



Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniera Agrónoma

Título: Evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua

Autor. Mislenia Rivero Gómez

Tutor. Ing. MSc. Isel González Marrero

**Curso 2023**

Cumanayagua, 13 de noviembre de 2023

"Año 65 de la Revolución"

La tesis para obtener el título de ingeniera agrónoma: " Evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua, de la estudiante Mislenia Rivero Gómez, con la tutoría de Ing. Msc Isel González Marrero se desarrolló en un período de enero a octubre de 2023.

Los reportes de este estudio evalúan la eficacia agroecológicas de tres de las fincas cafetaleras del Nicho, municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos; obteniendo logros satisfactorios.

El cálculo de los índices en la seguridad alimentaria y modelo productivo, aunque es bajo en la variable Personas alimentadas ha/año por aportes de energía (Pe), expone que más del 75% de los alimentos para la familia son producidos en las fincas, con un índice porcentual de 43,56. La evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en las tres fincas investigadas, se comportó con indicadores que apuntan a mejorar el manejo de suelos y el manejo de la biodiversidad con mayor utilización de recursos naturales y mejoramiento de la resiliencia de los productores, sus familias y el agrosistema

.Los resultados de esta investigación de conjunto con la Delegación de la Agricultura Municipal serán llevados a otros productores de café del municipio donde sirven de ejemplos debido a los resultados favorables que han tenido.



Sadys Enrique Ventura

Delegada Municipal de la Agricultura



## **Resumen**

El estudio se desarrolló en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, municipio de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos, en el período comprendido desde enero a octubre del 2023, con el objetivo de evaluar la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la referida zona. Se utilizó un diseño no experimental, para medir los indicadores al tener en cuenta la referencia de eficacia en cada variable analizada. Se realizaron entrevistas y encuestas a directivos, técnicos y productores, revisión de documentos, la base de datos económica y productiva, observación directa en el terreno, se calcularon las variables, con la captura de información primaria y secundaria. Se demostró que en las prácticas agroecológicas en el rendimiento cafetalero, la productividad y costo-beneficio existe correlación en la proporcionalidad que parte de los volúmenes de producción y las utilidades recibidas por los productores, los suelos en el contexto estudiado, muestra baja recuperación en su fertilidad 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, el cálculo de los índices en la seguridad alimentaria y modelo productivo, expone que más del 75% de los alimentos para la familia son producidos en las fincas. La eficacia de las prácticas agroecológicas en las tres fincas investigadas, se comportó con indicadores que apuntan a mayor utilización de recursos naturales y mejoramiento de la resiliencia de los productores y el agrosistema.

Palabras claves: eficacia, fincas cafetaleras, rendimiento cafetalero, la productividad, costo-beneficio

## **Abstract**

The study was carried out in three coffee farms in the El Nicho area, municipality of Cumanayagua, province of Cienfuegos, in the period from January to October 2023, with the objective of evaluating the effectiveness of agroecological practices in three coffee farms in the referred area. A non-experimental design was used to measure the indicators by taking into account the reference of effectiveness indicators in each variable analyzed. Interviews and surveys were carried out with managers, technicians and producers, review of documents, the economic and productive database, direct observation in the field, the calculation of the variables was applied, with the capture of primary and secondary information. It was demonstrated that in agroecological practices in coffee yield, productivity and cost-benefit there is a correlation in the proportionality that starts from the production volumes and the profits received by the producers, the soils in the studied context, show low recovery in their fertility through practices of both incorporation of green matter and composted products, application of mineralized fertilizers, vermihumus and other processes that favor life in the soil, the calculation of indices in food security and production model, shows that more 75% of the food for the family is produced on the farms. The effectiveness of agroecological practices on the three farms investigated behaved with indicators that point to greater use of natural resources and improvement of the resilience of producers and the agrosystem.

Keywords: effectiveness, coffee farms, coffee yield, productivity, cost-benefit

## Índice

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción.....                                                                                                               | 1  |
| Capítulo 1: Revisión bibliográfica.....                                                                                         | 6  |
| 1.1. Agroecología.....                                                                                                          | 6  |
| 1.1.1. La agroecología como alternativa de producción sostenible de café .....                                                  | 8  |
| 1.2. La extensión rural y la apropiación de conocimiento en los productores de café .....                                       | 11 |
| 1.3. Prácticas agroecológicas.....                                                                                              | 14 |
| Capítulo 2: Materiales y métodos.....                                                                                           | 17 |
| 2.1. Caracterización edafoclimática de la zona.....                                                                             | 17 |
| 2.2. Identificación de las prácticas agroecológicas en el rendimiento cafetalero, la productividad y costo-beneficio.....       | 17 |
| 2.3. Índices de seguridad alimentaria y modelo productivo.....                                                                  | 18 |
| 2.4. Evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua..... | 19 |
| Capítulo 3: Resultados y discusión.....                                                                                         | 20 |
| 3.1. Caracterización edafoclimática de la zona.....                                                                             | 20 |
| 3.2. Identificación de las prácticas agroecológicas en el rendimiento cafetalero, la productividad y costo-beneficio.....       | 28 |
| 3.3. Cálculo de los índices en la seguridad alimentaria y modelo productivo.....                                                | 29 |
| 3.4. Evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua..... | 34 |
| Conclusiones.....                                                                                                               | 39 |
| Recomendaciones.....                                                                                                            | 40 |
| Referencias.....                                                                                                                | 41 |

## **Introducción**

Los sistemas de producción agropecuaria son uno de los pilares del desarrollo rural, representan la base de la seguridad alimentaria de la población y garantizan aportes económicos importantes al producto interno bruto (PIB) de los países (Flores, 2019). Es así como el sector agropecuario ha sido tradicionalmente un apoyo productivo importante en la economía mundial. No obstante, su participación en la producción nacional ha descendido durante los últimos años, pasó de representar el 25% del PIB en 1965 al 6% en 2019 (Navas, Velásquez Mosquera, 2020).

De acuerdo con los datos suministrados por la FAO (2020), durante el 2019 el sector agropecuario fue el protagonista en la economía mundial, ya que logró ser el impulsor del PIB global con una variación de 4,9%, por encima del promedio nacional que fue 1,8 (Giraldo, 2019). Actualmente, estos sistemas productivos se basan en un modelo económico imperante caracterizado por el consumismo, el cual afecta el medio ambiente porque se asume la producción en masa como medio infinito capaz de satisfacer todas las necesidades que la industria y los sectores económicos crean convenientes, situación que obvia toda clase de vida en los hábitats conocidos y que atenta contra el equilibrio y la biodiversidad existente en el planeta (Sicard, 2019).

Entonces, teniendo en cuenta que el sector agropecuario es tan importante en la economía mundial es necesario cuestionar la estrategia de producción que se debe seguir para no menoscabar la base natural; a este punto, el pensamiento basado en la ecología política y el pensamiento crítico en general, permiten visualizar las enormes contribuciones que los procesos sociales de la agroecología están generando, tanto en el sector agrícola como en otras actividades no agrícolas, enfrentándose así a las malas prácticas que conllevan el posdesarrollo y el postextractivismo (Pabón, 2019).

En este sentido, la agroecología, como sistema de producción sostenible, busca que la agricultura y el desarrollo sostenible minimicen la degradación de la tierra de cultivo, maximizando a su vez la producción; con la sostenibilidad, los sistemas de producción agrícola tienen la capacidad para mantener su productividad a pesar de las perturbaciones económicas y naturales, externas o internas (García, 2020).

Sin embargo, el logro de una agricultura más sustentable requiere de un nuevo rol de la enseñanza, la investigación, la extensión y una redefinición de la relación con los agricultores,

para lo cual, la agroecología, por sus características de matriz disciplinar pluriepistemológica, y con su fuerte contenido ético y enfoque holístico- sistémico, puede ser el camino adecuado (Melo, 2021).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que la crisis ambiental, el consumismo, la falta de estrategias de desarrollo rural y agrícola, y el debilitamiento de la relación hombre-naturaleza, han ocasionado que el sector agropecuario se desvalore afectando así tanto la seguridad alimentaria de las familias campesinas, como el desarrollo de los sectores productivo, económico y comercial.

En la actualidad la agricultura ecológica cuenta con un cuerpo de objetivos, resultados e indicadores que se aplican a la unidad productiva, entendida esta como un sistema multifuncional, y que además de producir e innovar como la agricultura convencional, conserva la biodiversidad y garantiza alimentos. En cuanto a la generación de ingresos, se diferencia de la agricultura convencional por el enfoque de equidad y justicia. Asimismo, la eficacia de la agricultura ecológica se expresa por los aportes a la sostenibilidad social de las familias campesinas e indígenas que la practican. Por consiguiente, el volumen de la producción es solo un aspecto entre muchos otros.

La FAO (2018) concuerda en expresar que el concepto de Buenas Prácticas Agroecológicas (BPA) ha evolucionado en los últimos años como resultado de los propósitos de un amplio conjunto de interesados en la producción, en la seguridad, la inocuidad y la calidad de los alimentos y en la sostenibilidad ambiental. Los principales objetivos de las BPA son: la calidad de los alimentos, la eficiencia de la producción, la calidad de vida de productores y consumidores, y los beneficios para el ambiente a mediano y largo plazo.

Los agricultores ponen en práctica las BPA mediante métodos agrícolas sostenibles como el manejo integrado de plagas y enfermedades, uso racional de fertilizantes y las prácticas de conservación del suelo, entre otras (FAO, 2018; FAO, 2019; EMBRAPA, 2020).

Actualmente las BPA son reconocidas oficialmente e internacionalmente como mecanismos para reducir los riesgos relacionados con el uso de plaguicidas, para velar por la salud pública y del medio ambiente y consideraciones de inocuidad. Su utilización está siendo promovida cada vez más por el sector privado, los comercializadores y los productores como respuesta a la demanda de los consumidores de alimentos sanos y producidos de manera sostenible. Esta tendencia puede crear incentivos para la adopción de las BPA por parte de los agricultores mediante la apertura de

nuevas oportunidades de mercado, a condición de que tengan la capacidad de responder a esa demanda y la caficultura no puede ser ajena a estos requerimientos del mercado (University of Maryland, 2020; FAO, 2020).

En Cuba en la década de 1990, la producción de alimentos se derrumbó debido a la pérdida de fertilizantes importados, pesticidas, tractores, partes y derivados del petróleo. La situación era tan mala que Cuba registró el peor crecimiento de la producción de alimentos per cápita en toda América Latina y el Caribe. Pero rápidamente la isla reorientó su agricultura a depender menos de la importación de insumos químicos sintéticos, y se convirtió en un ejemplo de clase mundial de la agricultura ecológica (Sevilla y Soler, 2019).

La agroecología está aportando las bases científicas, metodológicas y técnicas para una nueva “revolución agraria” a escala mundial. Los sistemas de producción fundados en principios agroecológicos son biodiversos, resilientes, eficientes energéticamente, socialmente justos y constituyen la base de una estrategia fuertemente vinculada a la soberanía alimentaria. La idea principal de la agroecología es ir más allá de las prácticas agrícolas alternativas y desarrollar agroecosistemas con una mínima dependencia de agroquímicos e insumos de energía. La agroecología es tanto una ciencia como un conjunto de prácticas (FAO.Madrid(2018).

El referido autor reconoce que, como ciencia, la Agroecología, se basa en la “aplicación de la ciencia ecológica al estudio, diseño y manejo de agroecosistemas sustentables”. Lo anterior conlleva la diversificación agrícola intencionalmente dirigida a promover interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema, de tal manera que permitan la regeneración de la fertilidad del suelo y el mantenimiento de la productividad y la protección de los cultivos (EMBRAPA, 2020).

A pesar de todo lo anterior existe la necesidad de “probar” la eficacia del modelo agroecológico. Se afirma, en tal sentido, que faltan evidencias que demuestren su eficiencia y su eficacia, tal como sucede en la agricultura convencional que tiene en el rendimiento su indicador clave.

Poco se insiste en cambio en el gran vacío del modelo agrícola convencional en relación a los costos ambientales y, si bien existen empresas agrícolas grandes y medianas que adoptan la “responsabilidad social empresarial”, no sucede lo mismo en estas empresas con la responsabilidad ambiental, que implica reducir o resarcir su impacto negativo en el suelo, el agua, la flora y la fauna.

Bajo esta premisa, las prácticas agroecológicas se constituyen como alternativa que contribuyen a la sostenibilidad de los agroecosistemas y al manejo resiliente del capital natural. Al respecto, Altieri y Nichols (2020), señalan que el enfoque agroecológico y sus prácticas conforman un nuevo desarrollo agrícola, y un nuevo modelo de desarrollo rural, a través del diálogo de saberes entre los actores de la cadena de valor en la producción agropecuaria (Sevilla y Soler, 2019). Además, de la estrecha relación que se teje entre los conocimientos y las prácticas, muchas veces entran en juego presiones del contexto, como la asistencia técnica, políticas públicas y la dinámica del mercado, cuyas consecuencias excluyen los conocimientos de los agricultores (Gargoloff et al., 2016) por lo tanto, la utilización de prácticas agroecológicas que se basan en los conocimientos locales, son mecanismos que permiten un mejor desempeño de los agroecosistemas en los ámbitos económico, social y ambiental (Blandi, 2016).

Las buenas prácticas agroecológicas pueden salvar los recursos naturales y la biodiversidad, así como promover la adaptación y mitigación del cambio climático. También puede mejorar la resiliencia de los agricultores, familiares y agrosistemas específicos. Sería conveniente evaluar su eficiencia en la capacidad que tiene los procesos productivos, para utilizar las herramientas con el fin de lograr los objetivos marcados en las producciones de café de la zona El Nicho, por constituir esta, un agrosistema de importancia en el desarrollo cafetalero de la región.

Por lo anteriormente expuesto se presenta el siguiente **Problema de investigación:**

- ¿Cómo evaluar la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua?

Se defiende la **Hipótesis:**

- Con la identificación de las prácticas agroecológicas, el rendimiento cafetalero, la productividad, el costo-beneficio y el cálculo de índices en la seguridad alimentaria y modelo productivo, se podrá evaluar la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua.

**Objetivo general:**

- Evaluar la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua

**Objetivos específicos**

1. Caracterizar edafoclimáticamente la zona.
2. Identificar las prácticas agroecológicas en el rendimiento cafetalero, la productividad y costo-beneficio.
3. Calcular índices en la seguridad alimentaria y modelo productivo.

## Capítulo 1: Revisión bibliográfica

### 1. 1. Agroecología

Gliessman (2020) expone que cualquier definición de Agroecología debe señalar que se examina el sistema de producción como un agroecosistema, además se debe mirar al sistema en su conjunto. Esta definición es cualitativa y cuantitativamente diferente a la visión estrecha de la agricultura que se enfoca casi únicamente en el desarrollo de prácticas o tecnologías diseñadas para incrementar los rendimientos y mejorar los márgenes de beneficio económico. Más bien, a criterio de Gliessman (2020), estas prácticas y tecnologías se deben evaluar a la luz de las contribuciones que hacen para alcanzar la sostenibilidad total del sistema de producción. A largo plazo, las tecnologías convencionales tienen poca esperanza de contribuir a la sostenibilidad del sistema, ya que causan impactos más complejos sobre el sistema agrícola en su totalidad.

En este aspecto diferentes autores concuerdan que, a menudo los tomadores de decisión, especialmente a nivel político y económico, consideran al agroecosistema como un simple campo agrícola. Esta visión conduce a políticas que incentiva a productores locales a sustituir los cultivos que producen alimentos por otros que producen ingresos económicos, normalmente asociados a producción de gran escala y con grandes insumos, no necesariamente para producir alimentos (Francis et al., 2018; Odum, 2019; Cárdenas Gutiérrez, 2019 y Gutiérrez, 2021). Este es el caso del algodón, de la caña de azúcar, entre otros. El problema posterior no es solamente el efecto en la contaminación por el exceso de pesticidas o en la pérdida del manto freático o del suelo, sino también en la pérdida de la capacidad alimentaria de una comunidad, región o país.

Con un enfoque eminentemente agronómico es fácil olvidar que el sistema agrícola es solamente un componente, aunque importante, de un sistema alimentario mayor (Francis, et al., 2018). También es fácil olvidar la declaración de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación, en la reunión de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en 1996 que dice: “*Reafirmamos el derecho de toda persona a tener acceso a alimentos sanos y nutritivos*”. Sin embargo, conscientes de la necesidad de incorporar conceptos y métodos de las Ciencias Sociales, Políticas, Económicas o incluso de Ingeniería para entender la complejidad de la estructura y función de agroecosistemas y sistemas alimentarios, pero también conscientes de la urgente necesidad de incorporar con mayor fuerza a las Ciencias Naturales, a la Ecología, ya que para entender dicha complejidad, para lograr sostenibilidad en los sistemas de producción

agrícola, debe fortalecerse el anclaje en la Ecología para estudiar, entender y proponer alternativas viables de sostenibilidad (Canadá. FAO, 2021).

Ecología entonces se convierte en el punto de referencia, el marco en el que a continuación se presentan los argumentos. Los temas de carácter social, económico, tecnológico, cultural o político, que también son incorporados en Agroecología, también son incorporados en la argumentación.

Un fundamento básico de la Agroecología es el concepto de ecosistema, definido como sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente, delimitado por fronteras definidas arbitrariamente, en un tiempo y espacio que parece mantener un estado estable de equilibrio, pero a la vez dinámico (Odum, 2019; Gliessman, 2020). Este equilibrio puede considerarse sostenible. Un ecosistema bien desarrollado, maduro, es relativamente estable, autosostenible, se recupera de las perturbaciones, se adapta al cambio y es capaz de mantener su productividad usando insumos energéticos provenientes solamente de la radiación solar.

Odum (2019), expone que, cuando se extiende el concepto de ecosistema a la agricultura, y se considera los sistemas agrícolas como agroecosistemas, se tienen los fundamentos para ir más allá del foco primario de atención de los sistemas de medición convencionales de los productos del sistema (rendimiento o retorno económico). En su lugar, se puede ver el complejo conjunto de interacciones biológicas, físicas, químicas, ecológicas y culturales que determinan los procesos que permiten obtener y sostener la producción de alimentos.

Los agroecosistemas son a menudo más difíciles de estudiar que los ecosistemas naturales, porque se complican con la intervención humana que altera la estructura y función de los ecosistemas normales. No hay disputa sobre el hecho de que para que cualquier agroecosistema sea sostenible, se deben tomar en cuenta una amplia serie de factores y procesos ecológicos, económicos y sociales interactuantes entre sí. No obstante, la sostenibilidad ecológica es la materia prima de construcción sobre la cual los otros elementos de la sostenibilidad dependen.

Gliessman (2020), acota que un agroecosistema se crea cuando la manipulación humana y la alteración de un ecosistema tienen lugar con el propósito de establecer la producción agrícola. Esto introduce varios cambios en la estructura y función del ecosistema natural y, como resultado, cambia un número de cualidades clave a nivel del sistema. Estas cualidades se reconocen como emergentes o propiedades del sistema que se manifiestan una vez que todos los

componentes del sistema están organizados; también pueden servir como indicadores de la sostenibilidad del sistema (Gliessman, 2020). Algunas cualidades emergentes clave de los ecosistemas, y como son alteradas cuando se convierten a agroecosistemas, regiones agrarias en cualquiera de los cultivos e interacciones humanas que toman carácter agrosistémico, de acuerdo al espacio territorial en que se encuentre, dígame montaña, llanos, planicies, o con plantaciones de algodón, cañas, cultivos varios, café, (tema que ocupa la presente investigación), y que conviene analizar en el siguiente epígrafe.

### **1.1.1. 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 estrategias en la construcción de escenarios productivos, donde uno de los aspectos más relevantes es crear condiciones de bienestar para la población rural (Idárraga y Sánchez, 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 y 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 y 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 y 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 el XV Encuentro de Geógrafos de América Latina (2015), se discutió que, 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.

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 y 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

sombrío para la protección y generación de microclimas que satisfagan los requerimientos de la especie de interés (Franco y 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 y 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 (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.

## **1.2. 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 (Arcilla, 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 (FAO, 2018)

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 neonarodnismo 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, experiencia 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.

### **1.3. Prácticas agroecológicas**

Pietrarelli (2020), considera que los agorecosistemas (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 y 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 (FAO, 2018)

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 (Díaz, 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, lombricompuesto, inoculantes (Farfán, 2020).

## **Capítulo 2: Materiales y métodos**

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

### **2.1. Caracterización edafoclimática de la zona**

- Con datos aportados por la Delegación Municipal del Ministerio de la Agricultura en Cumanayagua (2022)
- Estudio documental, observación directa y entrevistas a los productores
- Indicadores: Características físicas y químicas del suelo

### **2.2. Identificación de las prácticas agroecológicas en el rendimiento cafetalero, la productividad y costo-beneficio**

- Entrevista a productores
- ✓ Rendimiento

Se aplicó la siguiente fórmula (1)

$$R = Vp / Ss = T(ha)$$

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

✓ Relación costo-beneficio

Se aplicó la siguiente fórmula (3)

$$CB=VAN/VAC$$

Donde

CB=costo-beneficio

VAN=Valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos

VAC=Valor actual de los costos de inversión o costos totales

### **2.3. Índices de seguridad alimentaria y modelo productivo.**

- Se aplicó la metodología (Casimiro-Rodríguez, 2018)

Para calcular el índice (%) se aplicó la siguiente fórmula (4)

$$SA = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times W_i)}{5 \sum_{i=1}^n W_i} .100$$

Donde

SA=Seguridad alimentaria

Pi=Personas implicadas

Wi= Peso relativo

**Tabla 1**

**Metodología para calcular índices de seguridad alimentaria y modelo productivo (Casimiro-Rodríguez, 2018)**

| Índice                       | Variables                                                           | Peso relativo (Wi) | Escala (Pi)                                                                              | Índice (%) |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Soberanía alimentaria</b> | Personas alimentadas ha/año por aportes de proteína (Pp)            | 0,33               | Pp > 7; 5<br>7 >= Pp >= 5; 4<br>5 > Pp >= 3; 3<br>3 > Pp >= 2; 2<br>2 > Pp > 0; 1        |            |
|                              | Personas alimentadas ha/año por aportes de energía (Pe)             | 0,001              | Pe > 10; 5<br>10 >= Pe >= 8; 4<br>8 > Pe >= 6; 3<br>6 > Pe >= 4; 2<br>4 > Pe > 0; 1      |            |
|                              | Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca (Af) | 0,66               | AF > 75%; 5<br>75%>= AF> 60%; 4<br>60%>= AF>45%; 3<br>45%>= AF>30%; 2<br>30%>= AF =0%; 1 |            |

#### **2.4. Evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua**

Se asume en esta evaluación la metodología Valdés-Kruger (2018), que propone un análisis de las prácticas agroecológicas, los criterios de manejo y las funciones ecológicas de regulación. La metodología pondera una escala de 1 a 5 en los criterios de manejo según las funciones ecológicas de regulación para cada práctica objeto de estudio. En el caso de la presente investigación se asumen dos prácticas: manejo de suelos y manejo de la biodiversidad, que se corresponden con la identificación de las prácticas agroecológicas en el rendimiento cafetalero, la productividad y costo-beneficio, y los índices de seguridad alimentaria y modelo productivo, determinados en el contexto de este estudio.

**Tabla 2**

**Metodología para evaluar la eficacia de las prácticas agroecológicas. Valdés-Kruger (2018)**

| Prácticas agroecológicas          | Criterios de manejo                                                                                                                                                                                                                  | Funciones ecológicas de regulación                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Manejo de suelos</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportes de restos orgánicos</li> <li>• Labranza conservacionista</li> <li>• Manejo de cobertura</li> <li>• Biofertilizantes</li> <li>• Evitar fertilizantes químicos</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuente de alimentos y hospedaje para especies benéficas</li> <li>• Control de plagas y malezas</li> <li>• Aportes de materia orgánica (MO)</li> </ul>                |
| <b>Manejo de la biodiversidad</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Policultivos/asociaciones</li> <li>• Cultivos de cobertura</li> <li>• Cercas y corredores biológicos</li> <li>• Incorporación de variedades</li> <li>• Evitar uso de plaguicidas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de nutrientes</li> <li>• Aportes de nitrógeno</li> <li>• Control microclima</li> <li>• Polinización</li> <li>• Actividad biológica edáfica</li> </ul> |

**Tabla 3**

**Escala de ponderación: criterios de manejo según las funciones ecológicas de regulación. Valdés-Kruger (2018)**

| Prácticas agroecológicas          | Criterios de manejo            | Evaluación |   |   |   |   |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------|---|---|---|---|
|                                   |                                | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <b>Manejo de suelos</b>           | Aportes de restos orgánicos    |            |   |   |   |   |
|                                   | Labranza conservacionista      |            |   |   |   |   |
|                                   | Manejo de cobertura            |            |   |   |   |   |
|                                   | Biofertilizantes               |            |   |   |   |   |
|                                   | Evitar fertilizantes químicos  |            |   |   |   |   |
| <b>Manejo de la biodiversidad</b> | Policultivos/asociaciones      |            |   |   |   |   |
|                                   | Cultivos de cobertura          |            |   |   |   |   |
|                                   | Cercas y corredores biológicos |            |   |   |   |   |
|                                   | Incorporación de variedades    |            |   |   |   |   |
|                                   | Evitar uso de plaguicidas      |            |   |   |   |   |

Nota. Evaluación con presencia o no de las funciones ecológicas de regulación

5: 90-100%

4: 80-89%

3: 70-79%

2: 60-69%

1: 0-59%

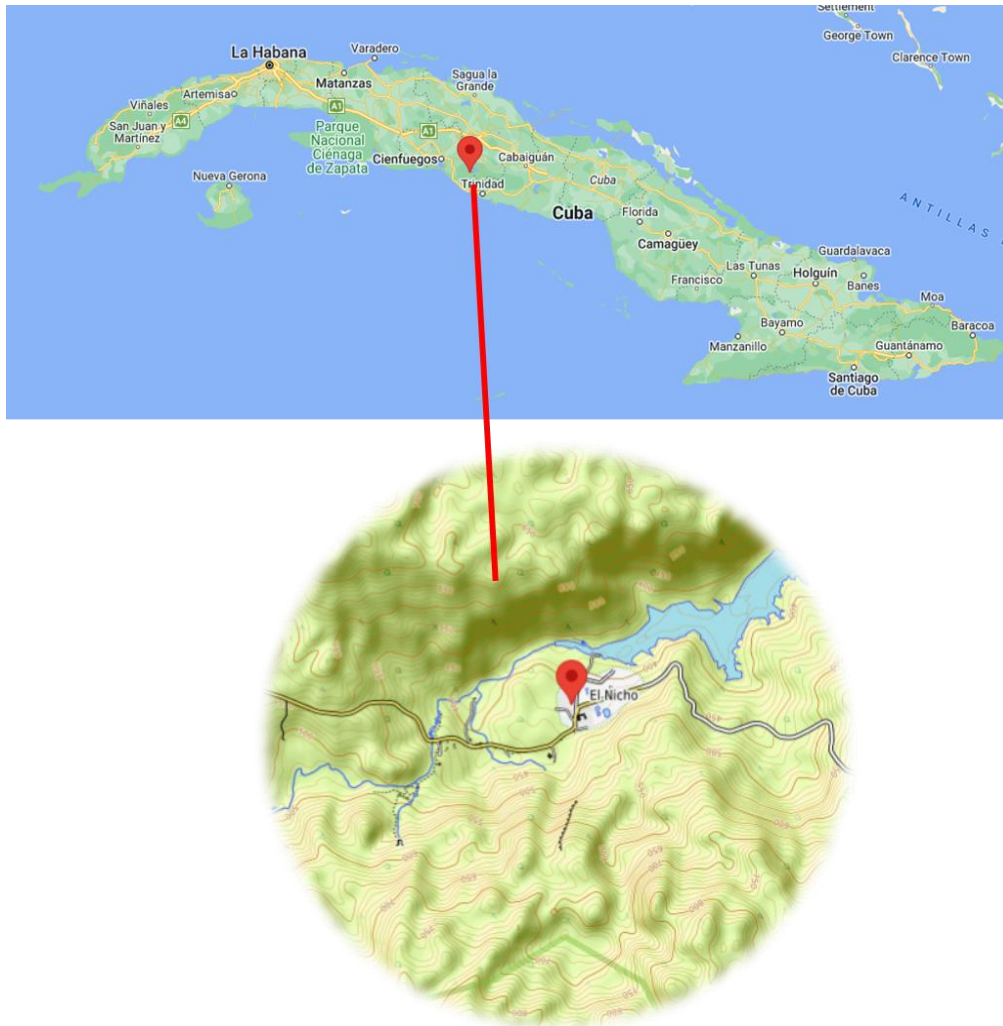
## Capítulo 3. Resultados y discusión

### 3.1. Caracterización edafoclimática de la zona

El Nicho es un asentamiento rural perteneciente al Consejo Popular Crucecitas, en el municipio Cumanayagua (provincia de Cienfuegos). Su vía de acceso se intercepta en el asentamiento Entronque de Minas con la carretera de Cumanayagua a Manicaragua, a 23 km al sureste de la cabecera municipal (Cumanayagua). Limita al Norte con Crucecitas, al Sur con Cimarrones, al Este con El Mamey y la Presa Hanabanilla, y al Oeste con Sabanitas. Su actividad económica fundamental es el cultivo del café, la actividad forestal, la ganadería, los cultivos menores.

**Figura 1**

**Ubicación del área del Nicho. Elaboración propia.**



- **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 4.

**Tabla 4**

**Características físico geográficas de la región El Nicho. CITMA (2020),**

| <b>Variable</b>                                                        | <b>Valores</b> |
|------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Longitud                                                               | -80.121223     |
| Latitud                                                                | 22.0323218     |
| Elevación                                                              | 418m SNM       |
| Presión Barométrica                                                    | 96KPa          |
| Temperatura media anual                                                | 29°            |
| Precipitación media anual                                              | 1378 mm.       |
| Humedad media                                                          | 83%            |
| Índice solar UV (indicador de la intensidad de radiación ultravioleta) | 6              |

Entre las características que presenta El Nicho, área en estudio, se corresponde con las que la sitúan en condiciones de montaña para Cuba. En comparación con otros autores (Pujol, 2017; Hernández, 2018 y Beltán, 2020), se consideran coincidencias en 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

Al comparar los resultados de esta investigación con otros autores (Pérez, 2018 y Kalomenski, 2019), se coincide en que 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 deshechos hacia los poblados, así como es importante en la elaboración de modelos racionales de lucha contra fenómenos desfavorables que puedan surgir.

En comparación con otros autores (Guardado, Ulloa y González, 2021), se coincide en esta investigación en que, 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.

Se comparan los resultados de esta investigación con Álvarez, et al. (2018), en coincidencia con que el clima de la región objeto de estudio, 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 caracterizó por Álvarez et al. (2018), 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.

En este estudio, se tomó la clasificación de Köppen modificada por Trewartha (Finch et al., 1957 citado por Wilsie, 2017) para ubicar la zona El Nicho en un clima Tropical húmedo, con lluvias todo el año. En comparación con otros autores (Álvarez et al., 2018), (Vidallet, 2019), (Bustamante González; Pérez Díaz; Rivera Espinosa: Martín Alonso y Viñals Núñez, 2018), se coincide en que 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, en correspondencia con resultados similares de Álvarez et al. (2018), En este estudio se corrobora 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; coincidiendo con resultados presentados por (Bustamante; Pérez; Rivera; Martín y Viñals 2018).

En este estudio, las precipitaciones se encuentran entre los elementos climáticos de mayor variabilidad temporal y espacial. En su carácter temporal se distingue su estacionalidad en dos períodos bien definidos en todo su espectro altitudinal (lluvioso y poco húmedo), destacándose el mes de junio (25% de la norma anual) como el más lluvioso, mientras que diciembre y enero son los de menor lámina con 1,5 y 3 %, respectivamente, coincidiendo con resultados presentados por (Vidallet, 2019).

En comparación con otros autores (Bustamante; Pérez; Rivera; Martín y Viñals, 2018), se coincide en esta investigación que para entender adecuadamente las relaciones entre rendimiento máximo anual, fertilización nitrogenada y precipitaciones, se debe conocer que el rendimiento del cafeto depende de la variedad, cantidad de ramas nuevas en el momento de la floración, densidad de plantación, nivel de precipitaciones, intensidad de la cosecha anterior, tipo de suelo y relieve, de forma tal que estas variables predeterminan un nivel de rendimiento.

En comparación con estos autores, la presente investigación evaluó el efecto de las precipitaciones sobre el rendimiento de las plantaciones de Café, con un suministro adecuado de nutrientes y se encontró que, con precipitaciones en el orden de 1 400-1 600 mm, no se obtuvieron más de 1,30 t ha<sup>-1</sup> de café oro por año; mientras que lluvias entre 1 750–1 900 mm permitieron alcanzar rendimientos anuales de 1,4 a 1,8 t ha<sup>-1</sup> de café oro

En esta investigación, como se expone en siguientes epígrafes, la correlación para cada variable analizada aportó como resultado que no existe correlación significativa entre el comportamiento del clima y los resultados productivos, o sea que en el periodo analizado el comportamiento de las variables climáticas no fueron significativas para la aparición y desarrollo de las variables biológicas evaluadas, coincidiendo con resultados de (Álvarez et al., 2018), (Vidallet, 2019), (González; Díaz; Espinosa; Alonso y Núñez, 2018).

En correspondencia con resultados de la organización Engormix (2023), los resultados que se presentan en esta investigación se corresponden en declarar que el café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales (7.500 m<sup>3</sup>/ha) hasta 3000 mm (30.000 m<sup>3</sup>/ha), si bien el mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 metros, donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16° a 22°. Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta.

- **Características físicas del suelo**

Según datos aportados por la Delegación Municipal del Ministerio de la Agricultura en Cumanayagua (2022), la zona El Nicho 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 Ferralíticos Rojos, 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.

Coincidiendo con resultados investigativos de Guardado, Ulloa y González (2021), en esta investigación se exponen que 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.

Como resultado comparativo con otros autores (Lacaba, Carcassés y González, 2021), coinciden con esta investigación en el análisis de que 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

Coincidiendo con resultados de Damatta (2019), esta investigación obtuvo que el café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales. La reacción del suelo debe ser más bien ácida. Una variación del pH de 4,2-5,1 se considera lo mejor para el café arábigo en Brasil y para café robusta en el África Oriental.

Además, los resultados coinciden con Damatta (2019), en la respuesta fotosintética y síntesis bioquímica de la planta se ve muy influida por el período climático del año. Así los diferentes niveles de clorofilas, carotenóides, etc., se ven modificados en función de las temperaturas, de la intensidad luminosa

**Tabla 5**

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

| Variable                               | Valores                                                  |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Clasificación genética                 | Ferralítico Rojo Lixiviado típico eútrico sobre esquitos |
| Textura                                | franco arcilloso                                         |
| Humedad volumétrica (cm <sup>3</sup> ) | Max. 0,784<br>Min. 0,327<br>Media 0,526                  |
| Da (g/cm <sup>3</sup> )                | 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) l.

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 6.

**Tabla 6****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 coincidiendo con resultados de Hernández et al. (1999). Estos suelos han sido considerados de baja fertilidad, por presentar bajos contenidos de Fósforo y Potasio, baja capacidad de intercambio catiónico (entre 10-12 meq/ 100g) y Aluminio cambiante, en dependencia del grado de acidez.

Al comparar los resultados de esta investigación, se coinciden con otros autores (González Salgado y Delgado Vázquez, 2014), en que 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.

Los resultados de esta investigación coinciden con los de Hernández, Vantour, Morales, Soto, Garea, Baisre, (2019), ya que la región objeto de estudio se encuentra en suelos Ferralíticos que se encuentran principalmente en la región premontañosa (200-400 m, Ferralíticos Rojos y Ferralítico Rojo Lixiviado) y montañosa (mayor de 400 m, principalmente Ferralítico Rojo Amarillento Lixiviado), como es el caso que ocupa esta investigación en la zona El Nicho con la presencia de suelos ferralíticos rojos con textura franco arcilloso.

Por sus características de buena fertilidad en condiciones naturales, profundidad y consistencia friable, se comparan los resultados en investigaciones de Pérez, 2019; García, Hernández, Fuentes, Álvarez y Krasilnikov (2020), que coinciden en que 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

Resultados investigativos de Navarrete, Vela, López, Rodríguez (2020), se corresponden con el de esta investigación al declarar 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.

Coinciden los resultados de esta investigación con los de Lara (2020), al exponer que la evaluación de la calidad del suelo 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 nutrimentos, 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.

Con respecto a la densidad de plantación, hay coincidencia de los resultados con los expuestos por Pavan (2019) y Lacaba, Carcassés y González (2021), que influye, según estudios recientes, en las propiedades físico – químicas del suelo modificándolas en gran medida. Así al aumentar esta densidad, se incrementa el pH del suelo, el Ca, Mg y K intercambiables, el P y carbón orgánicos disponibles, y se reduce el Al disponible. Incrementando la superficie cubierta por los árboles, decrece la erosión del suelo por las lluvias, disminuye el lixiviado de nutrientes, y en general, el ciclo de nutrientes en el suelo se ve favorecido, afectando todo ello al mejor manejo de la plantación

- **Características específicas de las tres fincas cafetaleras estudiadas en la zona El Nicho**

Las tres fincas cafetaleras se encuentran en el entorno de la zona El Nicho, ubicadas espacialmente en diferentes puntos, con un área total determinada, con las áreas sembradas de café que se expresan en la tabla 7.

**Tabla 7**

**Características de las tres fincas cafetaleras objeto de estudio**

| <b>Finca</b> | <b>Ubicación espacial en la zona</b>              | <b>Área total</b> | <b>Ha. de café</b>                                                              |
|--------------|---------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Finca 1      | Parte oeste en la rivera con la Presa Hanabanilla | 3,35 ha           | Café Caturra: 1,64 ha<br>Café Villalobo: 0,62 ha<br>Café Catimor Isla 6,14:1,09 |
| Finca 2      | Parte norte en la rivera del Río                  | 3,07 ha           | Café Catimor Isla 6,14: 3,07 ha                                                 |
| Finca 3      | Parte Sur colindante con Loma Piche               | 4,10 ha           | Café Villalobo: 0,99 ha<br>Café Catimor Isla 6,14: 3,11 ha                      |

El área total que ocupan las tres fincas es 10,22 ha, y, en sentido general poseen plantaciones de café Caturra, Villalobo y Catimor Isla. En correspondencia con los resultados investigativos se comparan con los de González (2023), que declara que, el café Caturra es una mutación natural de la variedad Borbón, 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. El Catimor, es una denominación genérica que se le ha dado a todos los genotipos y a todas las poblaciones derivadas de cruzamientos entre Caturra e Híbrido de Timor. Es un café de alto rendimiento en campo (mayor a 0,18 t ha<sup>-1</sup> 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 es una variedad arábica, es 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.

En correspondencia con resultados investigativos de especialistas de la Delegación Municipal de la Agricultura en Cumanayagua (2022), se corrobora en esta investigación que las variedades de café de las tres fincas son apropiadas para el desarrollo cafetalero de la región y su manejo agroecológico es de vital importancia para lograr calidad y altas producciones.

### 3.2. Identificación de las prácticas agroecológicas en el rendimiento cafetalero, la productividad y costo-beneficio

Por datos aportados por los productores de las tres fincas estudiadas, a partir del último año productivo (2022), se aplicaron las fórmulas declaradas en la metodología para exponer los datos que se expresan en la tabla 8.

**Tabla 8**

**Rendimiento cafetalero, productividad y costo-beneficio de las tres fincas. Entrevista a productores**

| Finca | Rendimiento                                                                                                        | Productividad                                                                                                 | Relación costo-beneficio                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1     | $R = V_p / S_s = \text{kg}(\text{ha})$<br>$R = 2885 \text{kg} / 3,35 \text{ha}$<br>$= 861,19 \text{kg}(\text{ha})$ | $P = VAB / P_t$<br>$VAB = IT - GT$<br>$VAB = 69672,75 - 28740,25 = 40932,50$<br>$P = 40932,50 / 25 = 1637,10$ | $CB = VAN / VAC$<br>$CB = 69672,75 / 28740,25$<br>$CB = 2,42$ |
| 2     | $R = V_p / S_s = \text{kg}(\text{ha})$<br>$R = 808 \text{kg} / 3,07 \text{ha}$<br>$= 914,65 \text{kg}(\text{ha})$  | $P = VAB / P_t$<br>$VAB = IT - GT$<br>$VAB = 67813,20 - 22630,15 = 45183,05$<br>$P = 45183,05 / 22 = 2053,77$ | $CB = VAN / VAC$<br>$CB = 67813,20 / 22630,15$<br>$CB = 2,99$ |
| 3     | $R = V_p / S_s = \text{kg}(\text{ha})$<br>$R = 296 \text{kg} / 4,10 \text{ha}$<br>$= 72,19 \text{kg}(\text{ha})$   | $P = VAB / P_t$<br>$VAB = IT - GT$<br>$VAB = 7148,40 - 2520,25 = 4628,15$<br>$P = 4628,15 / 12 = 385,67$      | $CB = VAN / VAC$<br>$CB = 7148,40 / 2520,25$<br>$CB = 2,83$   |

Para los especialistas de la Delegación Municipal de la Agricultura en Cumanayagua (2022), el rendimiento cafetalero de las tres fincas estudiadas, aunque no es bajo, de acuerdo a la relación volumen de producción (Vp) y superficie sembrada (Ss), 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.

Las variables productividad y relación costo-beneficio se encuentran en alto rango, ya que esto depende de los precios coyunturales del mercado, y en este año 2022, fueron favorables por la demanda de café a nivel internacional. Referentes nacionales e internacionales (LatinCafé, 2022; CubaCafé, 2022; MéxExport, 2022) corroboran la importancia de estas variables y se justifican con los resultados en las utilidades reportadas para esta investigación. Datos estadísticos sitúan a América Latina con mayor distribución porcentual de la producción mundial de café en el 2022, con el 46,3%, seguido por Asia y Oceanía con 30,8%. En el caso de Cuba se sitúa en el orden de las 10 mil t, pero se necesitan un mínimo de 24 mil, solo para el mercado interno y llegar a 30 mil para aumentar las exportaciones, ocupando el lugar 153 en la lista de países exportadores de café. López y Caamal (2018), expone que la producción de café tanto en un sistema tradicional como en la producción orgánica, se incide que la relación beneficio costo es negativa en el sistema tradicional y de 1,15 si se produce café orgánico, lo cual confirma la necesidad de establecer plantaciones en superficies productivo y aplicando paquetes tecnológicos que asegure rendimientos superiores.

Los resultados de otras investigaciones (Espinosa-García; Uresti-Gil; Vélez-Izquierdo; Moctezuma-López; Uresti-Durán; Góngora-González, Inurreta-Aguirre, 2019), y en coincidencia con esta investigación se muestra que el rendimiento mínimo que una plantación de café requiere para que un productor empiece a tener ganancia es de 4 500 kg de café cereza ha<sup>-1</sup>, con los cuales se obtiene una R B/C de 1, un VAN de 0 y una TIR de 10.4%, igual a la tasa de actualización, que son las condiciones de equilibrio (Gittinger, 2019), por lo tanto, plantaciones que obtienen rendimientos superiores a esta cantidad son rentables, situación que no acontece actualmente dado que el promedio nacional fue de apenas 1 670 kg ha<sup>-1</sup> en 2014 (SIAP, 2016), este resultado confirma el planteamiento de CEDRSSA (2014), que mencionaba que la

producción de café ha disminuido su rendimiento por problemas de enfermedades y por los altos costos de producción.

### 3.3. Cálculo de los índices en la seguridad alimentaria y modelo productivo.

Como ya se ha declarado, para el cálculo de los índices de seguridad alimentaria y modelo productivo, se asumió la metodología de Casimiro-Rodríguez (2018), para exponer los datos aportados por los productores de las fincas objeto de estudio, a partir del último año productivo (2022), en la tabla 9.

**Tabla 9**

#### Índices en la seguridad alimentaria y modelo productivo

| Índice                | Variables                                                | Peso relativo (Wi) | Escala (Pi)                                                                         | Índice (%)                                        |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Soberanía alimentaria | Personas alimentadas ha/año por aportes de proteína (Pp) | 0,33               | Pp > 7; 5<br>7 >= Pp >= 5; 4<br>5 > Pp >= 3; 3<br>3 > Pp >= 2; 2<br>2 > Pp > 0; 1   | $SA = \sum(5 * 0,33) / 5 * 0,33 * 100 = 10,89$    |
|                       | Personas alimentadas ha/año por aportes de energía (Pe)  | 0,001              | Pe > 10; 5<br>10 >= Pe >= 8; 4<br>8 > Pe >= 6; 3<br>6 > Pe >= 4; 2<br>4 > Pe > 0; 1 | $SA = \sum(3 * 0,001) / 3 * 0,001 * 100 = 0,0001$ |

|  |                                                                     |      |                                                                                         |                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|  | Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca (Af) | 0,66 | AF > 75%; 5<br>75%>= AF> 60%; 4<br>60%>= AF>45%; 3<br>45%>= AF>30%; 2<br>30%>= AF =0; 1 | $SA = \sum(5 * 0,66) / 5 * 0,66 * 100$<br>= 43,56 |
|--|---------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|

El estudio para esta tesis, resultó que en términos de soberanía alimentaria para la variable Personas alimentadas ha/año por aportes de proteína (Pp) refleja un índice porcentual de 10,89 significando 5 personas en la escala (Pi). En la variable Personas alimentadas ha/año por aportes de energía (Pe), un índice% de 0,0001 con 3 personas en la escala (Pi) y en la variable Porcentaje de alimentos para la familia producidos en la finca (Af) un índice% de 43,56 que representa el 75,0%. Este análisis va sujeto a las necesidades económicas que en estos términos se presentan en el país y que los productores de café no están ajenos.

El nivel de alimentación en proteínas en comparación con resultados en otras investigaciones (Ardila, 2015), (García, 2018) y González (2021), quienes exponen que alimentar en aportes de proteínas y energía implica carnes rojas, huevos, lácteos, pescado donde se encuentran los aminoácidos, no se corresponden con los resultados en esta investigación, que exponen los productores entrevistados sobre los aportes proteicos. En esta investigación solo se consideran en fuentes de vegetales, hortalizas, frijoles, legumbres, maíz, chícharos; para los productores entrevistados las frutas son fuente baja de proteínas, en el caso de las fincas estudiadas abunda en la dieta el plátano, la guayaba y el aguacate con importante valor proteico.

En comparación con otros autores (Menéndez, 2015; Ardila, 2015; Rabelo, 2018; González 2021 y (Fumero, 2022), esta investigación difiere de sus resultados, pues en las fincas agroecológicas donde se integran y diversifica las producciones agrícolas y pecuarias, se hace un mejor manejo de los recursos, se logra un mayor rendimiento en la producción de alimentos de origen animal y vegetal por unidad de área y aumenta la eficiencia del sistema ahorrando dinero al hacer uso de los servicios ecosistémicos de la finca. Estos resultados obtenidos y su comparación con los

autores anteriormente mencionados, no corresponden en expresar que la diversidad en las producciones con la que la familia y los trabajadores contratados, están garantizando una parte importante del autosostenimiento. Es necesario destacar que este renglón, en las tres fincas estudiadas, no ha alcanzado valores significativos en su desarrollo y por lo tanto difieren de los resultados de los mencionados autores.

Hay correspondencia en los resultados, con los que expone García (2018), con respecto a que la seguridad alimentaria cubana de estos tiempos requiere valorar de forma conjunta los aspectos de la disponibilidad agregada y los relativos al acceso. Al mismo tiempo, es preciso adoptar un enfoque que trascienda la política agrícola y sea capaz de integrar a todos los componentes del sistema alimentario del país, tanto el sector agropecuario propiamente, como la infraestructura técnica y material que lo sustenta: la industria de transformación de los productos agropecuarios, el acopio, la comercialización y el consumo de alimentos. Todo centrado en lograr producciones con la participación de la familia y los agrosistemas más cercanos a los productores.

### **3.4. Evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en tres fincas cafetaleras de la zona El Nicho, Cumanayagua**

En la observación y las entrevistas realizadas en las tres fincas objeto de estudio, se tuvo en cuenta en los criterios de manejos en cada práctica: Fuente de alimentos y hospedaje para especies benéficas, Control de plagas y malezas, Aportes de materia orgánica (MO), Disponibilidad de nutrientes, Aportes de nitrógeno, Control microclima, Polinización, Actividad biológica edáfica.

**Tabla 10**

**Ubicación en la escala de ponderación: criterios de manejo según las funciones ecológicas de regulación. Valdés-Kruger (2018)**

| <b>Prácticas agroecológicas</b>   | <b>Criterios de manejo</b>     | <b>Evaluación</b> |          |          |          |          |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
|                                   |                                | <b>1</b>          | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
| <b>Manejo de suelos</b>           | Aportes de restos orgánicos    |                   | x        |          |          |          |
|                                   | Labranza conservacionista      | x                 |          |          |          |          |
|                                   | Manejo de cobertura            |                   | x        |          |          |          |
|                                   | Biofertilizantes               |                   | x        |          |          |          |
|                                   | Evitar fertilizantes químicos  | x                 |          |          |          |          |
| <b>Manejo de la biodiversidad</b> | Policultivos/asociaciones      | x                 |          |          |          |          |
|                                   | Cultivos de cobertura          |                   | x        |          |          |          |
|                                   | Cercas y corredores biológicos |                   | x        |          |          |          |
|                                   | Incorporación de variedades    |                   | x        |          |          |          |
|                                   | Evitar uso de plaguicidas      | x                 |          |          |          |          |

Nota. Evaluación con presencia o no de las funciones ecológicas de regulación

La evaluación ocupó un 40,0% de los 10 criterios de manejo en la escala 1, y un 60,0% de criterios de manejo en la escala 2. 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 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.

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.

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 observa pobre presencia de polinizadores introducidos en referencia las abejas, tanto apis como meliponas.

En sentido general se observa que, en las dos prácticas agroecológicas analizadas, se presenta criterios de manejo en bajo porcentaje según las funciones ecológicas de regulación, que se presentan en la metodología Valdés-Kruger (2018).

En correspondencia con los resultados presentados por Duque y Bustamante (2019), en esta investigación, 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. 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).

Resultados de otros autores consideran 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 (Duque y Bustamante, 2019; Farfán, 2020; Iñiguez, 2021, Herrera, 2022). Están asociadas a las funciones de control de erosión, aporte y descomposición de materia orgánica, retención de nutrientes y actividad biológica edáfica.

Se debe considerar que resultados de otras investigaciones (Farfán 2020 & Iñiguez, 2021) no se corresponden con los de esta investigación donde 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, 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 y por análisis de resultados no se corresponden con los resultados que presenta (Iñiguez, 2021) en sus investigaciones.

Los resultados conforme al incremento de la diversidad, no concuerdan con los presentados por Duque y Bustamante, 2019), pues 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. En consecuencia, con los resultados de esta investigación, si se disminuye la concentración del recurso alimenticio combinando plantas hospederas, con plantas no hospederas, más difícil será para el fitófago localizar su alimento.

Estos resultados se combinan con expectativas comparativas con los de Duque y Bustamante, (2019 & Iñiguez, 2021), pues con resultados diferentes 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.

Con respecto a los resultados de la fertilidad del suelo de Farfán (2020), hay correspondencia, ya que esta 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, utilicen especies con diferentes requerimientos nutricionales y zonas de exploración del perfil del suelo, a través de prácticas como rotaciones y policultivos, potencien la actividad biológica a través de la utilización de biofertilizantes como: compost, lombricompost, inoculantes

Resultados de varios autores (Bustamante, 2019; Cabanes y Gómez; 2020 & Campos, 2023), para entender lo que en términos de las prácticas agroecológicas en este estudio, relacionada con el rendimiento, la productividad y costo-beneficio, se deducen en identificar el concepto de productividad, que se expresa por la relación entre el volumen obtenido de un producto y los recursos utilizados, por lo que las prácticas agroecológicas en el manejo del suelo y la biodiversidad con el uso del agua, el suelo y los abonos pueden ser criterios de análisis tanto en el modelo agroecológico como en el convencional, en correspondencia con los resultados de (Bustamante, 2019; Cabanes y Gómez, 2020 y Campos, 2023).

La pregunta es ¿cuál es el costo del kilo de café si se le agrega el costo del daño ambiental por la pérdida de suelo y la contaminación del agua y el costo en la salud pública? Dado que el análisis del costo ambiental incluye los gastos en que se incurrirá para mitigar los impactos negativos y establece la relación costo-beneficio, se puede preguntar en forma positiva ¿cuál es el costo del kilo de café, si se agrega el pago de las medidas preventivas o reparadoras del daño ambiental? Coincidentemente con los resultados de Bustamante (2019), Cabanes y Gómez (2020) Farfán (2020), Iñiguez (2021), Herrera (2022) y Campos (2023), en los resultados de esta investigación, asimismo, habrá que llevar a cabo estimados en cada zona del país y establecer ¿cuánto vale realmente un kilogramo de café? Entonces habría que tener en cuenta las prácticas agroecológicas como punto de análisis en este aspecto.

## Conclusiones

1. En las prácticas agroecológicas en el rendimiento cafetalero, la productividad y costo-beneficio existe correlación en la proporcionalidad que parte de los volúmenes de producción y las utilidades recibidas por los productores con un índice ponderado de 2, 74.
2. El cálculo de los índices en la seguridad alimentaria y modelo productivo, aunque es bajo en la variable Personas alimentadas ha/año por aportes de energía (Pe), expone que más del 75% de los alimentos para la familia son producidos en las fincas, con un índice porcentual de 43,56.
3. La evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en las tres fincas investigadas, se comportó con indicadores que apuntan a mejorar el manejo de suelos y el manejo de la biodiversidad con mayor utilización de recursos naturales y mejoramiento de la resiliencia de los productores, sus familias y el agrosistema.

## **Recomendaciones**

- Continuar la evaluación de la eficacia de las prácticas agroecológicas en las producciones de café, en la zona de estudio y en otras del municipio.
- 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 y el manejo de la biodiversidad, el incremento eficaz de las producciones de café, el uso racional de los recursos naturales y el mejoramiento a la resiliencia familiar y del agrosistema.

## Referencias

- Alemaný, C. E. y Sevilla Guzmán, E. (2022). *¿Vuelve la extensión rural?: Reflexiones y propuestas agroecológicas vinculadas al retorno y fortalecimiento de la extensión rural en Latinoamérica*. <https://helvia.uco.es/handle/10396/7234>
- Altieri, M. y Nichols, M. (2020). *La revolución agroecológica de América Latina. Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino*. [http://rio20.net/wpcontent/uploads/2012/05/altieri\\_es.pdf](http://rio20.net/wpcontent/uploads/2012/05/altieri_es.pdf)
- Álvarez, M. (2018). *Estructuras de producción y sostenibilidad en la agricultura campesina cubana. Transformando el campo cubano*. Avances de la agricultura sostenible. <http://www.ecofondo.org.co>
- Andersen, E.; Elbersen, B.; Godeschalk, F. & Verhoog, D. (2021). Indicadores de manejo agrario y tipologías como base para el asentamiento en la política de cambios ambientales. *Journal of Environmental Management*, 82(3), 353-362. <http://unpan1.un.org>
- Andreoli, M. & Tellarini, V. (2018). *Evaluación de la sostenibilidad agraria: metodología y práctica*. *Agricultura, Ecosistemas y Medioambiente*. 77(1), 43-52. <http://www.ica.gov.co>
- Arcila P. (2017). *Sistemas de producción de café en Colombia*. Chinchiná: Cenicafé.
- Atance, I. (2019). *Las ayudas agroambientales como instrumento único de intervención en sistemas productivos de alto valor medioambiental*. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*. 22(3), 75-98. <http://www.ecofondo.org.co>
- Barraza, K. A. (2019). *Impacto de la Innovación Tecnológica en la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción de Campesinos Pehuenches, Comuna de Lonquimay, región de la Araucanía, Chile*. <http://www.cybertesis.cl>
- Bossel, H. (2017). *Evaluación de la viabilidad y la sostenibilidad: un acercamiento con sistema basado en indicadores de comprensión*. *Conservation Ecology*, 5(2), 1-12. <http://www.conbio.org>
- Bustamante González, C.; Pérez Díaz, A.; Rivera Espinosa, R.; Martín Alonso, G.M.; Viñals Nuñez, (2021). *Influencia de las precipitaciones en el rendimiento de Coffea canephora pierre ex froehner cultivado en suelos pardos de la región oriental de Cuba*. *Cultivos Tropicales*, 36 (4), 21-27

- Bustamante, F. (2019). *Guía de buenas prácticas para la producción de café. Países Bajos: Solidaridad, Coffee Support Network.*
- Cabanes M. y Gómez L. (2020) *Economía Social y Alimentaria. Aportaciones de las cooperativas y asociaciones agroecológicas de producción y consumo al bienestar de los territorios. Ciriéc-España. 82, 27-154.*
- Cabrera, E.N. (2017). *Un enfoque prospectivo para el desarrollo sostenible en ecosistemas de montaña. Caso Guamuhaya.* (Tesis doctoral). Universidad de La Habana. <http://www.uh.ed>
- Campos. M. (2023). ¿Cómo “probar” la eficacia de las prácticas agroecológicas?  
<https://www.leisa-al.org/web>
- Cárdenas Gutiérrez, J. (2019). La industria del café.  
<https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Cardenas%20%20Industria%20del%20cafe>
- CARE Internacional (2022). *Proyecto de Agua y Saneamiento Sostenible. PASOS II. Manual de protección de fuentes de agua con participación comunitaria.*
- CONCYTEG (2018). Calidad de agua, vida y ecología rural. <http://www.eaufrance.tm.fr>
- Conway & Barbier. (2017). After the Green Revolution: Sustainable Agriculture for Development. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Duque O.H.; Bustamante G. (2020). *Determinantes de la productividad del café.* Chinchiná, Cenicafé, 53 p.
- Ecuador. Colegio de ciencias biológicas y ambientales de la Universidad San Francisco de Quito (2018). *Conservación de los recursos hídricos en el bosque protector Corazón de Oro.*  
<http://www.usfq.edu.ec>
- EOS Data Analytics (2023). *Erosión Del Suelo Agrícola: Tipos, Efectos, Cómo Evitarla.*  
<https://eos.com/es/blog/erosion-del-suelo/>
- Espinosa-García, J.A.; Uresti-Gil, J.; Vélez-Izquierdo, A.; Moctezuma-López, G.; Uresti-Durán; D.; Góngora-González, F.; Inurreta-Aguirre, H.D. (2019). *Productividad y rentabilidad potencial del café (Coffea arabica L.) en el trópico mexicano. Rev. Mex. Cienc. Agríc 7 (8), 12-24.*
- Farfán Valencia, F. (2020). *Las buenas prácticas agrícolas en la caficultura.*  
[www.buenaspracticas.col](http://www.buenaspracticas.col)

- Florencia, M. (2019). *Los sistemas de producción agropecuaria: pilares del desarrollo rural*.  
<http://www.ecovida.com>
- Franco Valencia, Marco Heli. (2019). *El desarrollo rural desde la Agroforestería Agroecológica*.  
*Agroforestería Neotropical*, 5, 83-92.
- Franco, M. (2019). *Manejo sostenible del proceso de producción de café*. NeivaHuila:  
Vicepresidencia de la República
- García Lobo, L. N. y Anido Rivas, J. D. (2020). *Las funciones universitarias como fundamento para generar competencias orientadas hacia la codificación del conocimiento agrícola local*. *Acta Agronómica*, 65 (1), 58-64.
- García Rabelo, M. (2023). *La reestructuración del modelo cubano de seguridad alimentaria y el papel del territorio*. *Economía y Desarrollo*, 146(1-2), 143-161
- García Serrano, J. (2018). *Evaluación y planificación ecológico-paisajística en el entorno del monte arábí (yecla)*". [www.tfc.umh.com](http://www.tfc.umh.com)
- García, G. (2019). *Intervenciones antrópicas en los sistemas naturales*. <http://www.ecovida.com>
- García, N.; Hernández, A.; Fuentes, E.; Alvarez, G. y Krasilnikov, P. (2020). *La importancia del suelo para la sostenibilidad de los sistemas agroforestales cafetaleros en la sierra sur.*:  
(Congreso). Científico INCA. Oaxaca, México.
- Giraldo, O.F. (2019). *Ecología política de la agricultura*. *Agroecología y posdesarrollo*. 1 ed.  
San Cristóbal De Las Casas, Chiapas México. El Colegio De La Frontera Sur, 211 p.
- Gliessman S R. (2020). *Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. CATIE,  
Turrialba.
- González de Molina, M. (2019). *Introducción a la agroecología*. *Cuadernos técnicos, serie: agroecología y ecología agraria*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
- González, A., Leyva, O. (2018). *El funcionamiento de un agroecosistema premontañoso y su orientación prospectiva hacia la sostenibilidad: rol de la agrobiodiversidad*. *Cultivos Tropicales*, 39 (1), 21-34
- Gutiérrez N. (2021), Raquel. *El Desarrollo Sustentable: Un Camino A Seguir*. *Espiral*. 2 (5),  
197-227.
- Gutiérrez V. (2021). *Diseño de un sistema integrado de producción agropecuaria en el municipio de Popayán*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 11 (2),  
164-172.

- Hart, R.D. (2021). A natural ecosystem analog approach to the design of a successional crop system for tropical forest environments. *Biotropica* 12, 73-83. <http://www.biology.utah.edu>
- Hunder, W.; Lombersting, P.; Volton, R. & Simmerley, L. (2019). *Estudios ambientales sobre la erosión. Causas antropogénicas, el factor humano*. <http://www.ecaf.org>
- Idárraga-Quintero, A. y Sánchez-Rodríguez, J. J., (2018). *Contribuciones de la agricultura familiar en Colombia desde el enfoque de la multifuncionalidad: estudio de caso de la asociación de pequeños productores de café (ASOPECAM)*. Tuluá, Departamento Del Valle Del Cauca.
- Jeschke, M y Lutt, N. (2022). *Compactación del suelo en la producción agrícola*, <https://www.corteva.es/agronomia-y-servicios/informacion-agronomica/compactacion-del-suelo-en-la-produccion-agricola.html>
- Johnson, Ambrose, Bassett, Bowen, Crummey, Isaacson, Lamb & Winter-Nelson. (2019). Significado de términos ambientales. *Journal of Environmental Quality*. 26, 581-589. <http://www.epa.gov>
- Landini, F.; Benítez, M.I.; Murtagh, S. (2019). *Revisión de los trabajos realizados por la psicología sobre pequeños productores agropecuarios*. Facultad De Psicología - Uba / Secretaría de Investigaciones / Anuario de Investigaciones.
- Lefroy, R.D.B.; Bechstedt, H.D. & Rais, M. (2016). *Indicadores de sostenibilidad agraria sobre la base de los cuestionarios agrarios en Vietnam, Indonesia y Tailandia*. *Agricultura, Ecosistema y Medioambiente*, 81(1), 137-146. <http://www.proexport.es>
- Lugo, I.; Márquez, P. & Landis, W. (2020). *Manejo agrícola en comunidades sociales*. <http://www.engormix.com>
- Madrid.FAO. (2018). *Buenas practicas agroecologicas* . <http://www.fao.org/3476/buenas-practicas-agroecologicas.pdf>.
- Margalef, R. (2020). *Perspectivas en teoría ecológica*. <http://www.creativecommons.org>
- Martínez, C.; Suárez, L.; González, R. & Rodríguez, S. (2018). *Procesos erosivos por deficiente cobertura vegetal del suelo en áreas agropecuarias del municipio San Antonio del Sur*. Centro Universitario de Guantánamo: Facultad de Agronomía de Montaña de Sabaneta. <http://www.gereon.es>
- Martínez, M. y Suárez, L. (2020). *Proceso de artificialización de los ecosistemas*. <http://www.ecovida.com>

- Masera, O. & López-Ridaura, S. (2019). *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. MundiPrensa- <http://www.mundiprensa.com>
- Masera, O., Astier, M. & López-Ridaura, S., (2019). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS*. MundiPrensa-GIRA-UNAM, México. 99 pp. <http://www.mundiprensa.com>
- Melo Becerra, L. (2021). *Eficiencia técnica de los hogares con producción agropecuaria en Colombia*. Documentos de trabajo sobre economía regional. Banco de la República, 69 p.
- Montagnini, F.; Calderón González R.; Mariño Lara, L. (2020). *Sistemas Agroforestales Funciones Productivas, Socioeconómicas y Ambientales*. 1 ed. Cali Colombia. Cipav ; Turrialba, Cr: Catie, 2015. 461 p. (Serie técnica. Informe técnico / CATIE; no. 402)
- Navarrete Segueda, A.; Vela Correa, G.; López Blanco, J.; Rodríguez Gamino, L. (2020). *Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo*. ContactoS 80, 29–37. <http://www.contactoS.com>
- Navas Panadero, A., y Velásquez Mosquera, J.C. (2020). *Enfoque sistémico en el análisis de sistemas de producción agropecuaria. Una mirada más allá de lo disciplinar*. Ciencia Animal. 7, 99-110.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE & El Centro de Investigaciones Conjuntas, CIC. (2021). *Manual sobre la construcción de indicadores compuestos. Metodología y guía práctica*. <http://www.oecd.org>
- Pabón, D. (2019). *Aportes a un modelo de economía ecológica para programas de sostenibilidad local y regional en Colombia*. Universidad Internacional de Andalucía Sede Iberoamericana Santa María de La Rábida.
- Pérez, J.M. (2019). *Suelos montañosos. En Génesis y clasificación de los suelos de Cuba*. Inst. Suelos, Acad. Cien.
- Pérez, V. (2019). Agricultura y deterioro Ambiental. *Agricultura y Deterioro Ambiental*. 73, 19-25.
- Platas-Rosado, D. E.; Vilaboa-Arroniz, J; González-Reynoso, L; Severino-Lendecky, V.H; López-Romero, G; Vilaboa-Arroniz, I. (2017). *Un análisis teórico para el estudio de los agroecosistemas. Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20 (3), pp. 395-399. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93953814017>

Ropero Portillo, S. (2022). Agrosistema montañoso.

<https://www.ecologiaverde.com/autor/agrosistemamontañoso-245.html>

Shpritz, L.; Fitton, L.; Saffouri, R. & Blair, R. (2018). *Environmental and economic cost of soil erosion and conservation benefits*. Science, 267, 1117-1123. <http://www.eaufrance.tm.fr>

Sicard, L. (2019). *Hacia una historia de la agroecología en Colombia*. Agroecología, 10, 39-53.

Tellarini, V. & Caporali, F. (2018). *An input/output methodology to evaluate farms as sustainable agroecosystems: an application of indicators to farms in central Italy*.

*Agriculture, Ecosystems and Environment*, 77(1-2), 111-123. <http://www.gtz.de>

Toledo, Victor M. (2017). *Agroecología, Sustentabilidad Y Reforma Agraria: La Superioridad De La Pequeña Producción Familiar*. Agroecol.e Desenv.rur.sustent. 3(2), 27-36.

Van Calker, K.J.; Berentsen, P.B.M.; Romero, C.; Giesen, G.W.J. & Huirne, R.B.M. (2018).

Development and application of a multiattribute sustainability function for Dutch dairy farming systems. *Ecological Economics*, 57(3): 640-658. <http://www.ecoeco.org>

Vandana, SH. (2018). *Las granjas de la Esperanza*. Inter Press Service IPS.

<http://www.interpress.org>

VIII Congreso SEAE. (2018). *La agroecología en la formación de profesionales de la agronomía: una necesidad para una agricultura sustentable*. Murcia: agroecología, facultad de ciencias agrarias y forestales, UNLP, CIC, Prov.

XV Encuentro de Geógrafos de América Latina. (2015). *Prácticas agroecológicas en alta montaña: agrobiodiversidad, cultura y soberanía campesina*. Colegio de geógrafos.