

CARACTERIAZACIÓN RÁPIDA DE BIODIVERSIDAD DE UNA FINCA CAFETALERA EN LA CIDRA, VALLE DE SAN ANDRÉS

RAPID BIODIVERSITY CHARACTERIZATION IN A COFFEE FARMS THE CIDRA, SAN ANDRÉS VALLEY

Yasiel Cairo Sosa^{1*}, Rosmery Gallardo Rodríguez², Yudiesky Crespo Palomino³, José Reinaldo Díaz Rivera⁴, Yadirys Hernández Sosa⁵

¹Universidad de Pinar del Río. Departamento Agronomía de Montaña. Cuba. CP 20100. <https://orcid.org/0009-0008-7177-0447>

²Universidad de Pinar del Río. Departamento Agronomía de Montaña. Cuba. CP 20100. <https://orcid.org/0009-0006-9530-2715>

³Universidad de Pinar del Río. Departamento Agronomía de Montaña. Cuba. CP 20100. <https://orcid.org/0009-0000-1768-8751>

⁴Universidad de Pinar del Río. Departamento Agronomía de Montaña. Cuba. CP 20100. <https://orcid.org/0009-0008-0743-9003>

⁵Universidad de Pinar del Río. Departamento Agronomía de Montaña. Cuba. CP 20100. <https://orcid.org/0009-0006-9289-8998>

*Autor para la correspondencia (e-mail): yasiel.cairo@upr.edu.cu

Recibido para su publicación: 14/11/2024 - Aceptado para su publicación: 28/12/2024

Resumen

Este estudio evaluó el grado de complejidad de los componentes de biodiversidad en el sistema productivo de café (*Coffea arabica* L.) de Yadian Toledo Remedio (La Cidra, Valle de San Andrés, Cuba), aplicando la metodología de Vázquez y Matienzo, (2013) para analizar 23 indicadores en cinco componentes de diversidad biológica: biodiversidad productiva, auxiliar, asociada, introducida y nociva. Mediante una fórmula específica, se determinó el grado de complejidad del sistema productivo. Para facilitar el diagnóstico, los cálculos finales y la representación de los resultados, los indicadores utilizados se evaluaron mediante una escala de 0 a 4 grados, este último como óptimo. Los resultados revelaron un sistema simplificado (índice de complejidad GC = 0.35), con fortalezas en biodiversidad auxiliar (GC = 0.70), gracias a la presencia de 11 especies arbóreas, siete arvenses funcionales y cercas vivas diversificadas, pero con debilidades críticas en diversificación productiva (solo café y yuca) y ausencia de controles biológicos introducidos (GC = 0). La alta incidencia de plagas como la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) y patógenos reflejó una dependencia de prácticas convencionales. Se propusieron estrategias agroecológicas, como la introducción de cultivos complementarios, biofertilizantes y manejo integrado de plagas, para transformar el sistema en un modelo resiliente que equilibre productividad, seguridad alimentaria y conservación de servicios ecosistémicos. Este caso evidencia que, incluso en suelos Ferralíticos degradados, la integración planificada de la biodiversidad puede impulsar sostenibilidad, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y políticas de usufructo de tierras en Cuba.

Palabras Clave: *diversidad biológica, grado de complejidad, seguridad alimentaria, sostenibilidad.*

Abstract

This study assessed the complexity level of biodiversity components in the coffee (*Coffea arabica* L.) production system of Yadian Toledo Remedio (La Cidra, San Andrés Valley, Cuba), applying the methodology of Vázquez and Matienzo (2013) to analyze 23 indicators across five biological diversity components: productive, auxiliary, associated, introduced, and harmful biodiversity. Using a specific formula, the complexity level of the production system was determined. To facilitate diagnosis, final calculations, and result representation, the indicators were evaluated on a 0 to 4-point scale, with 4 being optimal. Results revealed a simplified system (complexity index GC = 0.35), with strengths in auxiliary biodiversity (GC = 0.70) due to the presence of 11 tree species, seven functional herbaceous plants, and diversified live fences, but critical weaknesses in productive diversification (only coffee and cassava) and absence of introduced biological controls (GC = 0). The high incidence of pests such as the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferrari) and pathogens reflected reliance on conventional practices. Agroecological strategies were proposed, including introducing complementary crops, biofertilizers, and integrated pest management, to transform the system into a resilient model balancing productivity, food security, and conservation of ecosystem services. This case demonstrates that, even in degraded Ferralitic soils, the planned integration of biodiversity can drive sustainability, aligning with sustainable development goals and land usufruct policies in Cuba.

Key Words: *biological diversity, complexity level, food security, sustainability.*

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad, o diversidad biológica, es el grado de variabilidad de las formas de vida en un ecosistema, una ecorregión, un bioma o el planeta como un todo y es considerada como un indicador de la salud de los ecosistemas. El concepto moderno de la ecología contempla los factores bióticos, como un determinante del funcionamiento y procesos en los ecosistemas, junto con los factores abióticos. Dichos factores bióticos se refieren a la biodiversidad. El ecosistema emerge producto de las interacciones entre los recursos del medio ambiente y los organismos que hacen vida en su interior (ROMERO y PÉREZ, 2023).

Según Rojas *et al.*, (2012) manifiesta que la intensificación del sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) impacta directamente la biodiversidad, debido a que va degradando la cobertura vegetal y reduciendo el número de especies animales y vegetales, nativas de la zona de plantación.

Los servicios ecosistémicos, derivados de la biodiversidad en los agroecosistemas, son fundamentales para la sostenibilidad a largo plazo de la producción agrícola, trascendiendo la mera obtención de productos primarios Altieri y Nicholls, (2010). Vázquez y Matienzo, (2013) plantean una clasificación de la biodiversidad para sistemas agrícolas y un método para la evaluación rápida de la misma de los sistemas agropecuarios, esta se encuentra dividida en: biodiversidad planificada o productiva, incluye la biota introducida o autóctona que se cultiva o cría con fines económicos (plantas y animales) la cual variará de acuerdo al manejo y arreglo de cultivos (agrobiodiversidad); biodiversidad nociva, son los organismos que afectan las plantas y animales de interés económico (plagas agrarias); biodiversidad asociada, los organismos que habitan el agroecosistema y regulan naturalmente las poblaciones de fitófagos, fitoparásitos y fitopatógenos, se consideran enemigos naturales o biorreguladores de plagas, también los polinizadores y la biota del suelo que tiene funciones benéficas sobre el suelo y las plantas cultivadas; biodiversidad introducida, se refiere a los organismos que se reproducen masivamente y se introducen en el sistema mediante liberaciones o aplicaciones inoculativas o aumentativas (controles biológicos, sean artrópodos entomófagos, nemátodos entomopatógenos, microorganismos entomopatógenos, microorganismos antagonistas, se incluyen aquí los abonos orgánicos, biofertilizantes que se aplican y las micorrizas que se inoculan; biodiversidad auxiliar, la biota que habita naturalmente o es manejada en los sistemas agrícolas y que contribuye indirectamente al resto de la biodiversidad. Aquí se incluyen las plantas que crecen silvestres o se manejan como reservorio de enemigos naturales, pero no fundamentalmente con fines productivos, entre otras (cercas vivas, arboledas, otras).

La investigación pretende evaluar ¿cuál es el grado de complejidad de los componentes de biodiversidad en el sistema productivo de café (*Coffea arabica* L.) del productor Yadian Toledo Remedio, en la Cidra, Valle de San Andrés? Si se realiza un estudio sobre la biodiversidad en este sistema productivo de café (*Coffea arabica* L.) se podrá determinar que el grado de complejidad de la biodiversidad es un factor clave para la riqueza de especies presentes, estaremos en condiciones de clasificar su nivel de diversificación biológica de cada componente y proponer estrategias que mejoren la seguridad alimentaria y la sostenibilidad del cultivo del cafeto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en los meses comprendidos de octubre a noviembre del año 2024 en la finca cafetalera de Yadian Toledo Remedio, zona de La Cidra, Valle de San Andrés, la cual está ubicada 22°39'54"N de latitud norte y de longitud oeste 83°33'01"W con una altura de 138,07 msnm, al sur del municipio La Palma en la provincia Pinar del Río. Este terreno fue obtenido en usufructo en el año 2019, cedido por la UBPC El Llano durante un tiempo

determinado de 20 años (Decreto Ley No 358/2018 “Sobre la entrega de tierras estatales ociosas en usufructo”, 2018).. Antes del triunfo de la revolución esta zona se dedicaba principalmente a la siembra de cultivos varios, posteriormente a partir de 1967 con la creación del Plan Integral San Andrés, se decide dedicar estos suelos al cultivo del café (*Coffea arabica* L.) bajo sombra permanente (*Gliricidia sepium* Jacq.).



Figura 1. Toma satelital del área de estudio (Fuente: Google Maps)
 Figure 1. Satellite shot of the study area (Source: Google Maps)

Según la nueva versión de clasificación de suelos de (Alberto Hernández, 2015) el suelo en el que se desarrolla nuestra investigación está clasificado como Ferralíticos Amarillentos Lixiviados en la que se observa nódulos ferruginosos, los mismos presentan un perfil ABtC, en los que predomina el color amarillo-amarillento y a veces con manchas rojizas. Son suelos de baja fertilidad que pueden alcanzar una CIC en arcilla menor de 20 cmol kg⁻¹. Variedades: por la textura, predominan franco arenosos, franco arcillosos y arcillosos.

Estos suelos son formados a través del proceso de ferralitización donde ocurre un lavado intenso de las bases y la acumulación del hierro y aluminio en el perfil. La siguiente tabla hace referencia a resultados obtenidos por el “Instituto Provincial de Suelos Pinar del Río año 2017” de los macroelementos fósforo y potasio y de propiedades físico-química como la materia orgánica y el ph.

Tabla1. Resultados obtenidos en el año 2017 por el “Instituto Provincial de Suelos Pinar del Río”, UBPC El Llano.

Table1. Results obtained in 2017 by the Pinar del Río Provincial Soil Institute, UBPC El Llano.

No	Nombre de la Finca	Área (ha)	PH	Mg/100gs		%
Mt			KCI	P2O5	k2O	M.O
4	Yadian Toledo Remedio	2.0	4,36	3,94	10,93	3,2

Respecto a la lluvia total anual como promedio en la zona de estudio precipitan 1854 mm y de ellos corresponden 1389 mm (74,9 %) al período húmedo valores que están acorde con el mapa isoyético de la región que

son de 1600-2000 mm y 1200-1400 mm, respectivamente. En el período seco precipitan 465 mm (25,1 %). (PLASENCIA PUENTES *et al.*, 2020).

En este caso la temperatura media mínima anual de la zona de estudio es de 18.2 °C, y la temperatura máxima media es de 29.67 °C, (PLASENCIA PUENTES *et al.*, 2020).

Se trabajó con el productor de esta zona cafetalera (Yadian Toledo Remedio) es un productor de café tradicional desde hace más de cinco años motivado por transformar el sistema de manejo y producción intensiva a un manejo agroecológico en equilibrio con los pilares del agroecosistema. El manejo del cultivo de café arábica en esta zona de estudio con las variedades Catimor y Caturra se enfoca en prácticas que garantizan tanto la productividad como la sostenibilidad. La implementación de *Gliricidia sepium* (Jacq.) como sombra permanente también es clave en esta región, ya que regula el microclima y contribuye al enriquecimiento del suelo a través de la fijación de nitrógeno.

En lo que respecta a la densidad del cultivo, el marco de plantación de 2 x 1 metros (2 m entre surcos y 1 m entre plantas), que equivale a 5,000 plantas por hectárea, permite optimizar el espacio y facilitar labores como la poda y la cosecha. La poda, por su parte, es esencial para mantener la productividad y rejuvenecer las plantas, mientras que el monitoreo constante de plagas y enfermedades, como la roya del café (*Hemileia vastatrix* Berk et Br) y la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari), es fundamental para evitar pérdidas en la producción. Para esto, el control integrado con variedades resistentes como Catimor y Caturra es empleado en esta zona de estudio.

La recolección selectiva de frutos maduros asegura un grano de calidad, especialmente cuando es seguida por un procesamiento adecuado. Este enfoque integral de manejo equilibra productividad con sostenibilidad ambiental, adaptándose a las características específicas de La Cidra.

Caracterización de biodiversidad

Para realizar la caracterización rápida de biodiversidad se utilizó la metodología propuesta por Vázquez y Matienzo, (2013), la cual permite clasificar la complejidad del sistema productivo, se realizó a nivel del sistema de producción cafetalero o finca. Se tomó la decisión de realizar la evaluación de cada una de las diversidades por separado, esto con el fin de observar el comportamiento de cada una, y así poder realizar unas recomendaciones acerca del manejo de aquellas que se tienen, y de las estrategias a recomendar para implementar aquellas en donde se ven falencias, por lo cual pasamos a evaluar la biodiversidad productiva, biodiversidad auxiliar, biodiversidad asociada, biodiversidad introducida y biodiversidad nociva en el sistemas de producción para analizar su comportamiento.

Se evaluaron 23 indicadores que se proponen como componentes de esta biodiversidad en la finca, aunque en la práctica agraria pueden incorporarse otros, en dependencia de las características de los sistemas de producción y las tecnologías que se empleen. En la tabla 2 se muestra la metodología propuesta por Vázquez y Matienzo, (2013) realizada en el sistema productivo de (*Coffea arábica* L.) evaluado.

Tabla 2. Componentes de biodiversidad propuesta por (Vázquez & Matienzo, 2013).

Table 2. Biodiversity Components Proposed by Vázquez and Matienzo (2013).

Biodiversidad productiva	Biodiversidad Auxiliar	Biodiversidad Asociada	Biodiversidad Introducida	Biodiversidad Nociva
1.Diversidad de cultivos	8. Especies de arvenses	13. Polinizadores	17.Diversidad de entomófagos liberados	21. Insectos plagas

2.Variedades de cultivos	9. Especies de cercas vivas perimetrales	14.Abonos orgánicos	18.Diversidad de entomopatógenos	22.Hongos fitopatógenos
3.Asociaciones e intercalamientos de cultivos	10. Sombra permanente	15. Abonos orgánicos foliares	19. Diversidad de antagonistas	23.Bacterias fitopatógenos
4.Barreras vivas en campos	11. Especie de árboles	16.Microorganismos eficientes	20. Biofertilizantes al suelo	
5.Especies de barreras vivas en campos	12.Animales para labores			
6. Rotación de cultivos				
7. Diversidad de animales				

En la tabla 3 se muestra la escala que permite clasificar la complejidad de cada indicador y componente de la biodiversidad, así como del sistema de producción.

Tabla 3. Escala para evaluar el grado de complejidad de los indicadores (izquierda) y para determinar el grado de complejidad de finca (derecho), propuesto por (Vázquez & Matienzo, 2013)

Table 3 Scale for Evaluating the Degree of Complexity of the Indicators (Left) and for Determining the Degree of Complexity of the Farm (Right), Proposed by (Vázquez & Matienzo, 2013).

Grado de complejidad del Sistema	Expresión de los resultados Vázquez y Matienzo (2013).		Denominación del grado de complejidad del sistema (finca)
	Valor Absoluto	Porcentaje %)	
0	0	0	Simplificado
1	1-3	1-25	Poco compleja
2	4-6	26-50	Medianamente compleja
3	7-10	51-75	Compleja
4	Más de 10	Más de 75	Altamente compleja

Nota: Las fracciones por encima del 0,5 del valor final se consideran en el valor siguiente. Ejemplo: 3,8 es 4 y viceversa.

Cada indicador es calificado según esta escala y al final se suman los valores o grados de cada componente, se dividen entre el total de componentes evaluados y se halla el promedio, que es el resultado final y con este valor se clasifica la finca o sistema de producción.

Para determinar la complejidad del sistema de producción o finca (Grado de Complejidad de la Finca) se utiliza la fórmula siguiente:

$$GCF = \sum (v \cdot n) / (i \cdot N)$$

Donde: **i** es el grado mayor de la escala, que en este caso es 4, **N** es el total de indicadores evaluados, **v** es el valor del grado, **n** es el número de indicadores en cada grado.

RESULTADOS

Tras realizar la caracterización rápida de biodiversidad en el sistema productivo de café (*Coffea arabica* L.), se obtuvo resultados que han sido organizados según el grado de complejidad de la finca equivalente a 0.35.

Teniendo en cuenta el resultado general de la evaluación de biodiversidad, y rescatando la función que tiene la biodiversidad en un sistema de producción se tomó la decisión de realizar la evaluación de cada una de las diversidades por separado, esto con el fin de observar el comportamiento de cada una, y así poder realizar unas recomendaciones acerca del manejo de aquellas que se tienen, y de las estrategias a recomendar para implementar aquellas en donde se ven falencias, por lo cual pasamos a evaluar la biodiversidad productiva, biodiversidad auxiliar, biodiversidad asociada, biodiversidad introducida y biodiversidad nociva en el sistema de producción evaluado para analizar su comportamiento (gráfica 1).

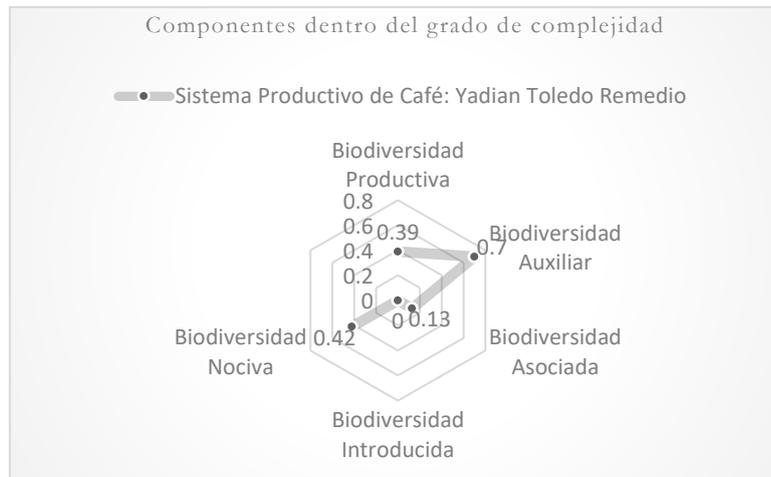
Biodiversidad productiva: el grado de complejidad fue de 0.39 en este solo se emplean dos especies de cultivos en el sistema productivo *Coffea arabica* L. y *Manihot esculenta* Crantz, ambas presentan dos variedades (Caturra y Catimor) para el cultivo del café y (Señorita y CMC-40) para el cultivo de la yuca, Los indicadores de asociaciones e intercalamientos de cultivos, obtuvo un grado de complejidad de cada indicador igual a cero ya que no existe dentro de los cultivos de café y yuca otros intercalados y asociados, de igual manera el indicador: rotaciones de cultivos, se obtuvo un grado de escala de cada indicador de cero ya que únicamente plantan yuca para el alimento del hogar y de animales como *Sus scrofa* ssp. *Domestica* y *Gallus gallus domesticus*. En el indicador barreras vivas en campo solamente se utiliza la especie *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash en el cultivo del café.

Biodiversidad auxiliar: tuvo un grado de complejidad de 0.70, se cuantificaron un total de siete especies de arvenses (*Amarantus spinosus* L., *Eryngium foetidum* L., *Bidens pilosa* L., *Modordica charantia* L., *Mimosa pudica* L., *Sida rhombifolia* L., *Petiveria alliacea* L.), seis especies de cercas vivas perimetrales *Gliricidia sepium* (Jacq.), *Psidium guajava* L., *Bursera simaruba* L., *Gaurea guidonia* L., *Leucaena leucocephala* Lam de Wit F, *Titbonia diversifolia* Hemsl), como sombra permanente se emplea el piñón florido (*Gliricidia sepium* Jacq.) con un marco de plantación de 3x3 se cuantificaron un total de 2222 individuos de esta especie. En el indicador especies de árboles se cuantificaron 11 especies (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., *Bursera simaruba* (L.) Sargent., *Gliricidia sepium* (Jacq.), *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit., *Ceratonia siliqua* L., *Guarea guidonia* (L) Sleumer., *Psidium guajava* L., *Coffea arabica* L., *Citrus aurantium* L., *Guazuma ulmifolia* Lam y *Annona muricata* L.) y animales para labores *Equus caballus* caballus.

Biodiversidad asociada: tuvo un grado de complejidad de 0.13, solamente se observó una especie polinizadora la cual es *Apis Mellifera*, tal como lo propone la metodología para el indicador abonos orgánicos se tuvo en cuenta el porcentaje de materia orgánica obtenida en los resultados de análisis de suelos del sistema productivo en el año 2017 el cual fue de 3.2 %, en la finca no se realizan aplicaciones foliares de abonos orgánicos líquidos y aplicaciones foliares realizadas con microorganismos eficientes producidos en la propia finca, estos indicadores obtuvieron un grado de escala de complejidad de cero.

Biodiversidad introducida: tuvo un grado de complejidad de 0 ya que no se realizaron liberaciones de especies de entomófagos, especies y cepas aplicadas de diversidad de entomopatógenos, especies y cepas aplicadas de diversidad de antagonistas y tampoco se realizaron aplicaciones en el año de biofertilizantes al suelo.

Biodiversidad nociva: obtuvo un grado de complejidad de 0.42, se encontraron un total de siete especies de insectos nocivos en los dos cultivos presentes en el sistema productivo (*Erinnyis ello*, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), *Perileucoptera coffeella*, *Coccus viridis*, *Cosmopolites sordidus*, *Apate monachus* y *Pachnanaeus litus* Germar), tres hongos fitopatógenos en los dos cultivos (*Cercospora coffeicola*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Cercospora vicosae*) y una bacterias fitopatógena en el cultivo del café (*Pseudomonas syringae*).



Gráfica 1. Comportamiento de cada componente dentro del grado de complejidad en el sistema de producción de café (*Coffea arabica* L.) en La Cidra, Valle de San Andrés.

Chart 1. Behavior of each component within the degree of complexity in the coffee production system (*Coffea arabica* L.) in La Cidra, San Andrés Valley.

DISCUSIÓN

La evaluación de biodiversidad arroja como resultado que la finca es denominada como simplificada, es de anotar que a pesar de estar el cultivo de (*Coffea arabica* L.) bajo sombra presenta una diversidad limitada, por lo que necesita de sistemas más diversificados con prácticas agroecológicas. A pesar de haber obtenido este grado de complejidad, son mejores que los obtenidos en estudios realizados por Galindo Maturel *et al.*, (2019) en diez fincas de la agricultura suburbana de Santiago de Cuba.

Biodiversidad productiva: el sistema evaluado se centra únicamente en el producto comercial (*Coffea arabica* L.) sin considerar la diversificación de cultivos para el consumo y venta en el hogar ya que solamente se cultiva yuca (*Manihot esculenta* Cratz) con este propósito. Es crucial promover la diversificación de la producción de manera que no dependa el productor únicamente de los productos comerciales, sino que también cultiven variedades de alimentos para el consumo y venta local. Esto les brindará mayor seguridad alimentaria y resiliencia ante las variaciones del mercado. Según Ramírez *et al.*, (2020), la presencia de animales en los agroecosistemas resulta beneficiosa; por su contribución al reciclaje de nutrientes, la conservación del suelo y la capacidad de transformar la fitomasa en fuentes de alimento y bienes de uso para el hombre y el propio animal. Estos resultados fueron menores comparados con los obtenidos por Olivera *et al.*, (2023), en el poblado El Roque, en el municipio Perico, Matanzas, Cuba.

Biodiversidad auxiliar: la identificación de siete especies de arvenses demuestra la capacidad del sistema para sostener una flora variada, lo que contribuye a un equilibrio ecológico al proporcionar hábitats y recursos para diversos organismos beneficiosos. En cuanto a las cercas vivas, las seis especies cuantificadas, no solo cumplen con funciones de delimitación, sino también con servicios ecosistémicos clave. Estas especies actúan como reservorios de biodiversidad al albergar fauna y flora diversa, contribuyen a la conservación del suelo, y a la regulación climática al capturar carbono.

El uso del piñón florido (*Gliricidia sepium* Jacq.) como sombra permanente y su notable densidad (2222 individuos) indica una implementación sostenible de sistemas agroforestales. Este enfoque no solo mejora las

condiciones microclimáticas, sino que también favorece el bienestar de las especies cultivadas y del entorno en general. La cuantificación de 11 especies de árboles representa un patrimonio arbóreo diverso. La presencia de *Equus caballus caballus* como fuerza de trabajo remarca un enfoque tradicional e integral en las labores agropecuarias, que puede contribuir a una menor dependencia de maquinaria industrial y reducir la huella ambiental. Fueron menores que los resultados obtenidos por Martínez Rivero *et al.*, (2018) en fincas suburbanas en las que se produce semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Antonio de los Baños, provincia Artemisa.

Biodiversidad asociada: la dominancia de *Apis mellifera* como único polinizador y el bajo contenido de materia orgánica (3.2%) sugieren un agroecosistema simplificado, típico de sistemas con escasos refugios para fauna benéfica. La ausencia de aplicaciones de abonos orgánicos líquidos o microorganismos eficientes demuestra su papel en la mejora de la calidad del suelo y la biodiversidad. Este tipo de biodiversidad va muy de la mano con el tipo de prácticas culturales que se le da al cultivo, siendo una de las más comunes la aplicación de agroquímicos para manejo y control de plagas, enfermedades y arvenses, afectándola directamente Morgado *et al.*, (2019), evidenciaron un mejor comportamiento en este tipo de biodiversidad en su investigación en dos fincas de la provincia de Ciego de Ávila.

Gliessman, (2002), recomienda que la diversidad asociada debe estar comprendida por depredadores naturales, organismos benéficos del suelo, arvenses alelopáticas y fijadores de nitrógeno, y que esta cumpla su papel dentro del sistema de producción, además, deben de existir unas cualidades emergentes del sistema como: interferencias benéficas (mutualismos), reciclaje interno de nutrientes, manejo interno de poblaciones de plagas, ausencia de competencia, uso eficiente de la energía, estabilidad y reducción de riesgos. Teniendo en cuenta lo anterior se debe fortalecer las estrategias dentro del sistema de producción para aumentar la biodiversidad asociada, y de esta manera hacer más eficientes los procesos que dentro del sistema se dan, viéndose reflejado en la producción, y en las interrelaciones entre los subsistemas de la finca. Incrementar coberturas vegetales (ej: leguminosas) para atraer polinizadores nativos e incorporar biofertilizantes basados en *Bacillus* spp. o *Trichoderma*, que reducen patógenos y mejoran la materia orgánica, contribuyen a mejorar la calidad del suelo y la biodiversidad.

Biodiversidad introducida: la ausencia de entomófagos, entomopatógenos o antagonistas (grado 0) refleja una dependencia de controles químicos, lo que puede generar resistencias en plagas. También se debe a que el Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) de la Empresa Café La Palma no está funcionando y cuando lo estaba no se obtuvieron resultados significativos, ya que se les dificultaba mantener el pie de cría de *Cephalonomia stephanoderis* para el control biológico de *Hypothenemus hampei* Ferrary y escasamente producían *Beauveria bassiana*. Coincidimos con lo planteado por Galindo Maturell *et al.*, (2019) donde refieren que su ausencia en los sistemas está relacionada también con la percepción del contexto social más cercano (los productores), pues todavía permanecen arraigados algunos criterios provenientes de la revolución verde. Esta misma percepción tiene influencia en la biodiversidad nociva, sobre todo si tiene en cuenta que este componente agrupa a dos elementos de la biodiversidad que con frecuencia reciben mal manejo por parte del hombre: las especies arvenses y los insectos plagas.

Biodiversidad nociva: en el enfoque convencional, se modifican las condiciones de forma individual del cultivo, ocasionando la eliminación de interferencias y relaciones positivas, dejando solo las interacciones negativas, ocasionando que las prácticas de manejo convencional funcionen a nivel de individuo o de la población en el sistema, en vez de funcionar a nivel de comunidad o del ecosistema (GLIESSMAN, 2002), en este caso se ve el comportamiento de la biodiversidad nociva, hablando directamente de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferrari, siendo esta el

principal problema de plagas dentro del sistema productivo, afectando la calidad del grano. Además de la presencia de otros insectos plagas, hongos fitopatógenos y bacterias fitopatógenos presentes en los dos cultivos.

CONCLUSIONES

- El sistema productivo de café estudiado presenta un grado de complejidad bajo ($GC = 0.35$), clasificado como simplificado, lo que confirma que la escasa diversificación de cultivos (solo *Coffea arabica* L y *Manihot esculenta* Crantz) y la ausencia de biodiversidad introducida (controles biológicos) limitan la riqueza de especies y aumentan la vulnerabilidad a plagas como la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari).
- Se identificó que la biodiversidad auxiliar ($GC = 0.70$) es el componente mejor estructurado, con 11 especies arbóreas y cercas vivas diversificadas, sin embargo, la biodiversidad productiva ($GC = 0.39$) y asociada ($GC = 0.13$) evidencian un manejo aún influenciado por prácticas convencionales, lo que subraya la necesidad de diversificar cultivos y reforzar polinizadores nativos.
- La integración de prácticas agroecológicas (ej. cultivos complementarios, biofertilizantes y manejo integrado de plagas) se propone como solución clave para transformar el sistema en un modelo resiliente, estas estrategias no solo reducirían la dependencia de insumos externos, sino que también alinearían el sistema con políticas de usufructo de tierras en Cuba.

ÉTICA Y CONFLICTO DE INTERESES

Las personas autores del manuscrito en cuestión, declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; que todas las fuentes financieras que se mencionan completa y claramente en la sección de agradecimientos; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

REFERENCIAS

- Altieri, M. A. y Nicholls C. (2010). Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA). <http://agroeco.org/socia/>.
- Decreto-Ley No. 358 de 2018. Sobre la entrega de tierras estatales ociosas en usufructo. 7 de agosto de 2018. GOC-2018-504-EX39.
- Galindo Maturell, A., Cobas Magdariaga, M., Escobar Perea, Y. y Vargas Batis, B. (2019). Calidad visual del suelo y complejidad de diez fincas suburbanas de Santiago de Cuba. Revista Ciencia en su PC, 1 (4), 16-31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738012>.
- Gliessman, S. R. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica.: CATIE. 359 p
- Hernández Jiménez, A., Pérez Jiménez, J. J., Bosch Infante, D., y Castro Speck, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA. ISBN: 978-959- 7023-77-7. 91 p.

- Martínez Rivero, E., Arozarena Daza, N. J, Vázquez Moreno, L. L. y Jardínez Romero, P. (2018). Manejo de la biodiversidad en fincas productoras de semilla de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Antonio de los Baños, Provincia Artemisa. Revista Agrotecnia de Cuba, 42(1), 49-63. <http://www.ausuc.co.cu>.
- Morgado Martínez, M.; Pérez García, G. A. y Expósito Cardoso, F. (2019). Diseño y manejo de la biodiversidad en dos fincas de la provincia de Ciego de Ávila. Revista Universidad & Ciencia, 8 (Especial, XLI aniversario de la UNICA), 380-394. <http://revistas.unica.cu/uciencia>.
- Olivera Castro, Y., Núñez García, N. F., Ramírez-Suárez, W. M. (2023). Determinación de la biodiversidad y evolución de la complejidad en la finca La Palma, municipio Perico. Revista Pastos y Forrajes. 46: e03, ISSN 2078-8452.
- Plasencia, T. A., Herrero, J. A., Renda, A., Zaldívar, A. y Escarré, A. (2020). Estación Hidrológico Forestal "Amistad" Antecedentes. Principales Resultados y Perspectivas. Editorial researchgate. <https://www.researchgate.net/publication/345313145>.
- Ramírez Iglesias, E., Cuenca, K. y Quizhpe, W. (2020). Manejo integrado de agroecosistemas en América Latina: Una opción para maximizar la producción resguardando la biodiversidad. <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/tekhne/article/view/4472,2020>.
- Rodríguez Rojas, R., Osés Rodríguez, R., Lacerra Espinosa, J. A y Pedraza Martínez, A. (2012). La variabilidad climática y su efecto en el cultivo del café (*Coffea arabica* L.). Revista Centro Agrícola, 39(2), 67-75.
- Romero Santos, A. y Pérez Almeida, I. (2023). La Biodiversidad: Conceptos, Estatus Actual y Amenazas. ECOTECH. <https://doi.org/10.21855/librosecotec.101>.
- Vázquez Moreno, L. L. y Matienzo Brito, Y. (2013). Diagnóstico rápido para la diversidad biológica en fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. En: INISAV –INIFAT. Manual para la Adopción del Manejo Agroecológico de Plagas en Fincas de la Agricultura Suburbana. La Habana, Cuba, (Vol. 2, cap 14, 251-269).