



COMPORTAMIENTO Y VALORACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN FINCAS CAFETALERAS DE LA UBPC LA HERRADURA, MUNICIPIO MANICARAGUA, VILLA CLARA

BEHAVIOR AND ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY INDICATORS IN COFFEE FARMS OF THE UBPC LA HERRADURA, MANICARAGUA MUNICIPALITY, VILLA CLARA

MARTA M. JIMÉNEZ-ÁGUILA*, JESSICA HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ

Unidad de Ciencia y Técnica de Base Investigación e Innovación Tecnológica, La Habana, Cuba

**Autor para correspondencia: mjimenez@forestales.co.cu*

RESUMEN

Los sistemas agroforestales son fundamentales para la producción sostenible de alimentos, ya que mejoran la fertilidad del suelo, conservan el agua y promueven la biodiversidad al crear hábitats para diversas especies, al tiempo que ofrecen productos agrícolas de alto valor. Basado en la importancia del desarrollo de estos sistemas para lograr diversidad y productividad en fincas cafetaleras, se seleccionaron la finca "El Guayabal" y la Finca de Semillas, ambas pertenecientes a la UBPC La Herradura, en el municipio Manicaragua, Villa Clara. El objetivo fue determinar el nivel de sostenibilidad alcanzado en ambas fincas durante el periodo evaluado (2017-2019), mediante la aplicación de una metodología que contribuye a la diversificación y a la implementación de un sistema productivo integral para el café. Este sistema permite el establecimiento de cultivos semipermanentes, anuales y frutales bajo métodos sostenibles. Se seleccionaron indicadores de sostenibilidad de tipo social, económico-productivo y ecológico-ambiental presentes en el sistema de producción cafetalera, con el fin de estimar los resultados preliminares y observar la tendencia hacia la sostenibilidad o conversión agroecológica lograda.

Palabras clave: Sistemas agroforestales, fincas cafetaleras, sistema productivo integral, sostenibilidad

ABSTRACT

Agroforestry systems are essential for sustainable food production, as they improve soil fertility, conserve water, and promote biodiversity by creating habitats for diverse species, while offering high-value agricultural products. Based on the importance of developing these systems to achieve diversity and productivity in coffee farms, the "El Guayabal" farm and the Finca de Semillas, both belonging to the UBPC La Herradura, in the Manicaragua municipality, Villa Clara, were selected. The objective was to determine the level of sustainability achieved in both farms during the evaluated period (2017-2019), through the application of a methodology that contributes to the diversification and implementation of an integral productive system for coffee. This system allows the establishment of semi-permanent, annual and fruit crops under sustainable methods. Sustainability indicators of social, economic-productive and ecological-environmental nature present in the coffee production system were selected in order to estimate the preliminary results and observe the trend towards sustainability or agroecological conversion achieved.

Keywords: Agroforestry systems, coffee farms, integrated production system, sustainability

INTRODUCCIÓN

En el marco del proyecto 1062, "Desarrollo de SAF en ecosistemas forestales como contribución a la Seguridad Alimentaria" del Programa Alimento Humano, se seleccionaron las fincas cafetaleras "El Guayabal" y la Finca

de Semillas, pertenecientes a la UBPC La Herradura, en el municipio Manicaragua, Villa Clara. El objetivo fue valorar varios indicadores que contribuyen a la diversificación productiva mediante un sistema integral para el café, en el que se asocian cultivos semipermanentes, anuales y frutales, utilizando métodos sostenibles (Jiménez & Marta, 2018).

Recibido: 10/11/2022

Aceptado: 14/1/2023

Conflictos de interés: Los autores declaran que no existe conflictos de interés.



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



En este contexto, la implementación y desarrollo de fincas basadas en principios agroforestales, ubicadas en ecosistemas forestales con limitaciones edáficas y climáticas, aunque no logren altos rendimientos, pueden contribuir a la creación de sistemas productivos diversificados y resilientes. Estos sistemas compensan los volúmenes de producción a través de una red de pequeñas fincas diversificadas, dirigidas y asesoradas técnicamente bajo un objetivo común de complementación (Jiménez et al., 2020).

Según Altieri & Nicholls (2002), Altieri & Nicholls (2000) y Marasas (2012), las características de la agricultura del futuro estarán basadas en modelos agrícolas sostenibles, con agro-ecosistemas de bajo impacto ambiental, resilientes al cambio climático, y que promuevan una agricultura multifuncional que ofrezca servicios económicos, sociales y ambientales, además de sistemas alimentarios locales.

Los sistemas sostenibles con base agroecológica integran cultivos, animales y árboles mediante diseños complejos, aplicados en campos de distintas dimensiones. Esto favorece múltiples funciones, reduce prácticas degradantes y el uso de insumos externos, además de incrementar los servicios ecológicos (Vázquez, 2013; Vázquez, 2015; Jiménez, 2018). Se seleccionaron indicadores de sostenibilidad medibles y se estimaron los resultados preliminares obtenidos en el periodo evaluado (2017-2019), lo que permitió conocer el nivel de conversión agroecológica alcanzado, que se presenta en este informe.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el plano de la UBPC La Herradura, municipio Manicaragua, Villa Clara (Figura 1), se muestra la ubicación de las fincas estudiadas: la Finca No.1 "Semillas" en el centro del plano y la Finca "El Guayabal" en el extremo sureste del mismo (Calzadilla, 2014).

LOCALIZACION DE LAS FINCAS CAFETALERAS

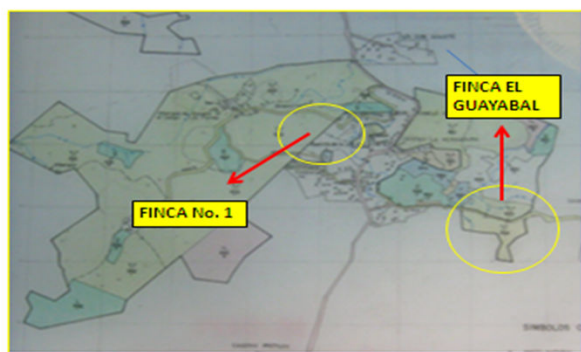


Figura 1. Mapa UBPC La Herradura. Manicaragua, Villa Clara. Finca No.1 "Semillas" al centro y la Finca "El Guayabal" al extremo sureste.

En la UBPC La Herradura, municipio de Manicaragua, provincia Villa Clara, existe un bosque natural que, por su proximidad, interactúa con las plantaciones de café en la parte sureste, sur y suroeste. Esta formación boscosa se clasifica como semicaducifolio sobre suelo calizo (Scs/c), con algunas especies propias del semicaducifolio sobre suelo ácido (Scs/a).

Seleccionada el área, se identificaron las especies arbóreas nativas del país y aquellas utilizadas como árboles de sombra en los cafetales de las dos fincas de la UBPC La Herradura. En estas especies se realizaron mediciones dasométricas, como el diámetro, la altura y se calculó el volumen.

Se valoraron las producciones de café y otros cultivos agrícolas de interés en asocio. Además, se seleccionaron algunos indicadores de tipo social, económico-productivo y ecológico-ambiental presentes en el sistema de producción local, estimando los resultados preliminares para determinar la tendencia de los niveles de sostenibilidad alcanzados en este sistema integrado, siguiendo la metodología de Vázquez & Martínez (2015).

Para determinar el Nivel de Sostenibilidad del Sistema de Producción Agropecuaria (NS-SPA), se sumaron los tres indicadores: socio-cultural (SC), ecológico-ambiental (EA) y económico-productivo (EP), representado por la fórmula: $NS-SPA = SC + EA + EP = \Sigma / 3$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componente forestal en la finca "El Guayabal"

En la finca "El Guayabal" existe un bosque natural que, por su proximidad, interactúa con las plantaciones de café en las zonas sureste, sur y suroeste. Esta formación se clasifica como semicaducifolio sobre suelo calizo (Scs/c), con algunas especies correspondientes a la formación semicaducifolio sobre suelo ácido (Scs/a), en el que están representadas especies como: guarano (*Cupania americana*), guasima (*Guazuma ulmifolia*), piniche (*Sapium jamaicense*), boniato (*Nectandra antillana*), ayúa (*Zanthoxylum martinicense*), yamagua (*Guarea guara*), hueso (*Drypetes alba*), jobo (*Spondias mombin*) y palma real (*Roystonea regia*) entre otras.

En la Tabla 1 se presentan las mediciones dasométricas realizadas a las especies cercanas a un área de café en crecimiento (*Coffea arabica* var. Laferno). En esta tabla se observa la diversidad de especies y edades, con la presencia de árboles jóvenes y sobremaduros.

Las especies naturales del país y las introducidas como árboles de sombra resultaron ser las menos representadas, entre ellas: jobo (*Spondias mombin*), cedro (*Cedrela odorata*), ateje (*Cordia collococa*), boniato (*Nectandra antillana*), yamagua (*Guarea guara*), guásima (*Guazuma ulmifolia*) y guarano (*Cupania americana*). Sin embargo, las

Tabla 1. Especies forestales del bosque natural al sur de la finca El Guayabal.

No. Árbol	Especie	dap _{-1,30} (cm)	Altura (m)	Vol. Árbol (m ³ /ha)
1	Tulipán (<i>Spathodea campanulata</i>)	12,7	10	0,0477835
2	Guasima (<i>Guazuma. ulmifolia</i>)	55,1	14	1,1974208
3	Guarano (<i>Cupania americana</i>)	12,5	11	0,0525618
4	Palma (<i>Roystonea regia</i>)	18,2	5	0.0
5	Boniato (<i>Nectandra antillana</i>)	30,3	21	0,5341593
6	Piniche (<i>Sapium jamaicense</i>)	24,8	30	0,5330145
7	Ayúa (<i>Zanthoxylum martinicense</i>)	41	24	1,140702
8	Yamagua (<i>Guarea guara</i>)	8,6	12	0,0274825
9	Hueso (<i>Drypetes alba</i>)	11,1	18	0,0615813
10	Jobo (<i>Spondias bombin</i>)	71	23	3,2782184
11	Guamo (<i>Inga vera</i>)	29,9	10	0,2377875

especies exóticas o introducidas predominan en el sistema, destacándose entre ellas el algarrobo (*Samanea saman*), bienvestido (*Gliricidia sepium*), caoba africana (*Khaya* sp.), guamo (*Inga vera*) y frutales como aguacate (*Persea americana*), naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y plátano (*Musa* sp.) como acompañante.

En la finca "El Guayabal" (campo no. 5) se identificaron las especies encontradas, a las cuales se les midió el diámetro, la altura y se calculó el volumen, que totaliza 4,66 m³. Esta cantidad constituye una reserva maderable, independientemente de su valor comercial, y contribuye a la diversidad biológica presente en este sistema agroforestal (Tabla 2).

Producciones complementarias

Uno de los objetivos del proyecto fue contribuir, mediante la aplicación de técnicas agroforestales, a diversificar otras producciones dentro de las fincas cafetaleras. A pesar de las afectaciones provocadas por el ciclón Irma en 2017, el

trabajo sostenido del agricultor y la capacitación recibida permitieron la recuperación de los cafetales (Tabla 3), junto con los cultivos acompañantes como el plátano, con predominio de las variedades fruta y burro, cuya producción, vendida a la propia UBPC local, alcanzó 596,3 kg en 2017 y 2018. Además, en 2018 se estableció el cultivo de la cúrcuma (*Curcuma longa*) como barrera viva en las áreas cafetaleras, seleccionada por su alto valor antioxidante y sus beneficios para la salud humana.

En cuanto al cultivo económico del café, asociado bajo el sistema agroforestal, la Tabla 3 muestra la producción alcanzada de café cereza y plátano durante los años 2017, 2018 y 2019.

En la misma finca se encuentran en producción nueve plantas de aguacate, tres de naranja dulce y cuatro de naranja agria, además de otras como mandarina y limón en fase de fomento. Por otro lado, la finca No. 1 de la UBPC La Herradura (Figura 1), especializada en la producción de semillas, fue evaluada en un campo sembrado con la

Tabla 2. Árboles de sombra identificados en el campo 5, sur de la finca El Guayabal.

No. Arbol	Especie	dap _{-1,30} (cm)	Altura (m)	Vol. Árbol (m ³)	Observaciones
1	Bienvestido	17,8	11,2	0,1003347	Uso múltiple
2	Aguacate	15,2	8		Frutal
3	Pomarrosa	13,5	8,7	0,0448311	Frutal-forestal
4	Jobo	35,5	13	0,4502698	Fruto alimento
5	Ateje	12,7	8	0,0364829	Alimento fauna
6	Caoba africana	10	10	0,0282744	Ebanistería
7	Caoba africana	31	18	0,4890903	Ebanistería
8	boniato	41,8	9	0,4488841	Afectado por evento ciclón
9	Palma joven	40,8	8		Construcción
10	Algarrobo	95	12	3,06211752	Ebanistería

Tabla 3. Producción de café cereza y plátano asociado en la Finca “El Guayabal”. UBPC La Herradura.

Cultivos	U/M	Año 2017		Año 2018		Año 2019	
		No. de Lata	Kg	No. de Lata	Kg	No. de Lata	Kg
<i>C. arabica</i> V. Arabico	Lata	342	4377,6	149	1919,1	212	2734,9
<i>C. arabica</i> V. Robusta	Lata	214	2739,2	504	6501,6	488	6295,2
Platano Fruta y Burro	qq	30	596,3	30	3211,0	30	596,3

Nota: una lata: 12,88 kg.

variedad Isla 5-4, en un área de 0.45 hectáreas. En este terreno, se contabilizaron un total de 2,246 plantas de café, con una producción estimada de 120 latas de café cereza. Junto a los cafetos, se identificaron cultivos asociados como plátano, malanga y aguacate, con un buen desempeño y diversidad en estos suelos (Vázquez & Alfonso, 2013).

Componente forestal en la Finca. No. 1 (Finca de Semillas)

En 2017, el componente forestal de la finca sufrió graves daños debido a los vientos del ciclón Irma, que derribaron numerosos árboles, sumando un total de 700 m³ de madera. Actualmente, hay grandes claros en el cafetal; no obstante, la regeneración natural de caoba africana está garantizando la reforestación y, con ello, la presencia de futuros árboles.

Entre los árboles de sombra se identificaron especies forestales de alto valor maderable como *Khaya* sp. (caoba africana), *Albizia falcataria*, *Cedrela odorata* (cedro), *Gliricidia sepium* (bienvestido) y *Persea americana* (aguacate), representadas en la Tabla 4. Cabe destacar que solo cuatro árboles forestales suman un volumen total de 10.62 m³.

Las grandes dimensiones alcanzadas por *A. falcataria* evidencian la necesidad de reemplazar estas especies. Según Robaina (comunicación personal, 2018), director de la UBPC La Herradura, una de las lecciones aprendidas tras el paso del ciclón Irma fue el daño que pueden causar los árboles sobremaduros o de gran tamaño cuando caen sobre los cafetos. Asimismo, se reconocen los beneficios económicos que aporta la especie *Khaya* sp., utilizada en la fabricación de muebles de alta calidad (sillones, sillas, gaveteros, entre otros), los cuales generan altos ingresos al comercializarse.

Otros componentes del sistema de producción en la finca incluyen cultivos perennes y frutales asociados al cultivo de café (Tabla 5), los cuales contribuyen a la seguridad alimentaria sin competir con el cultivo principal. No obstante, es necesario continuar incrementando y diversificando estos cultivos tanto cuantitativa como cualitativamente, integrando otros como el ñame (*Dioscorea alata*), la malanga (*Xanthosoma sagittaeifolium*) y el chayote (N.C.), e introduciéndolos en otros campos de manera ordenada.

En la Tabla 6 se muestra el estimado de la producción de café en 2018 en un campo de la Finca de Semillas, bajo diferentes tipos de sombra. Se observa que las mayores producciones se obtuvieron bajo la sombra del bienvestido (*G. sepium*), una especie leguminosa reconocida por ser una de las mejores en esta asociación, ya que aporta nitrógeno (N) al suelo. Esta especie representa un recurso forestal multipropósito.

Producción cafetalera en 2019

En esta región central, las dos fincas tienen como producción principal el café. En 2019, la cosecha total de la finca fue de 690 latas de café cereza (8,243 kg), lo que equivale a 1,266.1 kg de café oro, obtenidos en un área de 0.43 hectáreas. Su objetivo principal es la producción de semillas.

Dada la pronunciada pendiente del terreno, se implementaron varias medidas de conservación del suelo, tales como terrazas a curvas de nivel, barreras vivas de vetiver, barreras muertas, tranques en las cárcavas y acequias en las laderas. Además, se aplicó carbonato de

Tabla 4. Medición de árboles de sombra identificados en el Campo 1 de la Finca de Semillas. UBPC La Herradura 2018.

No. Árbol	Especie	dap _{1,30} (cm)	Altura (m)	Vol. Árbol (m ³)
1	<i>Khaya</i> , sp.	39,5	17	0,7310
2	<i>Khaya</i> , sp.	34,8	18	0,6234
3	<i>Albizia falcataria</i>	72,7	26	3,9175
4	<i>Albizia falcataria</i>	86,9	25	5,3502
Total				10,62

calcio (2 t/ha) para corregir la acidez del suelo y se usaron hojas de plátano como cobertura. También se realizaron zanjas de infiltración, con un costo de establecimiento en esta área de 82,000 pesos (comunicación personal, Robaina, 2019).

Como resultado de la aplicación de la metodología para valorar el nivel de sostenibilidad alcanzado, se seleccionaron y evaluaron varios indicadores presentes en el sistema de producción actual, que se detallan a continuación.

Tabla 5. Monitoreo de la producción de Frutales en Finca de Semillas.

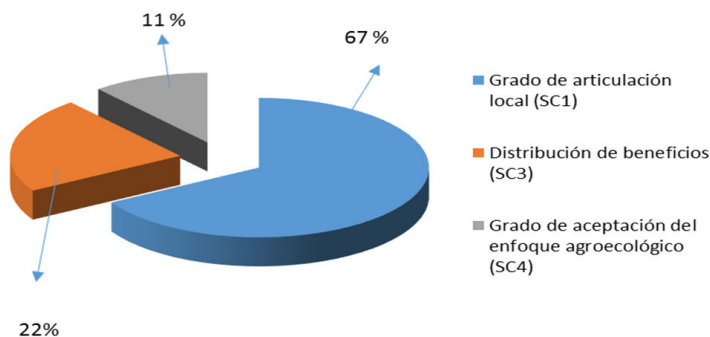
Cultivos	2018	2019	Total
	kg	kg	
Plátano (<i>Musa</i> , sp.)	368,0	460,0	828,0
Aguacate (<i>P. americana</i>)	460,0	552,0	1012,0
Naranja (<i>C. sinensis</i>)	322,0	-	322,0
Mango (<i>M. indica</i>)	-	92	92,0
Guayaba (<i>P. guajava</i>)	-	46	46,0

Tabla 6. Estimados de la producción de café cereza bajo distintos tipos de sombra, Finca semillas, 2018.

Especie forestal utilizada como sombra		Área (ha)	Prod. Café cerezas (latas)	Prod. Café cerezas (kg)
Nombre Científico	Nombre Vulgar			
<i>Gliricidia sepium</i>	Bienvestido	0.15	70	901,6
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba de Honduras	0.15	25	320,0
<i>Albizia falcataria</i>	<i>Albizia</i>	0.15	25	320,0

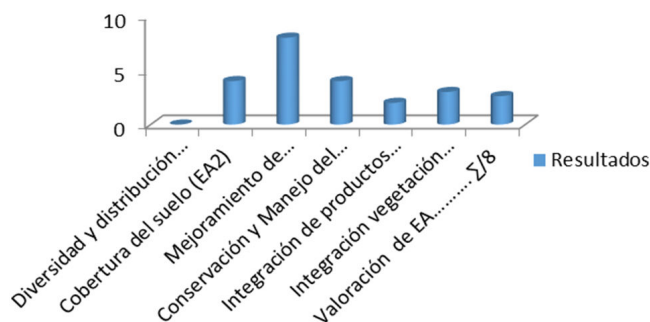
Tabla 7. Comportamiento de los indicadores de sostenibilidad evaluados en la finca cafetalera El Guayabal. La escala de puntos de los indicadores se representa del 1, 2, 3, 4.

Indicadores Socios Culturales (SC)	Resultados
Grado de articulación local (SC ₁)	6
Distribución de beneficios (SC ₃)	2
Grado de aceptación del enfoque agroecológico (SC ₄)	1
Valoración de SC... $\sum/7$	1, 28

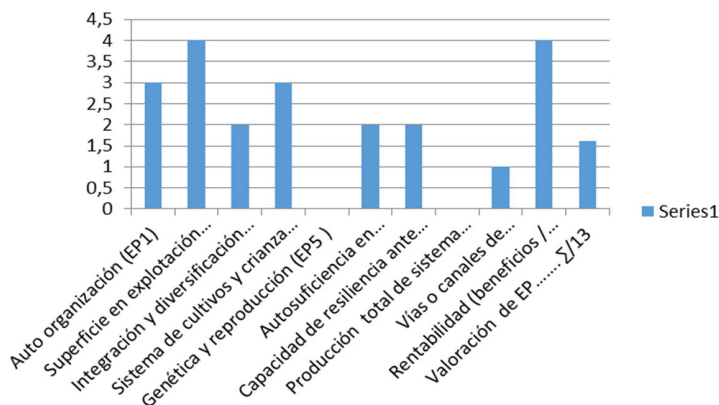


Indicadores Ecológicos Ambientales (EA)	Resultados
Diversidad y distribución de insectos beneficiosos (polinizadores + reguladores naturales de plagas). (EA ₁)	0
Cobertura del suelo (EA ₂)	4
Mejoramiento de propiedades del suelo (EA ₃)	8
Conservación y Manejo del agua (EA ₄)	4
Integración de productos ecológicos sanitarios (EA ₅)	2
Integración vegetación auxiliar (EA ₆)	3
Valoración de EA... $\Sigma/8$	2,62

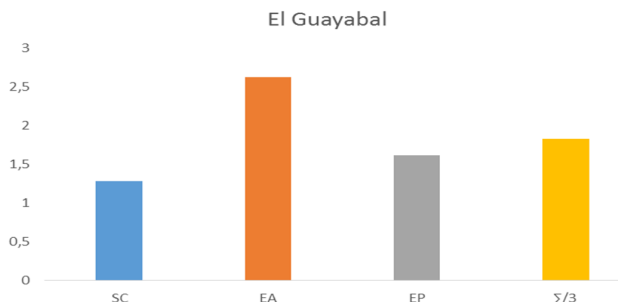
Resultados



Indicadores Económicos Productivos (EP)	Resultados
Auto organización (EP ₁)	3
Superficie en explotación (EP ₂)	4
Integración y diversificación de rubros productivos ((EP ₃)	2
Sistema de cultivos y crianza (EP ₄)	3
Genética y reproducción (EP ₅)	-
Autosuficiencia en insumos (EP ₆)	2
Capacidad de resiliencia ante eventos extremo (EP ₈)	2
Producción total de sistema (EP ₉)	-
Vías o canales de comercialización (EP ₁₀)	1
Rentabilidad (beneficios / recursos financieros) (EP ₁₁)	4
Valoración de EP... $\Sigma/13$	1,61



NS - SPA El Guayabal	SC	EA	EP	$\Sigma/3$
1,28	2,62	1,61	1,83	



Leyenda. El Valor total mínimo a alcanzar para determinar el Nivel de sostenibilidad es uno (1).

CONCLUSIONES

En el cultivo de plátano fruta, se lograron incrementos de hasta 460 kg, y en aguacate hasta 552 kg en 2019. Estos cultivos contribuyen a la seguridad alimentaria sin competir con el cultivo principal (café) y muestran una tendencia de crecimiento en la producción de frutales junto al sistema de cultivo cafetalero en la finca de Semillas.

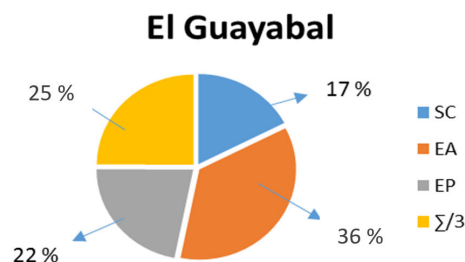
En la finca El Guayabal, el fomento y manejo de los árboles de sombra, con *Cedrela odorata* (cedro) y *Khaya* sp., proporcionaron un 40% de sombra para la variedad Robusta y un 60% para la variedad Arábica, sin afectar a los cultivos acompañantes.

Las mayores producciones de café cereza (901 kg) se obtuvieron bajo la sombra de *Gliricidia sepium*, una especie leguminosa reconocida como una de las mejores para esta asociación.

El manejo adecuado de los árboles de sombra, las medidas de conservación del suelo aplicadas y los cultivos acompañantes conforman un sistema integrado que promueve el desarrollo satisfactorio de las plantas de café, elevando los rendimientos y asegurando la estabilidad del sistema agroforestal implementado.

El nivel de sostenibilidad del sistema de producción agropecuaria (NSSPA) alcanzado en la finca cafetalera El Guayabal fue de 1.83, lo que indica una tendencia hacia la sostenibilidad productiva en el sistema agroforestal aplicado.

El comportamiento de los indicadores de sostenibilidad dentro del sistema de producción agropecuaria en transición agroecológica en la finca El Guayabal muestra resultados positivos, tendiendo hacia una percepción cognitiva y conductual favorable por parte de los productores, técnicos y directivos, así como hacia la aplicación de principios agroecológicos en beneficio del ecosistema estudiado.



La valoración integral de las producciones obtenidas y de los indicadores evaluados permitió determinar el nivel de apropiación del método empleado mediante el intercambio entre productores e investigadores. Esto sensibilizó a los productores y técnicos involucrados con el proceso de conversión agroecológica, una tecnología clave para el desarrollo actual de la agricultura cubana.

BIBLIOGRAFIA

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2000). Applying agroecological concepts to Development of ecological based pest management systems. En Professional Societies and Ecologically Based Pest Management: Proceedings of a Workshop (Council National Research, pp. 14-19). National Academies Press. Resources Board on Agriculture and Natural.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2002). Un Metodo Agroecologico Rapido para la Evaluación de la Sostenibilidad de Cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 64, 17-24. <http://www.fao.org/agroecology/database/detail/es/c/1147812/>
- Calzadilla, Z. E. (2014). Metodología para el diagnóstico de macizos montañosos: Toma de datos para la aplicación de los SAF. INAF.
- Jiménez, A., & Marta, M. (2018). Resultado 152, Proyecto 1062. Definidos y aplicados indicadores de sostenibilidad en fincas 465 y 472 de la periferia de la capital [Informe Técnico Parcial].
- Jiménez, A., Marta, M., & Hernández, J. (2020). Comportamiento y valoración preliminar de indicadores para determinar el nivel de sostenibilidad en sistema de producción agroforestal [Informe Técnico Parcial].
- Marasas, M. (2012). El camino de la transición agroecológica. Ediciones INTA.

Vázquez, L. L., & Alfonso, J. (2013). Sistema Biofincas. Proceso participativo de diagnóstico, aprendizaje e innovación para el diseño y manejo agroecológico de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria. Biodiversidad en América Latina. <http://www.biodiversidadla.org>

Vázquez, L. L., & Martínez, H. (2015). Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. Agroecología, 10(1), 33-47. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300721>