual contribuye a la formación de aminoácidos y proteínas, los cuales se encuentran en la clorofila, una importante provisión de este esencial elemento se encuentra en la materia orgánica, donde por medio de la mineralización provee a la planta parte de sus requerimientos. El segundo elemento crucial es el potasio y su exigencia aumenta en el momento del llenado del grano, ya que contribuye en la formación y transporte de almidones, suma a la planta resistencia de enfermedades y minimiza el riesgo de marchites. Ahora bien, el elemento fosforo aporta a una

gran cantidad de procesos metabólicos como el desarrollo radical, crecimiento de brotes, ayuda al proceso floración y fructificación, como también al desarrollo y condición de los frutos. El calcio es sustancial para las reacciones metabólicas y conservación del grado hídrico de la planta. El magnesio es un factor necesario en la clorofila, participando en aspectos importantes en el metabolismo vegetal.

CONCLUSIONES

1. En la identificación de las prácticas de manejo agroecológico al mejoramiento de la producción y productividad del café, se observa baja recuperación en la fertilidad de los suelos a través de prácticas tanto de incorporación de materia verde, como de productos compostados, uso de biofertilizantes de forma natural, por descomposición de desechos naturales y tendencia a mejorar los suelos con uso de fertilizantes químicos. Los cultivos de cobertura se observan en pequeñas dimensiones en el manejo del control de la humedad.
2. En el caso de las tres fincas, se debe considerar que algunas prácticas tienen influencia tanto en el aumento de la diversidad productiva como en el mejoramiento de la fertilidad del suelo y el rendimiento cafetalero de acuerdo a la relación volumen de producción y superficie sembrada, aunque pudiera podría mejorar si se aplicaran prácticas agroecológicas en correspondencia con el tipo de café y las hectáreas sembradas de cada género.

Recomendaciones

- Considerar los resultados de la evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en las producciones de café en las tres fincas estudiadas, para proyectar futuras intervenciones en la recuperación de la fertilidad de los suelos en la zona, el uso racional de los recursos naturales y el mejoramiento de la producción y productividad del café.
- Socializar los resultados de la investigación en eventos de las asociaciones campesinas, que permitan fortalecer las prácticas agroecológicas investigadas e integrar otras afines a los resultados productivos de la actividad cafetalera en la región.

Referencias

- . <http://www.cedeco.or.cr/documentos/Produccion%20cafe.pdf>
- Altieri M, Nicholls C. (2020). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
[http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2\[1\].pdf](http://www.agro.unc.edu.ar/~biblio/AGROECOLOGIA2[1].pdf)
- Alumina, M (2022). Alternativas agroecológicas para el manejo del café.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3251/1/TESIS.pdf>
- Alvarado Ortiz A, Monroig M. (2020). *Guía Práctica de Plagas y Enfermedades en Café*. Servicio de Extensión Agrícola. Colegio de Ciencias Agrícolas.
<http://academic.uprm.edu/aalvarado/HTMLobj-117/cafe.pdf>
- Araño Leyva, L., Ramajo Destredes, D., Navarro Ocaña, M., (2020). Resultados de la aplicación de tecnologías en el desarrollo cafetalero de cuatro fincas de la UBPC 14 de junio. *Café y Cacao 10 (1)*, 12-16. <http://www.cofenac.org/desarrollo-cafetalero>
- Barragán O. (2022). *Aporte y Descomposición de Biomasa Aérea en Asociaciones Agroforestales y su Influencia en los Cultivos de cacao y café*. (Tesis de Grado). Universidad de Ecuador. www.iniap.gob.ec/sitio/index2.php?option=com
- Benito Sullca J. (2019). Paquete tecnológico de manejo integrado de café. Perú: INIA.
<http://www.inia.gob.pe/cafe/PAQUETE%20%20TECNOL%C3%93GICO%20-%20CAFE.pdf>
- Bolaños, M. & González R., A. (2019). Café orgánico de sombra en el Rincón de Ixtlán, Oaxaca- México. Cali-Colombia. http://www.era-mx.org/biblio/cafe_organico_ixtlan.pdf
- Bolivia. Fundación AGRECOL Andes (2018). *El pillo o Poda de Rejuvenecimiento en la producción de Café Orgánico*. Artes Gráficas Sagitario S.R.L.cbba.
www.asocam.org/biblioteca/B0053_completo.pdf

- Capa, L. (2017). *Las buenas prácticas agrícolas en la caficultura*. Cenicafe.
<https://www.cenicafe.org/es/documents/buenasPracticas.pdf>
- Carvajal, J. (2018). *Cafeto; Cultivo y Fertilización*. Instituto Internacional de la Potasa.
- Castillo, G. (2020). Tecnología para la producción de café en México. *INIFAP*.
- Cenicafe (2020). Resumen del informe anual de actividades. <http://www.ceicafe.org>
- Cofenac (2020). El sector Cafetalero Ecuatoriano. <http://www.cofenac.org/sector-cafetalero>
- Columbus M, Pulgarín G. (2020). *Proyecto de Producción de café orgánico para exportación como una nueva alternativa comercial para el Ecuador*. (Tesis de grado). Universidad de Ecuador. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3807/1/6334.pdf>
- Contreras, A., Sánchez, P., Romero, O., Rivera, J., Ocampo, I. & Conrado, J. (2019). Prácticas agroecológicas y su influencia en la fertilidad del suelo en la región cafetalera de Xolotla, Puebla. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid
- Corecaf (2019). Estudio de mercado del café. Centroamérica.
http://www.corecaf.org/archivos/file36_Estudio_de_mercado_del_cafe1.pdf.
- Coronel M. (2019). *Estudio del café especial ecuatoriano*. (Tesis de Maestría). Universidad Iberoamérica. http://.nutricion/files/2010/12/Coronel_Feijo_Manuel-Alberto_PFM.pdf
- Corporación Ecuatoriana de Cafetaleros, (CORECAF). Determinación de los parámetros técnicos para plantaciones tradicionales y plantaciones tecnificadas de café arábico y Robusta. Quito-Ecuador. http://www.corecaf.org/archivos/file40_Parametros_Tecnicos_Arabiga_y_Robusta.pdf
- Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. (2012). *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. La Habana, ACC.
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2019). *Series cronológicas de producción de Café en Cumanayagua*. Empresa Agroindustrial Eladio Machín. La Habana: MINAGRI
- Delgado P, Larco A, García C, Alcívar R, Chilán W, Patiño M. (2021). Manejo de la Broca del Fruto del café. http://dev.ico.org/projects/cabi_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf
- Díaz, W. (2021). *Manejo de plantaciones de cafetos Coffea arabica L. Var. Caturra, en especial: la poda y la sombra*. (Tesis de Grado). Universidad INCA. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Díaz, W. (2022). *Café y Cacao: Panorámica de su desarrollo en Cuba. Principales resultados científico-técnicos de la ECICC*. ECICC.

- Escamilla E, Ruiz O, Díaz G, Landeros C, Platas D, Zamarripa A, (2019). El Agroecosistema café orgánico en México. <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/103.pdf>
- Estación Central de Investigaciones de Café y Cacao de Santiago de Cuba (ECICC, 2022). Metodología Aprender-haciendo. <https://cienciadecuba.wordpress.com>
- Fischersworing B, RoBkamp R. (2019). *Guía Para La Caficultura Ecológica. Colombia*. Editorial López. http://www.ifoam.org/other_training_materials/soil_plant/caficultura_ecologica.pdf
- González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. https://consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf
- Honduras. Fundación de Investigación Agrícola. (FHIA) (2020). Guía práctica; Producción de café con sombra de maderables. www.fhia.h
- ICAFFE. (2019). Guía Técnica para el Cultivo del Café. <http://www.icafe.go.cr/icafe/anuncios/documentos/GUIA%20TECNICA%20V10.pdf>
- Jacquat S. (2018). Estudio comparativo sobre sistemas integrados de producción y sistemas agroforestales en el departamento de San Martín. Perú. <http://www.abcperu.org/doc/isis/12974.pdf>
- Khalajabadi. K. (2018). Alternativas para el manejo cultural de la muerte descendente del cafeto. Avances técnicos, *Cenicafe*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0456.pdf>
- Marco Heli C. (2019). Alternativas agroecológicas para el manejo del café. *Ripalme*.
- Monroig Inglés, M. F. (2020). *Manual para una caficultura sostenible en Puerto Rico*.(Tesis de Grado). Universidad de Puerto Rico.
- Morales, D. (2019). *Influencia de la humedad del suelo y diferentes condiciones de aviveramiento del Coffea arabica L.* (Tesis de Grado). Universidad INCA. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Nicholls, C.I., M.A. Altieri, A. Henao, R. Montalba y E. Talavera (2018). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Redagres*,
- OIRSA (2020). Manual técnico buenas prácticas de cultivo en café orgánico. <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALCAFEORGANICOparaprofesionales.pdf>

- Olmeño, M.A, García, R., Garnica, J.C., Ovalle, A. (2022). Manejo agroecológico del café. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay. Venezuela.
- Ordoñez, M.A, y Sosa López, M.H. (2022). Uso y manejo de sombra en los cafetales. Costa Rica. *CATEI*.
- Ortega J. (2018). Análisis sectorial del café. Apunte de Economía, Dirección General de Estudios. Ecuador.
<http://www.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Apuntes/ae40.pdf>
- Ortuño M, Salinas V. (2018). Proyecto de procesamiento y comercialización de café ecológico.
www.uc.edu.ec
- Pérez, L. (2019). La roya del cafeto en Cuba. Evolución al manejo alternativo de la enfermedad. In Memorias del Seminario Científico Internacional Manejo Agroecológico de la Roya del Café. FAO.
- Programa PROTRI. (2020). Cultivos de cobertura. Guía práctica. <http://www.protri.org/guia-practica/pdf>
- Pursglove, J. W. (2020). *Coffea. Tropical Crops. Dicotyledons. Longman Scientific and Technical.12 (3) 492-493.*
- Ramírez P. (2021). *Diseño de un sistema agroforestal basado en café robusta que incrementa la sustentabilidad, rentabilidad y equidad, en la amazonia ecuatoriana.* (Tesis de Maestría). Universidad Católica de Temuco. Chile. <http://biblioteca.uct.cl/tesis/pedramirez/tesis.pdf>
- Ramón V, Rodas F. (2019). El control orgánico de plagas y enfermedades de los cultivos y la fertilización natural del suelo.
http://www.darwinnet.org/docs/guia_contol_organico_plagas.pdf
- Sadaghian, Ch., Díaz, W., Alarcón, M., Rey, A. (2022). Nutrientes para suelos dedicados al cultivo del café. <http://www.oirsa.org/aplicaciones/nutrientes-ara-suelos-cultivos-de-cafe.pdf>
- Sanches Reyes C. (2018). *Cultivo, Producción y Comercialización de café.* Granjas y Negocios.
- Sánchez Martínez, L. (2021). La importancia de la cobertura del suelo en cafetales.
<http://www.protri.org/importancia-cobertura-de-suelos-en-cafetales/pdf>
- Sisalima S. (2019). *Ruta del café y desarrollo agroturístico en el cantón Puyango-provincia de Loja. Monografía de grado.* Universidad de Cuenca.

Valencia, G. (2020). Manual de nutrición y fertilización. *INCA*. <http://ediciones.inca.edu.cu>

Vázquez, L. (2020). Manejo agroecológico de las plagas del cafeto en Cuba.

http://www.darwinnet.org/docs/guia_contol_organico_plagas.pdf

Anexos

Anexo 1. Guía para el diagnóstico agroecológico

- **Agrotecnológico**

1. Cuál es la extensión de la finca
2. Cómo tiene diversificada la finca (cultivos, rendimiento (t), área cultivable (ha))
3. Cómo controla plagas y enfermedades
4. Cómo sabe si lo que siembra es rentable
5. Ha realizado estudios de suelos
6. Que fuentes de agua existen en la finca y qué uso le da
7. Implementa prácticas de conservación de suelos y aguas

8. Qué mejora de infraestructura ha hecho en su finca en los últimos tres años
9. Con qué tecnología maneja su finca: convencional, tradicional u orgánico
10. Qué implementos agrícolas utiliza
11. Qué labores culturales utiliza en sus cultivos

- **Económico**

1. Qué costo tiene una hectárea de sus rubros en la finca
2. Cuál es el costo de cotización a la cooperativa
3. Cuál es el gasto por mes en su casa de la finca
4. Cuánto gasta en combustible
5. Conoce usted la utilidad o pérdida por cada rubro que siembra (estados de resultados en los últimos tres años)
6. Cuenta con medio de transporte para sacar su producción
7. Recibe financiamiento para las actividades de la finca
8. Cuenta con un plan de inversión
9. Planifica las actividades de la finca
10. Cuál es la situación legal de sus tierras
11. Cuánto produce, cuanto ha destinado para comercializar y cuánto para consumo

- **Sociopolítico y cultural**

1. En qué forma de producción está asociado
2. A qué distancia de la cabecera municipal se encuentra la finca
3. Qué participación tiene su familia en la finca
4. Se encuentra solvente la finca
5. Qué nivel de educación tiene usted
6. Ha realizado intercambio de experiencias con otros productores
7. Ha recibido capacitación
8. Qué programa de desarrollo local conoce y en cuáles participa
9. Qué proyectos ha hecho el gobierno local, en qué le ha servido, cuál es su incidencia

10. Los caminos de acceso a la finca son permanentes o temporales

11. Cuál es la relación sociocultural de la finca con las demás entidades comunitarias

- **Medioambiental**

1. Cómo define el medioambiente

2. Sabe algo sobre biodiversidad y resiliencia socioecológica

3. Qué prácticas utiliza para cuidar el medioambiente

4. Tiene bosques, qué uso les da

5. Conoce la flora y la fauna que habita su finca (nativa o introducida)

6. Practica la quema

7. Qué uso les da a los desechos de su finca

8. Elabora productos orgánicos

Anexos 2. Fotos de las fincas













