Acta Botánica Cubana

OPEN ACCESS

ISSN 2519-7754 RNPS 2402
revistasgeotech.com/index.php/abc

‖ ARTICULO DE INVESTIGACIÓN ‖

Vol. 222 (enero-diciembre 2023): https://cu-id.com/2402/v222e03

Propuesta del verificador prácticas agroecológicas como componente de un indicador de biodiversidad para evaluar el manejo sostenible de tierras

Proposal of the verifier agroecological practices as a component of a biodiversity indicator to evaluate sustainable land management

Jacqueline de los Ángeles Pérez-Camacho, *Lucia Hechavarria-Schwesinger*, *Isora Baró-Oviedo*

Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

***Correspondencia:** jacqueline@ecologia.cu*

Recibido: 13 de enero de 2023

Aceptado: 21 de marzo de 2023

***Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.*

***CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: JAPC y LHS:** conceptualización, validación, análisis formal, investigación, recursos, redacción del borrador original y revisión y edición final del documento. **IBO**: levantamiento de información en campo.*

Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons

https://cu-id.com/2402/v222e03

RESUMEN

Muchos científicos han comenzado a reconocer el papel y la importancia de la biodiversidad en el funcionamiento de los sistemas agrícolas. El manejo amigable con la biodiversidad, se ha identificado entre otros, como un indicador para evaluar estrategias que incrementen la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos en una finca agrícola. Las prácticas agroecológicas constituyen un componente importante a la hora de evaluar este bioindicador y se pueden utilizar en los programas de manejo para el aprovechamiento sostenible de recursos naturales. Este artículo, por tanto, propone varias opciones de prácticas compatibles con la conservación de la diversidad biológica, una planilla de levantamiento de esta información en campo y la metodología para evaluar la calidad de las prácticas agroecológicas que constituyen un verificador del indicador Manejo amigable con la biodiversidad en la evaluación del Manejo Sostenible de Tierras (MST) en Cuba. Se evaluaron ocho unidades productivas durante el período de diagnóstico entre los años 2018 y 2019, en las estaciones de lluvia y seca. El verificador reveló resultados entre bien y mal, lo que respondió a la poca calidad de las prácticas agroecológicas que realizan en dichas fincas. La validación de la metodología demostró que es una herramienta eficaz para evaluar la sostenibilidad de la unidad productiva.

Palabras clave: Agrobiodiversidad, sostenibilidad, unidad productiva, bioindicador

ABSTRACT

Many scientists have begun to recognize the role and importance of biodiversity in the functioning of agricultural systems. Biodiversity-friendly management has been identified, among others, as an indicator to evaluate strategies that increase biodiversity and provision of ecosystem services on an agricultural farm. Agroecological practices are an important component when evaluating this bioindicator and can be used in management programs for the sustainable use of natural resources. This article, therefore, proposes several options for practices compatible with the conservation of biological diversity, a form for collecting this information in the field and the methodology to evaluate the quality of agroecological practices that constitute a verifier of the Friendly management indicator with biodiversity in the evaluation of Sustainable Land Management (SLM) in Cuba. Eight productive units were evaluated during the diagnostic period between 2018 and 2019, in the rainy and dry seasons. The verifier revealed results between good and bad, which responded to the low quality of the agroecological practices carried out on said farms. The validation of the methodology showed that it is an effective tool to evaluate the sustainability of the productive unit.

Keywords: Agrobiodiversity, bioindicator, productive unit, sustainability

INTRODUCCIÓN

La importancia de la biodiversidad para la reconversión de los sistemas de producción agropecuaria hacia la sostenibilidad y la resiliencia, así como el valor que esta tiene para la soberanía tecnológica, energética y alimentaria de los sistemas agrarios, demanda procesos de innovación local que contribuyan a generar diseños y manejos complejos, así como metodologías para evaluarlos (Vázquez, 2013). Una de las razones más importantes para mantener y/o incrementar la biodiversidad natural, es porque esta proporciona una gran variedad de servicios ecológicos. En ecosistemas naturales, la cubierta vegetativa previene la erosión del suelo, regula el ciclo del agua, controlando inundaciones, reforzando la infiltración y reduciendo la escorrentía del agua. En sistemas agrícolas, la biodiversidad desempeña funciones que van más allá de la producción de alimentos, fibra, combustible e ingresos. Algunas de estas funciones o servicios son el reciclaje de nutrientes, el control del microclima local, la regulación de procesos hidrológicos locales, así como de la abundancia de organismos indeseables, y la eliminación de residuos químicos nocivos (Altieri, 1999). Estos procesos de renovación y servicios del ecosistema son principalmente biológicos, por lo que su persistencia depende de la conservación e incremento de la diversidad biológica.

La biodiversidad en sistemas productivos y su capacidad para generar servicios medioambientales están sujetas a una serie de amenazas antrópicas como fuegos incontrolados, contaminación por diferentes fuentes, prácticas agropastoriles/silvopastoriles inadecuadas, minería, así como amenazas naturales, entre ellas, huracanes, lluvias persistentes o extendidos períodos de sequía. El Manejo Sostenible de Tierras (MST), como indicador ambiental, establece en su Manual de Procedimientos (Urquiza *et al*., 2011), una serie de medidas prácticas necesarias y adecuadas que permitan detener o revertir estos procesos. Sin embargo, la influencia de estas prácticas o cómo ellas potencian la diversidad biológica no ha sido evaluada.

Diversas investigaciones están generando nuevas metodologías, que en la mayoría incluyen indicadores para evaluar la biodiversidad, entre otros atributos de la sostenibilidad y la resiliencia. Entre ellos tenemos: la capacidad de adaptación al cambio climático (Altieri y Nicholls, 2013), la eficiencia energética de la agrobiodiversidad, la biodiversidad como atributo de la sostenibilidad, funciones de la agrobiodiversidad, estructura del agroecosistema y diseños y manejos de la biodiversidad (Vázquez, 2013).

La agroecología provee el conocimiento y la metodología necesaria para desarrollar una agricultura que sea, por un lado, ambientalmente adecuada y, por otro lado, altamente productiva, socialmente equitativa y económicamente viable. A través de la aplicación de los principios agroecológicos, el desafío básico de la agricultura sustentable de lograr un mejor uso de los recursos internos puede ser fácilmente alcanzado, minimizando el uso de insumos externos y generando los recursos internos más eficientemente, a través de las estrategias de diversificación que aumenten los sinergismos entre los componentes claves del agroecosistema (Altieri, 1999; 2001).

En la actualidad el agroecosistema se diseña de forma tal, que imite la estructura y función de los ecosistemas naturales locales; esto es, un sistema con una alta diversidad de especies y un suelo biológicamente activo, que promueva el control natural de plagas, el reciclaje de nutrientes y una alta cobertura del suelo para prevenir las pérdidas de recursos edáficos (Nicholl y Altieri, 2002). Un elemento clave para determinar la sostenibilidad de una finca es definir las prácticas agroecológicas para prevenir las pérdidas de recursos edáficos (especialmente la agricultura, ganadería y café), en términos ecológicos y productivos; contribuyendo así a estabilizar y reducir los procesos de cambio en el paisaje antropogénico y proporcionando beneficios sociales en las comunidades locales (Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA, 2004). Por lo tanto, se requiere para mejorar el diseño de estos agroecosistemas, la aplicación de una combinación de prácticas agroecológicas que incrementen el número de hábitats y por ende la biodiversidad en estos sistemas.

Un indicador o verificador es una variable, seleccionada y cuantificada que permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable (Sarandón, 2002). De ahí la importancia del diseño de bioindicadores que constituyan una herramienta para diagnosticar y monitorear la tendencia de la biodiversidad en sistemas productivos. Para evaluar el Manejo Sostenible de Tierras se pone de manifiesto la necesidad de precisar indicadores que inicialmente cuantifiquen y/o cualifiquen la condición original de degradación, y que posteriormente den respuesta de

las acciones acometidas para revertir la degradación inicial y expresen la evolución del área a partir de un plan de manejo sugerido (Urquiza *et al*., 2011). Por tal razón, el objetivo de este trabajo fue proponer un verificador con criterios que evalúen las prácticas agroecológicas amigables con la conservación de la Biodiversidad en áreas de Manejo Sostenible de Tierras (MST). Para lograrlo, se propusieron una planilla de levantamiento de la información en campo y una metodología para la evaluación de la calidad de las prácticas. El estudio también incluyó la validación del verificador Cantidad y calidad de prácticas agroecológicas, en diferentes unidades productivas bajo MST.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreas y sitios de intervención

El verificador Cantidad y calidad de prácticas agroecológicas se validó en tres áreas de intervención del Programa de Asociación de País CPP-OP15 sobre Manejo Sostenible de Tierras (MST): 1) Llanura Sur de Pinar del Río; 2) Llanura Habana-Matanzas y 3) Llanura Sur de Guantánamo. Se describen a continuación las unidades productivas (UP) por áreas y sitios de intervención.

Área Llanura sur de Pinar del Río

1. Finca "Manolo": Sitio demostrativo MST, perteneciente a la CCS Raúl Gómez García del Municipio Sandino, Pinar del Río.

La finca cuenta con un área de 13.42 ha. Principalmente de uso agrícola y manejo de agricultura convencional, y con el cultivo principal del tabaco. El suelo es de muy baja fertilidad, con valores muy bajos en el contenido de materia orgánica, muy baja capacidad de intercambio catiónico, ácidos, una pedregosidad alta de 4-15% y rocosidad entre el 11-25%, que dificultan las labores agrotécnicas. A estas limitantes productivas se suma la salinidad de las fuentes de abasto de agua para el riego.

2. CPA "Roberto Amarán": Sitio demostrativo MST en el Municipio Pinar del Río, de uso agroforestal y cultivos varios.

La CPA está formada por 32 fincas y un área total de 201.56 ha, cuyos usos principales responden a las actividades forestal, frutales y cultivos varios. También dentro de estas fincas existen algunas áreas destinadas a la ganadería.

3. Finca "Cascajales": Sitio MST de réplica, perteneciente a la CCS Lenin del Municipio Consolación del Sur, de uso forestal.

La finca cuenta con un área de 5.25 ha y de uso forestal fundamentalmente. El área forestal estudiada corresponde a una plantación mixta o área boscosa de más de 15 años de establecida, con adecuada cobertura a partir de la hojarasca del sistema y con cierto grado de pendiente.

4. Finca "Tierra Brava": Sitio MST de réplica, perteneciente a la CCS Niceto Pérez del Municipio Los Palacios, de uso agroforestal, fundamentalmente frutales.

La finca cuenta con una extensión de 22.0 ha. Los sitios estudiados dentro de la finca estuvieron bajo plantación de mango y guanábana, con pastoreo de ganado menor ovino-caprino, crecimiento espontáneo de gramíneas arvenses y uso del arrope, todo lo cual proporcionó cobertura al suelo.

5. Finca "Pilón": Sitio demostrativo MST, perteneciente a la CPA Jesús Suárez Soca del Municipio Consolación del Sur, de uso agrícola y cuyo cultivo principal es el tabaco.

La finca cuenta con un área total de 623 ha, de la cual 81.5% es agrícola y el resto está ocupada por áreas forestales, cuerpos de agua y construcciones. Al cultivo del tabaco se le dedican 226 ha, que representa 33.1% del área cultivada. Otros cultivos de importancia son frutales, cítricos, cultivos varios y arroz.

Área Llanura Habana-Matanzas

6. Empresa Agropecuaria "Güira de Melena" (EAP), Artemisa: Sitio demostrativo MST, perteneciente a la CCS Vietnam Heroico, ubicada al sur del Municipio Güira de Melena.

La empresa cuenta con un área total de 13.42 ha, de las cuales solo 10 ha son cultivables y dedicada completamente a cultivos varios. El suelo es Ferralítico rojo con gran cantidad de piedras, lo que dificulta el laboreo mecánico. El riego aplicado es por aniego y las prácticas utilizadas son mayormente de agricultura convencional.

7. Finca "Arocha": Sitio demostrativo MST, de la Comunidad Regante de Güines, de uso cultivos varios y frutales.

Esta finca tiene una extensión de 13.54 ha, de la cual gran parte se destina al cultivo de las flores (gladiolos, margaritas y claveles); aunque también existe otra área bajo siembra de varios cultivos como tomate, col, plátano y frutales.

Área Llanura sur de Guantánamo

8. UBPC "Eliomar Noa": Sitio demostrativo MST, de la localidad Los Cerezos en el Municipio Imías, de uso agroforestal (frutales), cultivos varios y pastizales.

Esta finca se ubica entre la Sierra del Purial y la costa sur, en el Municipio Imías. Extensión total de 1772 ha, de las cuales el 30% es llano y 70% montañoso, dedicada fundamentalmente a la producción agropecuaria. Del área total, 26.84 ha están dedicadas a la producción de viandas, hortalizas y frutales. El resto presenta vegetación muy escasa y pequeñas áreas de pastos y forrajes.

Metodología para la confección de la ficha técnica del verificador

Como primer paso en la confección e identificación del verificador se confeccionó una ficha técnica, para lo cual se siguió los criterios del Manual de Objetivos, Indicadores y Protocolos del Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (SINAC, 2007), y se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: (1) Denominación del verificador: nombre del verificador; (2) Objetivo del verificador: qué cambio refleja su evaluación o monitoreo, que en nuestro caso sería identificar las prácticas agroecológicas que promuevan la conservación de la Biodiversidad; (3) Ámbito de aplicación: escala a la que responde en área de estudio; (4) Aplicabilidad: si la respuesta es inmediata, o sirve como prueba o es complementaria a otro verificador; (5) Tipo de verificador: de resultado, de proceso o gestión o de insumo para evaluar otro verificador; (6) Metodología: corresponde con la Figura 1, Tabla 1 y 2; (7) Periodicidad de evaluación: Determinación del tiempo efectivo para la evaluación del verificador, que debe ser una vez al año; (8) Línea base: estudios previos realizados en los sitios (información bibliográfica, diagnósticos, planes de manejo, entre otros), y (9) Observaciones: cualquier nota de relevancia con respecto al verificador en cuestión.

Diseño y escala de evaluación del verificador cantidad y calidad de prácticas agroecológicas

Se identificaron las prácticas agroecológicas que contribuyen con la conservación de la Diversidad Biológica y con la sustentabilidad agroecológica de una finca, las cuales están en consonancia con las prácticas de MST (Urquiza *et al.* 2011); y también están enfocadas en cómo soportan y promueven la biodiversidad. Estos aspectos constituyeron los principales aportes de este trabajo, a través de una búsqueda exhaustiva de literatura al respecto (Calzadilla *et al*., 1990; Chará *et al*., 2007; Moreno *et al*., 2008; Murgueitio *et al*., 2011). Las prácticas agroecológicas a su vez se dividieron de acuerdo a un objeto de conservación, es decir, en función de los recursos a conservar en los sistemas productivos (por ejemplo: suelo, agua, biodiversidad, entre otros), y teniendo en cuenta la forma en que los agroecosistemas pueden ser manejados para asegurar o incrementar la provisión de servicios ecosistémicos, descritos a continuación:

Objetivo 1. Conservación de la Vegetación.

1) Reforestación con especies nativas (incluyendo las franjas hidrorreguladoras)

2) Sistemas agroforestales: combinación de cultivos y especies maderables o frutales

3) Sistemas silvopastoriles

4) Cortinas rompe vientos estratificadas

5) Cercas vivas

6) Sombra diversificada del café y cacao

7) Regeneración natural asistida

Objetivo 2. Conservación del suelo.

8) Diversificación de cultivos (policultivos)

9) Ciclaje de nutrientes (utilización de los desechos)

10) Aplicación de materia orgánica al suelo (Compost, hojarascas, rastrojos, estiércol animal, humus de lombriz, etc.)

11) Cultivo de cobertura

12) Barreras vivas

13) Barreras muertas

14) Agricultura de conservación (labranza mínima)

15) Cultivos en Terrazas con trazados de curvas a nivel para la siembra en suelos con pendientes

16) Rotación de cultivos

Objetivo 3. Utilización óptima de la energía

17) Utilización de energías limpias y renovables (Biogás, molinos de viento, etc.)

Objetivo 4. Utilización eficiente del agua

18) Cosecha de aguas lluvias

19) Riego por goteo o aspersión

Objetivo 5. Protección contra incendio

20) Construcción y mantenimiento de trochas corta fuegos

21) Siembra de fajas verdes

Objetivo 6. Reducción de la contaminación

22) Utilización de biofertilizantes en sustitución de fertilizantes químicos.

La información compilada sobre las prácticas agroecológicas se organizó en una planilla, confeccionada como un formulario guiado y sencillo. Esta planilla quedó diseñada para facilitar el levantamiento de la información en campo, donde se registran las prácticas que se están usando y la calidad con que se implementa, en cada una de las unidades productivas a evaluarse, con una periodicidad de evaluación anual (Fig. 1).

Cabe destacar que para este verificador no solo es importante la cantidad de prácticas agroecológicas que se implementan en la finca, sino también la calidad de las mismas. Para este análisis, se diseñó según la práctica, una propuesta de escala de evaluación de la calidad de las mismas basadas en el diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de los elementos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria y teniendo en cuenta la metodología sobre la sustentabilidad en agroecosistemas de Sarandon y Flores (2009). Se tomaron algunas prácticas propuestas por Vázquez (2013) señaladas con asterisco en la Tabla 1, pero se propusieron modificaciones para su evaluación.

La elección de las categorías de análisis y de los distintos niveles de evaluación de la calidad de las prácticas MST implementadas en las fincas, se realizó en función de una fundamentación teórica y en un correcto conocimiento sobre el funcionamiento del sistema en cuestión. Se eligieron considerando que fueran fáciles de obtener, de interpretar y que brindaran la información necesaria. Para su descripción se tuvieron en cuenta algunos criterios, entre ellos: que la categoría refleje modificación en un plazo relativamente corto con diferentes prácticas de manejo, que no tuvieran gran variabilidad natural en el corto plazo, es decir, no deben tener grandes fluctuaciones durante el período de análisis, fácil recolección y uso, interpretación sencilla, o sea, que la lectura del valor en que se expresa indique rápidamente una idea de lo que está pasando. Se consideró que la forma más sencilla de evaluar es mediante la construcción de escalas, donde la categoría más pequeña es la menos sustentable y la mayor la más sustentable, y donde se concibe el valor más alto de esta escala como el nivel óptimo de calidad (Sarandon y Flores, 2009). Según estos autores, una finca es sustentable si en los agroecosistemas existen valores iguales o superiores a dos para los indicadores o verificadores evaluados.

Escala general de evaluación del verificador

Se establece a partir de los valores o el puntaje total del verificador. A partir de la cantidad de prácticas agroecológicas con calidad que ejecuta la finca, se diseñaron diferentes clases o categorías teniendo en cuenta un rango de valores otorgado a cada categoría (Tabla 2).

Muestreo

El levantamiento de la información se realizó a través de encuestas a los finqueros para completar la planilla (Fig. 1) y la observación en campo. Durante la etapa de diagnóstico a las diferentes fincas MST, se contemplaron las dos épocas del año de los períodos lluviosos y poco lluviosos de los años 2018 y 2019. Se recolectaron las plantas que no pudieron identificarse en campo y se determinaron por las colecciones del Herbario HAC "Onaney Muñiz".

RESULTADOS

Resultado del verificador en los sitios y áreas de intervención bajo MST

Se observó un comportamiento diferente entre las unidades de producción (Tabla 3). La mayoría de las fincas estudiadas fueron categorizadas de Mal según la escala propuesta, y solo dos fincas se valoraron de

Figura 1. Planilla de campo para el registro de cantidad de prácticas de Manejo Sostenible de Tierras que promueven la Diversidad Biológica en la unidad productiva.

Figure 1. Field form for recording the quantity and quality of Sustainable Land Management practices that promote Biological Diversity in the productive unit.

Nombre de la Unidad productiva:		
Vocación de la Unidad productiva:		
Fecha:		
	Prácticas Agroecológicas	**Marca (X)**
1	**Reforestación con especies nativas (incluyendo las franjas hidrorreguladoras)**	
	Especies de plantas utilizadas:	
2	**Sistemas agroforestales (combinación de cultivos y especies maderables o frutales)**	
	Tipo de cultivo:	
	Especies forestales utilizadas:	
3	**Sistemas silvopastoriles**	
	Tipo de ganado:	
	Especies de plantas utilizadas:	
4	**Cortinas rompevientos estratificadas**	
	Cantidad de estratos:	
	Especies utilizadas en cada estrato:	
	Estrato 1	
	Estrato 2	
	Estrato 3	
5	**Cercas vivas**	
	De un solo estrato	
	De múltiples estratos	
	Especies utilizadas:	
6	**Sombra diversificada del café y cacao**	
	Especies utilizadas:	
7	**Regeneración natural asistida**	
	Especies utilizadas:	
8	**Ciclaje de nutrientes**	
	Porcentaje de materia prima que aplica con respecto al total que genera la finca:	
9	**Aplicación de materia orgánica al suelo (Compost, hojarascas, rastrojos, estiércol animal, humus de lombriz, etc.)**	
	Tipo de materia orgánica utilizada:	
	Porcentaje de materia orgánica que aplica con respecto al total que genera la finca:	
10	**Cultivo de coberturas**	
	Especies utilizadas:	
11	**Barreras vivas**	
	De un solo estrato	
	De estratos múltiples	
	Barreras laterales (superficie)	
	Barreras intercaladas (superficie)	
	Especies utilizadas:	

12	**Barreras muertas (tipo)**	
	Piedras	
	Troncos	
	Rastrojos	
	Otras:	
13	**Agricultura de conservación (labranza mínima)**	
	Superficie (ha) de siembra con laboreo mínimo	
	Superficie (ha) de siembra sin laboreo mínimo	
14	**Diversificación de cultivos (policultivos)**	
	Combinación de cultivos que utiliza	
15	**Cultivos en Terrazas con trazados de curvas a nivel para la siembra en suelos con pendientes**	
	Superficie (%) con respecto al total del área de la pendiente	
16	**Rotación de cultivos**	
	Rotación con diseño	
	Aspectos que tiene en cuenta	
	Rotación sin diseño	
	Aspectos que tiene en cuenta	
17	**Utilización de energías limpias y renovables (Biogás, molinos de viento, lagunas de oxidación, paneles solares, etc.)**	
	Tipo:	
18	**Cosecha de aguas lluvias (Tipo y cantidad)**	
	Cosecha de las aguas de escorrentía en lagunas	
	Cosecha de las aguas de escorrentía en canales	
	Cosecha de agua a través de estructuras en techos de viviendas	
	Otros:	
19	**Sistema de riego (Tipo)**	
	Riego por goteo o aspersión	
	Riego por gravedad o aniego	
	Otros:	
20	**Construcción de trochas corta fuegos**	
	Superficie (%) con respecto al área total de la finca con trochas cortafuegos	
21	**Siembra de fajas verdes (Especies que utiliza)**	
	Especies siempreverdes:	
	Especies semicaducifolias:	
	Especies caducifolias:	
22	**Utilización de biofertilizantes en sustitución de fertilizantes químicos (Tipo)**	
	Hongos micorrícicos	
	Bacterias	
	Abonos verdes	
	Otros	
23	**Otras Prácticas**	
Total		

Tabla 1. Escalas para la evaluación de la calidad de las prácticas de Manejo Sostenible de Tierras. El número de la práctica se corresponde con el número en la Figura 1.

Table 1. Scales proposed for the evaluation of the quality of the Sustainable Land Management SLM practices. The practice number corresponds to the number in the Figure 1.

Práctica	Escala de puntuación de calidad
1	1: Menos de 10% especies vegetales nativas o ninguna; 2: entre el 49% y 10% con especies nativas; 3: menos o igual al 50% endémicos, amenazadas y focales; 4: más del 50% con especies nativas representadas por endémicos, amenazadas
2	1: Dos especies integradas; 2: tres especies integradas; 3: cuatro especies integradas; 4: más de cuatro especies integradas*
3	1: Una o dos especies vegetales integradas; 2: tres especies integradas; 3: cuatro especies-integradas; 4: más de cuatro especies integradas*
4	1: Un solo estrato arbóreo con especies nativas; 2: dos estratos arbóreos con especies nativas; 3: dos estratos con especies arbóreas nativas y una arbustiva; 4: más de dos estratos con más de dos especies arbóreas nativas y arbustivas
5	1: Entre una y dos especies arbóreas autóctonas integradas; 2: una especie arbórea + una y dos especies arbustivas; 3: una especie arbórea + dos especies arbustivas + una o dos especies herbáceas; 4: más de tres especies arbustivas o arbóreas*
6	1: Sombra diversificada con especies exóticas; 2: sombra diversificada con especies nativas y exóticas (50% de cada una); 3: sombra diversificada con dos o tres especies nativas; 4: sombra diversificada con más de cuatro especies nativas incluyendo frutales
7	1: Con solo especies exóticas; 2: >50% de especies exóticas que nativas; 3: >50% de especies nativas que exóticas; 4: 100% de especies nativas
8	1: Cuando incorpora un 25% de materia prima; 2: cuando incorpora un 50%; 3: cuando incorpora más del 75%
9	1: Cuando incorpora un 25% de materia prima; 2: cuando incorpora un 50%; 3: cuando incorpora más del 75%
10	1: Solo una especie; 2: cuando incorpora dos tipos de cultivo; 3: cuando incorpora tres tipos; 4: cuando incorpora más de tres tipos
11	Por especie: 1: Una especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: más de tres especies Por superficie: 1: Menos 25% campo; 2: 26-50% campo; 3: 51-75% campo; 4: más 75% campo*
12	1: Utiliza un tipo de barrera; 2: intercala diferentes tipos de barreras
13	1: Menos del 20% de superficie con respecto al área total de siembra; 2: entre el 20 y 30%; 3: entre el 30-50%; 4: más del 50%*
14	1: Dos especies asociadas o intercaladas; 2: tres especies asociadas o intercaladas; 3: cuatro especies asociadas e intercaladas; 4: más de cuatro especies asociadas e intercaladas*
15	1: Cultivo sin combinar con otras técnicas; 2: Cultivo combinado con otras técnicas (suelo cubierto, barreras vivas y muertas, entre otros)
16	1: Rota e intercala sin diseño; 2: Rota e intercala según demandas del suelo (propiedades); 3: Rota e intercala con diseño considera el 2 y una reducción de malezas; 4: Rota e intercala considerando diferentes propósitos (suelo, malezas, plagas y enfermedades)*
17	1: Utiliza un solo tipo de energía; 2: utiliza más de un tipo de energía
18	1: Aprovecha menos del 50% de agua; 2: aprovecha más del 50% de agua cosechada
19	1: Gravedad o aniego; 2: aspersores; 3: microaspersores; 4: goteo (localizado)
20	1: Menos del 50% del área con necesidad de trocha; 2: el 50% del área con necesidad de trocha; 3: del 50 al 80% del área con necesidad de trocha; 4: más del 80% del área con necesidad de trocha
21	1: Utiliza solo especies que pierden las hojas en una época del año (caducifolias); 2: utiliza solo especies que no pierden las hojas (siempreverdes)
22	1: Utiliza un tipo de biofertilizante; 2: utiliza dos o más tipo de biofertilizantes

Tabla 2. Escala de evaluación del verificador (cantidad y calidad de prácticas de manejo Sostenible de Tierras que promueven la diversidad biológica en la unidad productiva).

Table 2. Verifier evaluation scale (quantity and quality of Sustainable Land Management practices that promote biological diversity in the productive unit).

Escala Verificador	Clasificador	Clases
Utiliza 10 o más prácticas agroecológicas con calidad	Muy Bien	4
Utiliza al menos 8 prácticas agroecológicas con calidad	Bien	3
Utiliza de 5 a 7 prácticas agroecológicas con calidad	Regular	2
Utiliza menos de 5 o ninguna practica agroecológica con calidad	Mal	1

Bien y una de Regular, estas fincas fueron la CPA "Roberto Amarán" y "Tierra Brava". Por lo general, las prácticas que más contribuyeron a la sustentabilidad con una adecuada calidad, se identificaron con los objetivos de conservación de la vegetación y suelo.

La calidad de las prácticas agroecológicas fueron determinantes para la evaluación del verificador propuesto. El aplicar más prácticas, no indicó que la finca fuera más sustentable. La Finca Cascajales es la que realizó mayor cantidad de prácticas (19) y solo cinco de ellas con calidad, lo que le proporcionó una evaluación de Regular, mientras que Tierra Brava estableció menos prácticas (10) pero casi todas con calidad, lo que determinó una evaluación de Bien. El caso de la finca Manolo que aplicaron aún más prácticas que Tierra Brava, al solo realizar tres con calidad, le dio una valoración de Mal (Tabla 4). Este verificador es importante para poder categorizar una unidad de producción en MST.

Para una mejor interpretación de la aplicación práctica del verificador, se representaron gráficamente los resultados obtenidos respecto a los objetivos de conservación de la vegetación (Fig. 2) y suelo (Fig. 3) en cuatro unidades productivas. Se observaron dos unidades evaluadas de Bien, que fueron las fincas Roberto Amarán y Tierra Brava (Fig. 2AB y Fig. 3AB); y dos de Mal, que fueron las fincas Pilón y Arocha (Fig. 2CD y Fig. 3CD). El resultado indicó que, a mayor área sombreada, como se observó para las fincas Roberto Amarán y Tierra Brava, las fincas fueron más sustentables ecológicamente, ya que sus prácticas presentaron calidad a la hora de implementarlas y alcanzaron valores por encima de dos.

DISCUSIÓN

Los resultados evidenciaron un comportamiento diferente entre las unidades productivas. Según Sarandón y Flores (2009), una finca es sustentable si en sus agroecosistemas existen valores iguales o superiores a dos para los indicadores evaluados. Si se tiene en cuenta este criterio, las UP Roberto Amarán y Tierra Brava, se destacan con una mejor valoración o un resultado más óptimo con respecto al resto. Dichas unidades de producción presentaron mayor base agroecológica, mayor diversificación de prácticas. En la UP Roberto Amarán, se han adoptado prácticas agroecológicas que apoyaron el manejo y conservación del suelo, ya que utilizaron 18 prácticas productivas, de las cuales ocho se realizaron con calidad: sistemas agroforestales combinando cultivos y especies maderables o frutales, incluyendo los silvopastoriles. El establecimiento de este tipo de práctica, ha demostrado que la leche y la producción de carne aumenta entre un 10 y un 15% en pastos con alta cobertura de árboles en comparación con aquellos con baja cobertura o sin árboles (Murgueitio, 2003). Esto se atribuye a los efectos de sombra, lo que reduce el estrés de calor, especialmente en las zonas tropicales. La reducción de la producción de pastos debido al efecto de la sombra sobre los pastos se compensa en cierta medida cuando la cubierta forestal no excede más del 30% de la superficie. Un nivel óptimo puede estar alrededor de 20% (Calzadilla *et al*., 1990). La sombra del árbol se puede regular mediante la gestión de la densidad de árboles y la realización de la poda y desmoche, dependiendo del tipo y tamaño de los árboles, la altura, el ancho, la opacidad y la forma de sus copas.

También en la Roberto Amarán lograron una alta superficie en diseños, mediante policultivos, con más de cuatro especies de cultivos y frutales; entre las viandas, cultivan plátano, malanga, yuca y boniato; granos (fríjol y maíz); hortalizas (tomate); pastos naturales; frutales (guayaba, fruta bomba, mamey colorado, coco, aguacate, mango, chirimoya, cítricos), asociados e intercalados. Además, incluyeron las barreras vivas

Tabla 3. Evaluación de la calidad en las prácticas agroecológicas implementadas por las unidades de producción estudiadas, según la escala propuesta en la Tabla 1. NA (No aplicable). CPA "Roberto Amarán" (AMA), Finca "Cascajales" (CAS), Finca "Pilón" (PIL), Finca "Tierra Brava" (BRA), Finca "Manolo" (MAN), EPA "Güira de Melena" (GÜI), Finca "Arocha" (ARO), UBPC "Eliomar Noa" (EN).

Table 3. Evaluation of the quality of the agroecological practices implemented by the production units studied, according to the scale proposed in the Table 1. NA (Not applicable). CPA "Roberto Amarán" (AMA), Finca "Cascajales" (CAS), Finca "Pilón" (PIL), Finca "Tierra Brava" (BRA), Finca "Manolo" (MAN), EPA "Güira de Melena" (GÜI), Finca "Arocha" (ARO), UBPC "Eliomar Noa" (EN).

Unidad Productiva	**AMA**	**CAS**	**PIL**	**BRA**	**MAN**	**GÜI**	**ARO**	**EN**
Práctica	**Escala de evaluación**							
Reforestación con especies nativas	1	1	0	1	1	1	0	1
Sistemas agroforestales	4	1	0	1	0	0	0	0
Sistemas silvopastoriles	1	1	0	1	0	4	0	0
Cortinas rompevientos estratificadas	1	3	0	4	0	2	0	0
Cercas vivas	0	0	1	0	1	0	1	1
Sombra diversificada del café y cacao	NA	NA	NA	0	0	3	0	NA
Regeneración natural asistida	0	4	0	3	0	1	0	0
Ciclaje de nutrientes	1	1	2	0	0	3	0	1
Aplicación de materia orgánica al suelo	4	2	3	4	4	1	2	3
Cultivo de coberturas	1	0	0	1	1	1	0	1
Barreras vivas	4	1	1	1	1	1	0	0
Barreras muertas	1	2	2	0	0	0	0	2
Agricultura de conservación (labranza mínima)	4	0	0	4	4	0	0	0
Diversificación de cultivos (policultivos)	4	1	1	3	4	0	0	0
Cultivos en Terrazas con trazados de curvas a nivel	1	1	0	0	1	1	0	0
Rotación de cultivos	4	0	1	0	2	1	1	1
Utilización de energías limpias y renovables	0	0	0	1	1	0	0	0
Cosecha de aguas lluvias	2	2	2	2	0	0	0	0
Sistema de riego	1	1	1	0	0	1	1	1
Construcción de trochas corta fuegos	NA	0	0	4	0	0	0	2
Fajas verdes	NA	0	0	0	0	2	0	0
Utilización de biofertilizantes	2	1	0	2	0	2	0	2

con tres especies (las llamadas *king grass*, gramínea perenne) con doble propósito, vetiver, caña de azúcar, hierba de elefante, incorporándolas en más del 75% de la superficie del área.

Las dos unidades de producción evaluadas de Bien (Roberto Amarán y Tierra Brava), utilizaron más de tres tipos de fuentes de materia orgánica (hojarasca, residuos de tabaco, residuales de frutales para compost), de las cuales producen lombricompost. La adición de materia orgánica basada en abonos verdes, hojarascas, rastrojos, estiércol animal, humus de lombriz, entre otros, es una estrategia clave para mejorar la calidad del suelo, ya que aumenta la cobertura y mejora la capacidad de retención del agua (Weil y Magdoff, 2004). También puede contribuir a aumentar las redes tróficas de micorrizas (Garg y Chandel, 2010), y el desarrollo de una amplia variedad y cantidad de microorganismos descomponedores y procesadores de materia orgánica (Cabrera, 2012; Cabrera *et al*., 2011). En la finca Tierra Brava se desarrolló la agricultura de secano al no contar con fuentes de agua permanente que permita el riego de los cultivos, de ahí que se practicó la cosecha del agua, tanto en esta finca como en la Roberto Amarán, que además utilizaron herramientas de labranza de conservación. La captación de las aguas de lluvias es una alternativa eficaz para la conservación de suelos y aguas.

Tabla 4. Evaluación de cantidad y calidad de prácticas agroecológicas que se implementan en los sitios de estudio MST CPP-OP15. El número dentro del paréntesis corresponde a la clase.

Table 4. Evaluation of quantity and quality of agroecological practices that are implemented in the study sites MST CPP-OP15. The number inside the parentheses corresponds to the class.

Unidad productiva	Prácticas agroecológicas implementadas	Prácticas agroecológicas con calidad	Evaluación del verificador
Llanura Sur de Pinar del Río			
CPA "Roberto Amarán"	18	8	Bien (3)
Finca "Cascajales"	19	5	Regular (2)
Finca "Pilón"	10	3	Mal (1)
Finca "Tierra Brava"	10	8	Bien (3)
Finca "Manolo"	13	3	Mal (1)
Llanura Habana-Matanzas			
EPA "Güira de Melena"	14	4	Mal (1)
Finca "Arocha"	4	0	Mal (1)
Llanura Sur de Guantánamo			
UBPC "Eliomar Noa"	10	3	Mal (1)

Aplicando los métodos de captación de lluvias se garantiza la confiabilidad de la producción agrícola y se mitigan los efectos de los eventos extremos (FAO, 2013). Por otra parte, las unidades mantienen la estrategia de integrar alternativas biológicas como biofertilizantes (tabaquina, rhizobium, risofot, trichoderma, fitomat, turisabe, entre los más utilizados), para ir optimizando paulatinamente el uso de los productos químicos degradativos, hasta que las poblaciones de organismos nocivos se reduzcan a niveles tolerables económicamente, lo que se considera una práctica de conservación de la biodiversidad.

La combinación de plantas forrajeras con árboles en el potrero generan una serie de beneficios ecosistémicos, incluyendo el aumento de la infiltración de agua en el suelo, y en consecuencia una menor escorrentía transversal de la superficie y la disminución de la erosión del suelo, el reciclaje de nutrientes de capas profundas del suelo debido a la capacidad de absorción de las raíces, aumentan la diversidad biológica (plantas nativas y fauna menor asociada), hacen más eficiente el secuestro de carbono y mejoran los ciclos de nutrientes del suelo (Núñez, 2000). La UP Roberto Amarán presentó un buen desempeño en cuanto a la conservación de la vegetación, asocia especies nativas maderables *Taliparitti elatum* (Sw.) Fryxel (majagua), *Cedrela odorata* L. (cedro), *Calophyllum antillanum* Britton (ocuje), *Pinus caribaea* Morelet (pino macho), *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. (caoba) y *Guazuma ulmifolia* Lam. (guásima), además de frutales y pastos junto con ganado bovino, ovino y caprino. De esta manera, se contribuyó a disminuir los impactos negativos asociados a la actividad ganadera con monocultivos forrajeros, como la erosión, compactación del suelo y contaminación hídrica por herbicidas y fertilizantes sintéticos. Además, promueven la multiplicación de la fauna (micro, meso y macro) del suelo, indispensables para la descomposición de materia orgánica a formas asimilables para las plantas (Moreno *et al.*, 2008).

La UP Tierra Brava aplicó tanto medidas que contribuyeron a la conservación de la vegetación como del suelo, el diseño de las cortinas rompevientos en dos estratos, el primero con especies arbustivas y el segundo con árboles frutales y maderables nativos, que a su vez le sirvieron de cercas vivas. Las cercas vivas multicapas presentan una mayor riqueza y abundancia de especies de aves y mariposas que las vallas simples (Golberg *et al*., 2003). La vegetación en los márgenes de los campos, pueden funcionar como reservorios de enemigos naturales de plagas (Van Emden, l965). Muchos estudios han demostrado movimientos de artrópodos benéficos desde los márgenes hacia el cultivo, y se ha observado un mayor control biológico en las hileras de cultivos cerca de los márgenes, que en el centro de las plantaciones (Pickett y Bugg, 1998; Thies y Tscharntke, 1999).

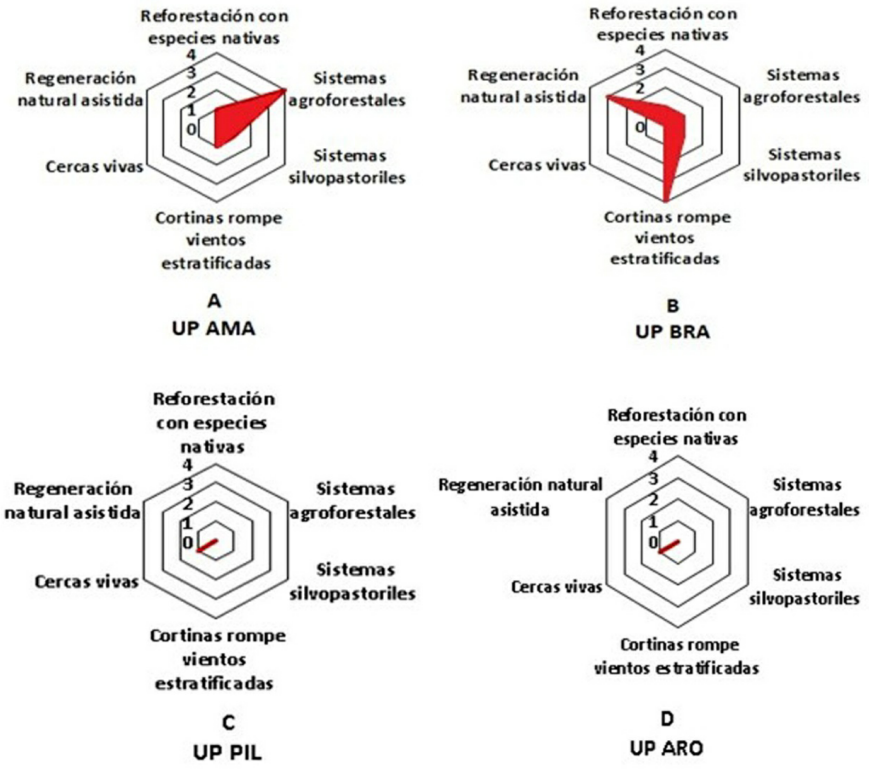


Figura 2. Prácticas agroecológicas como indicadores de sustentabilidad en función del objetivo de conservación de la vegetación (UP (unidad productiva). AMA: CAP Roberto Amarán, Pinar del Río; BRA: Finca Tierra Brava, Pinar del Río; PIL: Finca el Pilón, CPA "Jesús Suárez Soca", Pinar del Río; ARO: Finca Arocha, CCS 17 de mayo, Mayabeque.

Figure 2. Environmental indicators for the objective of Forest Conservation. UP (production unit). AMA: CAP Roberto Amarán, Pinar del Río; BRA: Finca Tierra Brava, Pinar del Río; PIL: Finca el Pilón, CPA "Jesús Suárez Soca", Pinar del Río; ARO: Finca Arocha, CCS 17 de mayo, Mayabeque.

La UP Pilón por su parte, utilizó 10 prácticas agroecológicas, pero solo tres de ellas presentaron calidad. Se observó que esta unidad manifestó mejor desempeño en prácticas por el objetivo de conservación de suelo; sin embargo, la calificación general del verificador para esta finca fue de Mal. Respecto al suelo, como prácticas correspondientes al ciclaje de nutrientes, utilizaron paja de arroz, bejuco boniato y otros restos de cosechas, y como materia orgánica para la fertilidad del suelo y los cultivos utilizan humus de lombriz, gallinaza y rastrojos. Para las barreras muertas intercalaron troncos de árboles y rastrojos, además, hizo un buen uso del agua de lluvia mediante su captación en techos de viviendas, tranques y canales. Se conoce que la cantidad de agua que se puede recolectar está en función del área de techo del que se disponga para la captación (Colectivo de autores, 1997). La diversificación de cultivos la realizó con plátano-boniato y frijol-maíz, pero sin un diseño del sistema de rotación de cultivos. Esta práctica sirve para ofrecer una "dieta" variada a los microorganismos del suelo, a medida que los cultivos enraízan a diferentes profundidades del suelo son capaces de explorar diferentes capas en búsqueda de nutrientes (Pérez y Gardey, 2014). Además, evitan el aumento de plagas, malezas o enfermedades y conduce a una extracción más equilibrada de los nutrientes del suelo (Nicholl y Altieri, 2013). En cuanto a la conservación de la vegetación, solo aplicaron cercas vivas de un solo estrato arbóreo. La cantidad de prácticas utilizadas, demuestra el interés del productor, pero estas deben ser agroecológicas que promuevan la sostenibilidad ambiental, porque si no, es un gasto innecesario de recursos y esfuerzos (Altieri, 2001). Este resultado, constituye una evidencia de que aún no se logra un manejo que favorezca la conservación y sostenibilidad integral de la finca.

La UP Arocha solo realizó cuatro prácticas y ninguna con la calidad requerida. A partir de esta evaluación

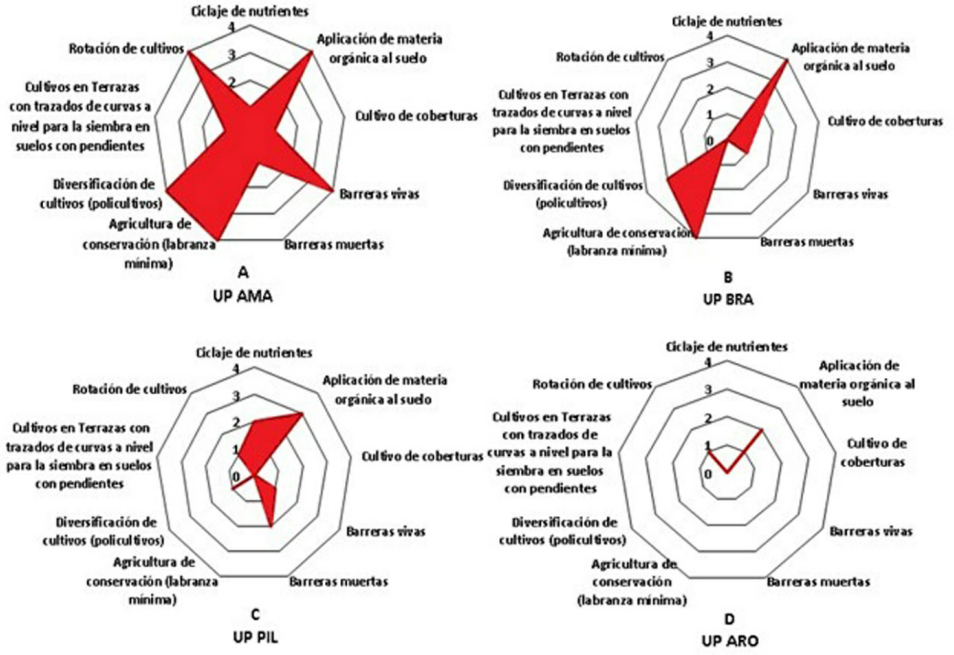


Figura 3. Indicadores ambientales por el objetivo de Conservación de suelo. UP (unidad productiva). AMA: CAP Roberto Amarán, Pinar del Río; PIL: Finca el Pilón, CPA "Jesús Suárez Soca", Pinar del Río; ARO: Finca Arocha, CCS 17 de mayo, Mayabeque.

Figure 3. Environmental indicators for the Soil Conservation objective. UP (production unit) AMA: CAP Roberto Amarán, Pinar del Río; PIL: Finca el Pilón, CPA "Jesús Suárez Soca", Pinar del Río; ARO: Finca Arocha, CCS 17 de mayo, Mayabeque.

se puede diseñar un plan de acción para mejorar o restaurar el agroecosistema y hacer un uso eficiente de los recursos naturales. Tanto las unidades de producción evaluadas como mal y regular, deben realizar una transición hacia una agricultura sustentable mediante la utilización de prácticas agrícolas sostenibles ecológica y económicamente, que puedan lograr aumentar la capacidad de adaptación al cambio climático.

Aunque en muchas de las fincas se realiza la reforestación, esta no se hace con especies nativas y se utilizan en muchas ocasiones especies exóticas (*Acacia mangium* Willd. (acacia), *Albizia procera* (Roxb.) Benth. (algarrobo de la India), *Tectona grandis* L. f (teca), *Eucalipto* sp., *Swietenia macrophylla* King (caoba de Honduras), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth (piñón florido), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucaena), y no practican la regeneración natural asistida. La Unidad productiva que aplica mayor cantidad de prácticas es la UP Cascajales, sin embargo, su evaluación es de regular, puesto que solo cinco de ellas tienen calidad, enfocadas principalmente hacia el objetivo de conservación de la vegetación y a la captación de agua. Esta unidad aplica la regeneración natural asistida, aplicando un sistema agroforestal y silvopastoril con especies de árboles nativos (cedro, majagua, caoba, pino), cultivos y ganado vacuno, caballos y cerdos, así como un diseño en dos estratos de cortinas rompevientos. Siempre que sea posible, debe hacerse uso de la regeneración natural asistida, en lugar de las plantaciones en sí, ya que esto puede favorecer el desarrollo de ecosistemas biológicamente más ricos y diversos, incluyendo tanto las especies de árboles y arbustos comunes, así como las raras o amenazadas, junto con su fauna nativa asociada y su capacidad de proporcionar servicios ecosistémicos. Además, esta práctica, fomenta el cultivo de árboles con potencial reconocido para múltiples usos y servicios (incluida la apicultura, la medicina, la ornamentación y el consumo). Esta unidad debe enfocarse más en realizar medidas donde se conserve mejor el suelo.

La finca Manolo, aunque diversifica sus cultivos con las siguientes combinaciones: maíz-calabaza; maíz con frijol; melón-maíz-pepino; boniato-calabaza, estos no son intercalados con especies maderables o frutales. Un agroecosistema que es más diverso, más permanente, rodeado de vegetación natural y que se

maneja con pocos insumos (por ejemplo: sistemas tradicionales de policultivos y agroforestales y silvopastoriles, entre otros) exhibe procesos ecológicos muy ligados a la amplia biodiversidad del sistema (Vandermeer, l995). Esto no sucede en sistemas simplificados (monocultivos modernos) que debido a sus bajos niveles de biodiversidad funcional deben ser subsidiados con insumos externos (Lin, 2011). A diferencia de esta unidad, la UP Roberto Amarán, diseña un sistema agroforestal basado en las combinaciones de cultivos y árboles (mango-yuca; mango-boniato; mango-guayaba; mamey-frijol, habichuela-maíz, boniato-guayaba; guayaba-malanga-barrera de caña), de manera que promueve la calidad del hábitat y la conectividad. Las especies arbóreas proporcionarán, sombra, alimento y mejor confort en los hábitats y siempre van a contrarrestar el desarrollo de las invasiones biológicas. También se reducen los riesgos y efectos erosivos de fenómenos naturales como la sequía o el exceso de lluvias.

La fertilidad integral del suelo en cuanto a aplicación de materia orgánica como atributo asociado a la sustentabilidad es muy similar en la mayoría de las unidades de producción, solo en la UP Güira de Melena es bajo. Los resultados confirman la importancia que tiene la materia orgánica sobre la calidad física del suelo, el reciclaje de nutrientes como fuente principal de nitrógeno y otros elementos en los ecosistemas y agroecosistemas (Bravo *et al.*, 2015). Todo ello se traduce en un mayor potencial de secuestro de carbono, lo cual constituye uno de los principales servicios ecosistémicos. Un denominador común entre los elementos estratégicos para alcanzar la sustentabilidad de los agroecosistemas es el mejoramiento y conservación de la fertilidad y productividad del suelo (Astier *et al*., 2002). Por tanto, siendo el suelo un componente central de los agroecosistemas, cualquier cambio de uso del suelo para la siembra de pastos o cultivos, requiere un manejo agroecológico de la fertilidad con énfasis en el reciclaje de nutrientes (Weil y Magdoff, 2004). Aunque realiza rotación de cultivos (papa, malanga, plátano, yuca y boniato, las cuales se rotan con frijol, maíz y calabaza) este se realiza sin diseño.

La UBPC Eliomar Noa, a pesar de realizar 10 prácticas agroecológicas, solo tres presentaron calidad, y estuvieron fundamentalmente dirigidas a la conservación del suelo. El área de cultivos muestra un sistema de rotación de cultivos de ciclo corto como maíz, frijol, calabaza, con adición de materia orgánica, incorporación de abonos verdes y restos de cosechas. Presentaron un área forrajera de *king grass,* con el suelo cubierto de restos del cultivo y recibe aporte de materia orgánica, pero no practican un sistema silvopastoril, no obstante tener 174.2 ha dedicadas a la crianza de cerdos y a ganado equino, bovino y caprino.

A partir de este estudio, se pudo validar el verificador cantidad y calidad de prácticas agroecológicas utilizadas en las fincas y demostrar que no solo es importante realizar prácticas agroecológicas, que si estas, no tienen la calidad adecuada, no contribuyen a la sostenibilidad, se pierde dinero y esfuerzo y dejan de ser efectivas para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. El resultado de la evaluación les da la posibilidad de enfocar los esfuerzos futuros hacia aquello aspectos que pueden ser mejorados y optar por un manejo sostenible de tierras, mediante un plan de manejo.

CONCLUSIONES

La mayoría de las unidades de producción presentaron una evaluación de Mal, sugiriendo que gran parte de las prácticas no mostraron la calidad adecuada y que necesitan ser mejoradas. La metodología propuesta constituye una herramienta sencilla y de gran utilidad que permite a técnicos, productores, y decisores realizar el diagnóstico para el diseño y manejo de la finca y evaluar su sustentabilidad ecológica a través de un modelo de gestión productiva. El verificador permite el avance de la transición de la finca hacia la sostenibilidad, determinar la capacidad de respuesta ante eventos extremos del cambio climático y mantener los servicios ecosistémicos vitales para la agricultura.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero del Programa de Ciencia y Técnica "Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba" (AMA-CIT-MA, 2017-2019), al proyecto Conservación y uso sostenible de la diversidad biológica en ecosistemas forestales y ganaderos bajo Manejo Sostenible de Tierras (MST) en Guamuhaya y Cuenca del Cauto, para la realización del estudio. También se agradece la minuciosa revisión de dos árbitros anónimos.

LITERATURA CITADA

Altieri MA. 1999. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Editorial Nordan-Comunidad, Montevideo.

Altieri MA. 2001. *Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables*. Ediciones Científicas Americanas, Córdova.

Altieri MA, Nicholls CI. 2013. Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología.* 8: 7-20.

Astier-Calderón M, Maass-Moreno M, Etchevers-Barra J. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*. 36: 605-620.

Bravo C, Benítez D, Vargas-Burgos JC, Alemán R, Torres B, Marín H. 2015. Socioenvironmental characterization of agricultural production units in the ecuadorian amazon region, subjects: Pastaza and Napo. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*. 4: 3-31.

Cabrera-Dávila G. 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/ perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 35: 349-364.

Cabrera-Dávila G, Robaina N, Ponce de León D. 2011. Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 34: 331- 346.

Calzadilla E, Jiménez M, Sánchez J, Mojena B, Renda A, Leyva B, *et al*. 1990. *Los sistemas agroforestales en la República de Cuba*. CIDA, La Habana.

Centro de Comunicación Agrícola de la FHIA, 2004. *Guía práctica. Producción de café con sombra de maderable.* Fundación Hondureña de Investigación, Unión Europea

Chará JD, Pedraza G, Giraldo LP, Hincapié D. 2007. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. *Revista Agroforestería de las Américas*. 45: 72-78.

Colectivo de autores. 1997. *Manual de Captación de agua de lluvias*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. *Terra latinoamericana*, Chapingo.

FAO 2013. *Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile

Garg N, Chandel S. 2010. Arbuscular mycorrhizal networks: process and functions. A rewiew. *Agronomy for Sustainable Development.* 30: 581-599.

Golberg AD, Boldes U, Colman J. 2003La protección de los cultivos de los efectos del vientoEn: Golberg AD, Kin AG (eds.). *Viento, suelo y plantas,* 75-130, Ediciones INTA.

Lin BB. 2011. Resilience in Agriculture through crop diversification: Adaptative Management for environmental change. *BioScience.* 61: 183-193.

Moreno F, Bustamante C, Murgueitio E, Arango H, Calle Z, Cuartas C, Naranjo J, Caro M. 2008. *Medidas integrales para el manejo ambiental de la ganadería bovina*. Cartilla # 1. Recurso Natural Suelo. FEDEGAN SENA, Bogotá.

Murgueitio E. 2003. *Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución*. Cali, Colombia.

Murgueitio E, Calle Z, Uribea F, Calle A, Solorio B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management.* 261: 1654-1663.

Nicholl C, Altieri MA. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedo. *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 65: 50-63.

Núñez MA. 2000. Manual de técnicas agroecológicas. *Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, México.

Pérez J, Gardey A. 2014. *Definición de rotación de cultivos*. Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental Disponible en: https://definicion.de/rotacion-de-cultivos/ (consultado: 11 de diciembre de 2022)

Pickett CH, Bugg R. 1998. *Enhancing Biological Control: habitat management to promote natural enemies of agricultural pests*. Berkeley, University of California.

Sarandón SJ. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas, La Plata.

Sarandon S, Flores CC. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología.* 4:19-28.

SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2007. *Manual de Objetivos, Indicadores y Protocolos del Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica*. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Costa Rica.

Thies C, Tscharntke T. 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285: 893-895.

Urquiza Rodríguez MN, Alemán García C, Flores Valdés L, Ricardo MP, Aguilar Pantoja Y. 2011. *Manual de Procedimientos para Manejo Sostenible de Tierras*. CIGEA, La Habana.

Vandermeer J. 1995. The ecological basis of alternative agriculture. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 26: 201-224.

Van Emden HF. 1965. The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientific Horticulture* 17: 121-126.

Vázquez L. 2013. Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. *Agroecología.* 8: 33-42.

Weil RR, Magdoff F. 2004. Significance of Soil Organic Matter to Soil Quality and Health. En: Magdoff F, Weil RR. (eds.), *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*, 1-43, CRC Press, Boca Raton.