

Construcción participativa de sistema de evaluación para el manejo agroecológico en suelos de pequeños productores

Participatory Construction of an Evaluation system for Agroecological Management in Soils of Small Producers



<https://cu-id.com/2284/v14n2e05>

 Sol Santander-Mendoza*

Instituto de Suelos, Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN: Los sistemas agrícolas familiares y de pequeño tamaño tienen una importancia creciente en el logro de la soberanía alimentaria y la sostenibilidad. Ello hace necesaria su caracterización y el desarrollo de sistemas de evaluación de su sostenibilidad, que permitan el monitoreo del manejo de los diversos recursos con enfoque participativo. En este trabajo, se presenta la aplicación del marco metodológico MESMIS para el diseño de un sistema de indicadores relacionados con el manejo del recurso suelo en el huerto organopónico de la finca El Guayabal, que responden a las premisas de sencillez, sensibilidad y fácil aplicación. Se presenta el esquema metodológico empleado en la construcción del sistema de indicadores y los resultados obtenidos en su evaluación.

Palabras clave: MESMIS, labranza, fertilización orgánica, cobertura, investigación acción participativa..

ABSTRACT: Family and small-scale farming systems are increasingly important in achieving food sovereignty and sustainability. This makes necessary to characterize them and develop systems to evaluate their sustainability, which allow the monitoring of the management of various resources with a participatory approach. In this work, the application of the MESMIS methodological framework is presented for the design of a system of indicators related to the management of soil resources in the Organoponic Garden of the farm El Guayabal, which respond to the premises of simplicity, sensitivity and easy application. The methodological scheme used in the construction of the system of indicators and the results obtained in its evaluation are presented.

Keywords: MESMIS, Tillage, Organic Manure, Mulch, Participatory Action Research.

INTRODUCCIÓN

Desde su concepción más simple, la agroecología puede definirse como la aplicación de principios ecológicos al entendimiento y desarrollo de agroecosistemas sostenibles y surge como alternativa para enfrentar los problemas causados por la agricultura moderna convencional (Altieri, 1999; Altieri & Nicholls, 2020; Altieri & Nicholls, 2021) En relación al suelo, la agroecología propone abandonar la percepción del mismo como un soporte inerte por una visión ecosistémica donde destaca su carácter de elemento vivo, mediador de los procesos biogeoquímicos (Durand et al., 2017; Tilton et al., 2020; Udall et al., 2014). A partir de esta óptica, resulta fundamental el empleo de prácticas de manejo que eviten su degradación y garanticen la productividad.

Un aspecto fundamental relacionado con la aplicación de dichas prácticas lo constituye la evaluación de su impacto (Astier-Calderón et al., 2002; Fonseca-Carreño, 2021; Maserá et al., 1999; Larsen et al., 2020). No obstante, tanto la Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas (FAO), como el Programa Internacional para el Estudio de la Biología y la Fertilidad de los Suelos Tropicales (TSBF) han destacado la escasez de métodos que evalúen sistemas alternativos de manejo de suelo; así como el estudio del funcionamiento de los mismos en suelos tropicales, a fin de detectar las potencialidades y susceptibilidades en respuesta a las estrategias empleadas en cada caso (Hernández et al., 2020).

En respuesta a ello, en los últimos años se han llevado a cabo una elevada cantidad de trabajos referidos a indicadores para calidad de suelos. Sin

*Autora para correspondencia: MSc. Sol Santander-Mendoza, e-mail: sol.santander@isuelos.cu

Recibido: 05/10/2022

Aceptado: 20/02/2024

embargo, la mayoría de ellos requiere reactivos, equipos e instalaciones altamente especializados, así como personal de elevado nivel educativo, lo que dificulta su aplicación como procedimiento de rutina en la evaluación de agroecosistemas. Esto no quiere decir que obviemos el valor de estos métodos, indispensables en el ámbito de la investigación, sino que reconocemos la necesidad de otro tipo de indicadores que permitan hacer seguimiento al manejo de suelos en unidades de pequeños productores, lo cual resulta indispensable en un escenario de transición agroecológica (Casimiro-Rodríguez, 2016; Chollet et al., 2007; Tiltonell et al., 2020).

Por su parte, en Cuba se han realizado investigaciones con enfoque agroecológico en este sentido, tanto en centros experimentales como en escenarios productivos, privados y cooperativos (Leyva & Pohlan, 2005; Pérez, 2003; Socorro, 2002). No obstante, estas propuestas no han logrado integrar de manera satisfactoria la participación de los productores en la construcción y aplicación de sistemas de evaluación, incluyendo sus capacitación (Leyva & Pohlan, 2005; Silva-Santamaría & Ramírez-Hernández, 2017).

La evaluación participativa de los agroecosistemas permite la integración de los agricultores en los procesos de producción, evaluación y planificación, haciéndolos parte activa del mismo y disminuyendo sustancialmente la dependencia tecnológica; premisas necesarias para potenciar el desarrollo local, haciendo posible además, su capacitación *in situ*; facilitando una toma de decisiones más adecuada sobre los recursos del sistema agrícola y su manejo (Sepúlveda, 2002; Silva-Santamaría & Ramírez-Hernández, 2017).

Así tenemos, como propósito fundamental de este trabajo la aplicación de un esquema metodológico que permita el diseño de un sistema de evaluación del manejo del subsistema suelo mediante indicadores; con la particularidad de incluir entre las características de estos, la alta sensibilidad, la sencillez y el bajo costo, así como una relativa facilidad de transferencia, incentivando la participación de los productores y facilitando una toma de decisiones eficiente en función del logro de la sustentabilidad, con la intención de adecuarlo para su uso en pequeños productores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La finca “El Guayabal” tiene una superficie de 101.6 ha y está ubicada a 3 Km. al noroeste de San José de las Lajas, Provincia Mayabeque, a los 22°58’ de latitud norte y los 82°09’ de longitud oeste, bajo clasificación climática subtropical húmeda (Barranco & Díaz 1989), con 1200 a 1600 mm. de precipitación anuales y temperaturas promedio entre 19.5°C y 26.33°C. Los suelos han sido descritos como Ferralíticos Rojos Lixiviados; profundos, con

predominio del color rojo, arcillosos, permeables y con valores de pH alrededor de 6.8 y un contenido de materia orgánica (MO) de 2,5 %.

En particular, el Huerto Organopónico cuenta con un área de 2 ha, distribuidas en áreas de semillero, de cultivo en canteros y de huerto intensivo, con un área de lombricultura adyacente. La fuerza de trabajo está constituida por 10 trabajadores, 7 mujeres y 3 hombres; de los cuales sólo uno tiene nivel educativo superior (Ingeniero Agrícola) y el resto posee educación básica.

Métodos utilizados

Para realizar el diseño del sistema de indicadores, se empleó el marco MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) como referencia metodológica según Astier-Calderón et al. (2002), el cual emplea un ciclo de evaluación continuo donde el sistema de indicadores permite hacer seguimiento a las medidas de gestión.

El sistema MESMIS, se diferencia de otras propuestas (Altieri & Nicholls, 2002 y Cruz et al. 2004) en proponer que el sistema de indicadores se derive de los “puntos críticos” del sistema productivo, definiéndose éstos como los aspectos que limitan el alcance de la sustentabilidad, expresada a través de sus siete atributos: i) productividad, ii) estabilidad, iii) confiabilidad, iv) resiliencia, v) adaptabilidad, vi) equidad y vii) auto seguridad. De esta manera, se obtiene un sistema de indicadores propio del agroecosistema en cuestión, que expresa la particularidad inherente de cada sistema de producción.

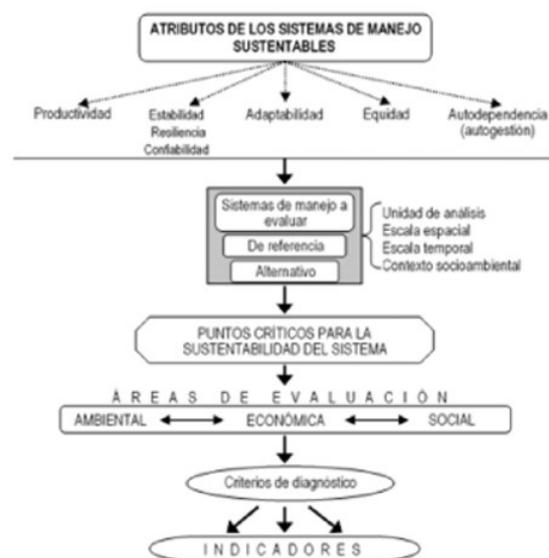


FIGURA 1. Relación entre los atributos de los sistemas de manejo, puntos críticos e indicadores en el sistema MESMIS (Astier-Calderón et al., 2002).

Por ello, la aplicación del sistema MESMIS se inicia respondiendo preguntas como ¿Qué hace que el sistema sea vulnerable? ¿Qué problemas en particular se presentan? ¿Cuáles son las características más resaltantes? con la finalidad de identificar de los aspectos de susceptibilidad del sistema y precisar los puntos críticos del mismo.

Siguiendo este esquema metodológico, en este trabajo se aplicaron métodos de investigación acción participativa (IAP), combinando herramientas como recorridos exploratorios, entrevistas informales, diálogos semi-estructurados y observaciones según Geilfus (2002), con participación activa en los procesos productivos que permitieron una observación a profundidad del funcionamiento del agroecosistema, así como un acercamiento a los trabajadores que hizo posible la recolección de sus percepciones, sistematizadas en una encuesta sobre la salud del suelo (Reily et al., 2002), la cual consta de 25 preguntas referidas al estado de los suelos y los cultivos en la finca.

Este procedimiento: identificar los “puntos críticos” mediante la aplicación de la Investigación Acción participativa y asociarlos a los atributos de sostenibilidad, para así derivar los indicadores propuestos garantiza una relación coherente entre los diversos componentes del sistema de evaluación (Maser et al., 1999). En la Tabla 1 se muestra la relación entre algunos criterios diagnósticos del agroecosistema y los atributos de sostenibilidad.

Por otra parte, en este método la evaluación de sostenibilidad se considera un proceso cíclico y en perenne transformación, donde la participación de los productores en la identificación de los puntos críticos y los indicadores para la evolución de su monitoreo y su aplicación e interpretación, constituye el elemento fundamental para la optimización del manejo de los recursos del agroecosistema (Guzmán-Casado & Alonso-Mielgo, 2007).

El sistema de indicadores obtenido se validó mediante su aplicación en un área experimental donde se probaron las opciones de manejo de suelo

TABLA 1. Relación entre criterios diagnósticos y atributos de sostenibilidad, adaptado de Antier-Calderón et al. (2002)

| Criterios diagnósticos | Atributo de sostenibilidad |
|---|--|
| Eficacia y eficiencia productiva. Rendimiento. | Productividad |
| Recursos existentes y su empleo. Diversidad biológica y económica. Estrategias de prevención de riesgos. | Estabilidad. Resiliencia. Confiabilidad. |
| Opciones productivas. Capacidad de cambio e innovación. Procesos de capacitación. | Adaptabilidad |
| Distribución de costos y beneficios. Democracia en la toma de decisiones. Participación efectiva. Nivel de organización. | Equidad. |
| Dependencia de insumos externos. Relaciones con el exterior. | Autosuficiencia. |

disponibles en el agroecosistema, mediante la prueba de combinaciones de las alternativas de labranza, fertilización orgánica y uso de cobertura. Para ello, se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, con labranza mínima (rotura, mullido y surcado), asociada a tres tipos de labranza primaria: arado de vertedera con tracción animal (parcela 1), multiarado (parcela 2) y tiller (cincel) en la parcela 3, realizándose la labor secundaria y el surcado con tracción animal. Estas se combinaron, además, con fuentes de materia orgánica (humus de lombriz en dosis de 2 kg/m² y estiércol bovino en dosis de 7 kg/m²) y el uso de cobertura (“mulch”) como variables de manejo, obteniéndose los siguientes tratamientos (Tabla 2), distribuidos como se muestra (Figura 2).

Se empleó una asociación de habichuela (*Vigna unguiculata* L, variedad Lina) y maíz (*Zea mays*, L) durante dos ciclos de siembra, con un sistema de riego por aspersión. Las labores fitotécnicas (siembra, aporque, deshierbes y cosechas) fueron realizadas de forma manual.

TABLA 2. Alternativas de manejo de suelo disponibles en el agroecosistema

| Arado de Vertedera | Multiarado | Tiller |
|--|---|---|
| V1 Vertedera + Humus de lombriz + sin cobertura | M1 Multiarado + Humus de lombriz + sin cobertura | T1 Tiller + Humus de lombriz + sin cobertura |
| V2 Vertedera + Humus de lombriz + con cobertura | M2 Multiarado + Humus de lombriz + con cobertura | T2 Tiller + Humus de lombriz + con cobertura |
| V3 Vertedera + Estiércol Vacuno + sin cobertura. | M3 Multiarado + Estiércol Vacuno + sin cobertura. | T3 Tiller + Estiércol Vacuno + sin cobertura. |
| V4 Vertedera + Estiércol Vacuno + con cobertura. | M4 Multiarado + Estiércol Vacuno + con cobertura. | T4 Tiller + Estiércol Vacuno + con cobertura. |
| V5 Vertedera + Testigo MO + sin cobertura. | M5 Multiarado + Testigo MO + sin cobertura | T5 Tiller + Testigo MO + sin cobertura |
| V6 Vertedera + Testigo MO + con cobertura. | M6 Multiarado + Testigo MO + con cobertura | T6 Tiller + Testigo MO + con cobertura |

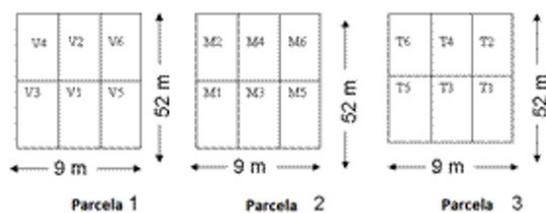


FIGURA 2. Distribución de los tratamientos en las parcelas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Encuesta sobre salud del suelo, adaptado de [Reily et al. \(2002\)](#)

En la [Figura 3](#), se muestran los resultados de la encuesta sobre salud del suelo, donde existían tres opciones de respuesta a cada pregunta: las opciones “A” correspondían a propiedades de un suelo “NO SANO” y suman 0 puntos al valor total para el agroecosistema. Las opciones “B”, por su parte, describen a un suelo “DAÑADO”, sumando 1 punto. Finalmente, las opciones “C”, hacen referencia a la condición “SANO” y suman 2 puntos. Aplicando esta escala, la salud del suelo del Huerto Organopónico de la Finca “El Guayabal” presenta un valor de 22 de 50 puntos posibles.

Se obtuvo entonces, un 44% (10 características) correspondientes a un suelo “DAÑADO”, 32% (8 características) correspondientes a un suelo “NO SANO” y 24% (6 características) correspondientes a



FIGURA 3. Resultados de la aplicación de la encuesta “Salud del suelo”.

un suelo “SANO”. A continuación, las [Tablas 3 y 4](#) resumen los resultados obtenidos en la encuesta, en relación a los aspectos donde la mayoría de los trabajadores expresó respuestas A y B, correspondientes a “NO SANO” o “DAÑADO”.

Entre las deficiencias existentes destacaron observaciones relacionadas a propiedades físicas como la compactación del suelo y su poca capacidad en retener agua, así como la dificultad en la labranza. En cuanto a la capacidad nutricional se mencionan el desarrollo irregular del cultivo, la ausencia de vigor, la existencia de hojas amarillentas y/o manchadas y la maduración insatisfactoria del fruto; problemas que intentan combatir con aplicaciones constantes de materia orgánica (tanto estiércol como humus de lombriz) y aplicaciones de urea cuando existe disponibilidad de la misma.

Por otra parte, se señala la existencia de poca vida en el suelo, escasas lombrices y se resaltan el ataque

TABLA 3. Preguntas respondidas por los productores con respuestas equivalentes a la condición “DAÑADO” (10 preguntas)

| Pregunta | Respuesta obtenida | % obtenido | Aspecto que abordan |
|---|--|------------|---------------------------------|
| ¿Qué tan fértil es el suelo? | Algo fértil, pero siempre necesita abono para producir bien. | 100 | Fertilidad del suelo. |
| ¿Qué tan profunda es la capa fértil del suelo? | Entre 5 y 10 cm | 100 | |
| ¿Es fácil de romper el suelo? | La tierra se pega al arado; es difícil de labrar; hay que trabajar mucho | 66 | Aspectos físicos (Compactación) |
| ¿Cuánto tiempo durante el año queda cubierto el terreno en esta parcela con cultivos, broza, hojas, malezas o rastrojo? | Entre 4 y 8 meses al año. | 100 | Manejo del agua |
| ¿Cómo nacen las semillas después de la siembra? | Nace dispareja o dispersa. | 100 | |
| ¿Cómo crece y se desarrolla el cultivo? | Regular. Crece y se desarrolla más o menos bien, pero produce tarde. | 100 | Desarrollo del cultivo |
| ¿Para los cultivos como el maíz, cómo es el grosor de los tallos? | Tienden a recostarse hacia un lado. | 100 | |
| ¿Cómo es la apariencia de las hojas de los cultivos? | Angostas, pequeñas y de color verde amarillento. | 100 | |
| ¿Resisten las plantas las sequías? | Sufren durante temporada seca y se recuperan despacio. | 100 | Manejo del agua |
| ¿Cómo considera ud. el rendimiento en esta parcela? | Regular | 100 | Rendimiento agronómico |

TABLA 4. Preguntas respondidas por los productores con respuestas equivalentes a la condición “NO SANO” (10 preguntas)

| Pregunta | Respuesta obtenida | % obtenido | Aspecto que abordan |
|---|---|------------|---------------------------------|
| ¿Es duro el suelo? | Es duro, denso o sólido. No se puede deshacer entre dos dedos. | 100 | Aspectos físicos (Compactación) |
| ¿Cómo retiene o mantiene la tierra el agua? | Se seca demasiado rápido después de la lluvia. | 100 | Aspectos físicos (estructura) |
| ¿Hay lombrices de tierra en el suelo? | Es raro verlas. | 55 | Vida en el suelo |
| ¿Se ven animalitos (hormigas, gusanos, otros insectos) en el suelo? | Se ve poca vida en el suelo | 67 | |
| ¿Cómo es el tamaño del cultivo? | Sin vigor, pequeños y el tamaño de las plantas no es uniforme. | 67 | Desarrollo del cultivo |
| ¿Es suficientemente bueno el suelo para los cultivos? | El cultivo se ve mal alimentado (las hojas están manchadas, quemadas, rayadas, descoloridas o amarillas). | 56 | |
| ¿Resisten las plantas las plagas y enfermedades? | El daño es grave. | 100 | Sanidad de los cultivos |

de plagas y enfermedades; así como la presencia de plantas arvenses como los principales problemas que los trabajadores enfrentan cotidianamente, reconociendo obtener rendimientos que califican como regulares.

Estas apreciaciones coinciden con evaluaciones anteriores efectuadas al sistema, por expertos externos. [Cabañas et al. \(2003\)](#) señala un manejo de suelos inapropiado y escasa planificación en la realización de las labores de preparación. Por su parte, [Lewis et al. \(2006\)](#) empleando un sistema de evaluación consistente en una modificación del propuesto por [Altieri y Nicholls \(2002\)](#) atribuyó los valores más bajos a la retención de humedad, actividad biológica, presencia de malezas y control de plagas.

**FIGURA 4.** Aplicación de la Investigación Acción Participativa (IAP). huerto organopónico de la finca “El Guayabal”.

Identificación de puntos críticos y construcción de sistema de indicadores

A partir de las informaciones recabadas y mediante su análisis en conjunto con los trabajadores, fueron identificados los siguientes aspectos ([Tabla 5](#)), proponiéndose los siguientes indicadores para su monitoreo que respondan a las necesidades de sensibilidad, sencillez y bajo costo:

Validación del sistema de indicadores

En la [Figura 5](#) se muestran los valores obtenidos por los ocho (08) indicadores que constituyen el sistema de evaluación del manejo de suelo. Los mismos permiten evidenciar cómo el uso de labranzas que no invierten la capa superior del suelo (tiller y multirado), abonos orgánicos (presentando el humus de lombriz resultados ligeramente mejores al estiércol vacuno) y la cobertura con residuos de cosecha mejoran la condición del suelo, disminuyendo la densidad aparente y la compactación, e incrementando la vida en el mismo. Estos resultados coinciden con lo encontrado en estudios similares ([Hernández et al., 2020](#)). Llama la atención el incremento de la afectación por plagas y enfermedades con la utilización del tiller.

TABLA 5. “Puntos críticos” identificados en el manejo del suelo e indicadores a emplear

| “Punto Crítico” | Indicador a emplear. | Atributo de sostenibilidad |
|--|--|----------------------------|
| Deterioro de las propiedades físicas (compactación). | 1. Densidad aparente. | Estabilidad, Resiliencia |
| | 2. Resistencia a la penetración. | |
| Poca retención de agua. | 3. Velocidad de infiltración. | Estabilidad, Resiliencia |
| Escasa vida en el suelo. | 4. Conteo de macrofauna. | Estabilidad, Resiliencia |
| | 5. Biomasa radical. | |
| Ataque de plagas y enfermedades | 6. Afectación por plagas y enfermedades. | Estabilidad, Resiliencia |
| Elevado número de malezas. | 7. Número de malezas/m ² | Estabilidad, Resiliencia |
| Rendimiento regular. | 8. Rendimiento agronómico. | Productividad |

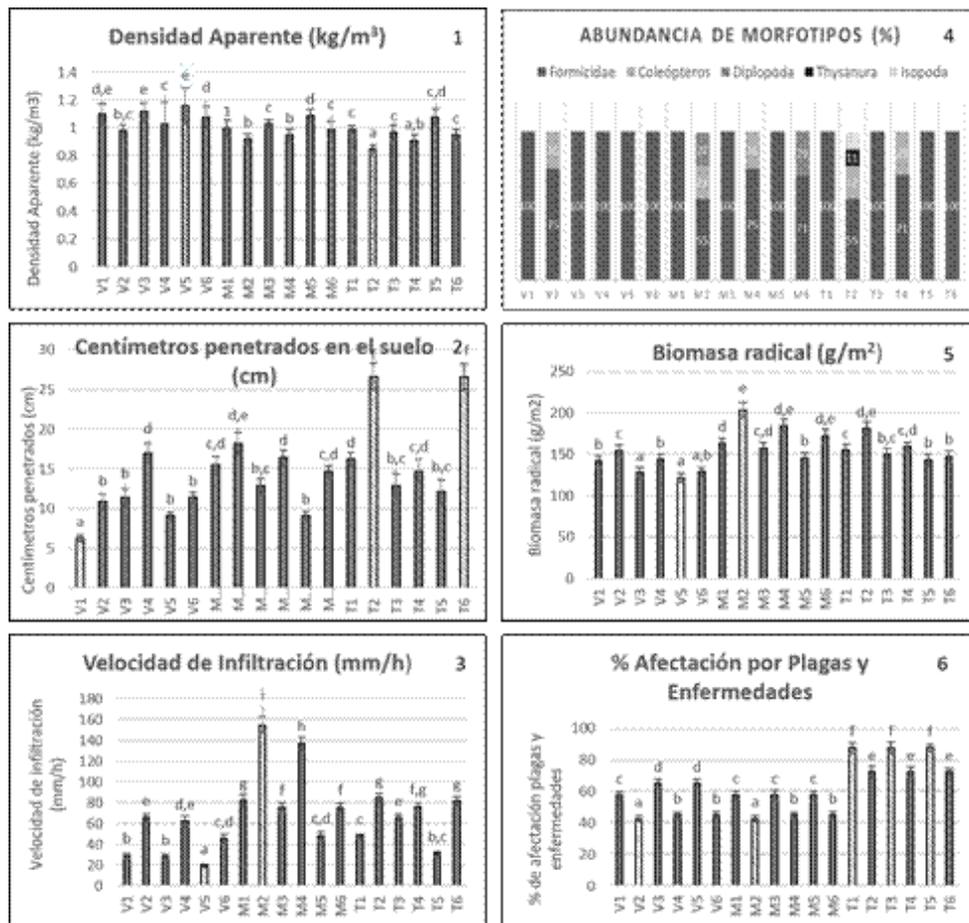


FIGURA 5. Valores de los indicadores: 1) densidad aparente, 2) centímetros penetrados en el suelo, 3) velocidad de infiltración, 4) Abundancia de morfotipos de macrofauna, 5) biomasa radical y 6) porcentaje de afectación por plagas y enfermedades en las diferentes alternativas de manejo de suelo (Tabla 2) tras dos ciclos de cultivo.

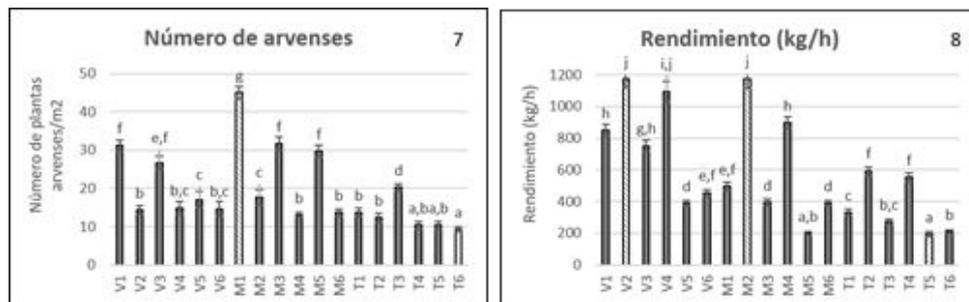


FIGURA 6. Valores de los indicadores: 7) número de arvenses por m² y 8) rendimiento agronómico (*Vigna unguiculata* L, variedad Lina) en las diferentes alternativas de manejo de suelo (ver tabla 2) tras dos ciclos de cultivo.

La utilización de estos indicadores por parte de los productores y técnicos del agroecosistema permitirá monitorear la evolución de los “puntos críticos” identificados previamente, y ajustar el manejo del recurso suelo, con la finalidad de incrementar la sostenibilidad del mismo.

CONCLUSIONES

La aplicación de la Investigación Acción Participativa (IAP), y en particular, del marco

metodológico MESMIS permitió sistematizar los saberes y prácticas relacionadas al manejo de suelos en el Huerto Organopónico de la Finca “El Guayabal”, reconociendo los “puntos críticos” que impactan en el logro de la sostenibilidad del agroecosistema. A partir de éstos se generó además un sistema de indicadores para la evaluación de este aspecto de la producción el cual resulta particular del sistema, sencillo y de fácil aplicación por parte de los productores. Este sistema de indicadores fue aplicado en un área experimental

donde se aplicaron 18 alternativas de manejo de suelo provenientes de la combinación de los tipos de labranza, fertilización orgánica y uso de cobertura disponibles en el agroecosistema, permitiendo la identificación de las mejores de ellas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. (1999). *Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan Comun, Montivideo, Uruguay ISBN: 9974-42-052-0, Publisher: CIED.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *CATIE, Turrialba (Costa Rica)*, ISSN: 1016-0469.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. *Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura*, Publisher: Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, 47(3), 204-215, ISSN: 0718-1620. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v47i3.2281>
- Altieri, M. Á., & Nicholls, C. I. (2021). Perspectiva agroecológica en el Antropoceno. *Magna Scientia UCEVA*, 1(1), 131-136, ISSC: 2805-6701. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v1n1a16>
- 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*, Publisher: Colegio de Postgraduados, 36(5), 605-620, ISSN: 2521-9766, e-ISSN:1405-3195.
- Barranco, G. R., & Díaz, L. C. (1989). *Regionalización a, 1: 1 000 000. Nacional de Cuba*,. Centro Nacional de Información Geográfica, La Habana, Cuba, ISBN: 8423434160089.
- Cabañas, M., Pedroso, N., Edguere, B., & Merino, B. (2003). *La Granja Guayabal: Presente y perspectivas* (p. 50) [Informe técnico]. Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Cairo, P., & Fundora, O. (2001). *Edafología*. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, ISBN: 978-959-258-337-5.
- Casimiro-Rodríguez, L. (2016). Necesidad de una transición agroecológica en Cuba, perspectivas y retos. *Pastos y Forrajes*, Publisher: EEPFIH 2007, 39(3), 81-91, ISSN: 2078-8452, e-ISSN: 0864-0394.
- Chollet, D., Ferguson, B., Furusawa, K., Furusawa, M., Hollis, S., Kent, A., Sheehy-Skeffington, M., & Sugai, M. (2007). *The Cuban Agroecological Transformation: From Necessity to a Way of Life* (pp. 4-12,) [Report of the Organic Farming and Sustainable Agriculture Research and Fact-Finding Delegation to Cuba]. Report of the Organic Farming and Sustainable Agriculture Research and Fact-Finding Delegation to Cuba, Desarrollo Alternativo, AC, México.
- Cruz, A., Bautista-Barra, J. E., Etchevers, B., del Castillo, R. F., & Alvarado-Ulloa, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), ISSN: 1697-2473.
- Doran, D. (1999). *Guía para la evaluación de calidad y salud del suelo*. USDA, Washington, USA.
- Durand, M., Désilles, A., Saint-Pierre, P., Angeon, V., & Ozier-Lafontaine, H. (2017). Agroecological transition: A viability model to assess soil restoration. *Natural resource modeling*, 30(3), 112-134, ISSN: 0890-8575.
- Espinoza, Y., & Malpica, L. (2006). Mediciones simples para evaluar el estado de la calidad y salud del suelo bajo pasturas. *CENIAP HOY (Venezuela)*, 11, 18-24, ISSN: 1690-4117.
- FAO. (2005). *Situación de los Bosques del Mundo 2005*. Food & Agriculture Org. (FAO), Roma, Italia, ISBN: 92-5-305187-6.
- Fonseca-Carreño, N. (2021). Propuesta metodológica para medir la sustentabilidad en agroecosistemas a través del marco MESMIS. *Pensamiento udecino*, 5(1), 143-160, ISSN: 2382-4905, e-ISSN: 2954-5323.
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. IICA, San José (Costa Rica).
- Gliessman, S. R. (1998). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible* (Ann Arbor Press). Catie, ISBN: 9977-57-385-9.
- Guzmán-Casado, G., & Alonso-Mielgo, A. (2007). La investigación participativa en agroecología: Una herramienta para el desarrollo sustentable. *Ecosistemas*, 16(1), 24-36, ISSN: 1697-2473.
- Hernández, R., Florentino, A., & López-Hernández, D. (2000). Efectos de la siembra directa y la labranza convencional en la estabilidad estructural y otras propiedades físicas de los ultisols en el estado de Guarico-Venezuela. *Agronomía Tropical*, 50(1), 9-29, ISSN: 0002-192X.
- Hernández, A., Morales, M., Carnero, G., Hernández, Y., Cui, Z., Grandio, D., Bojórquez, J., Bernal, A., García, J., & Terry, E. (2020). *Nuevos Resultados sobre el cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la "Llanura Roja de la Habana"*. INCA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- Larsen, A. B., Kristensen, J. M., & Confalone, E. A. (2020). Aplicación de indicadores agroecológicos para el diagnóstico ambiental de una unidad productiva agropecuaria en el sudeste de Buenos Aires, Argentina. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(3), 309-322, ISSN: 2079-3480, Publisher: Instituto de Ciencia Animal.

- Leyva, A., & Pohlan, J. (2005). *Agroecología en el trópico-Ejemplos de Cuba. La biodiversidad vegetal, cómo conservarla y multiplicarla*. Ediciones Shaker Verlan.
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). *Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad MESMIS*. Mundiprensa-GIRA-UNAM, México, ISBN: 968-7462-11-6.
- Pérez, N. (2003). *Agricultura orgánica: Bases para el manejo ecológico de plagas*. CEDAR, ACTAF, HIVOS, La Habana, Cuba.
- Reily, J., Rueda, A., & Trutman, P. (2002). *La salud del suelo: Manual para extensionistas, promotores y productores del campo*. Cornell University, Tegucigalpa, ISBN: 9978-44-410-6.
- Sepúlveda, S. (2002). *Desarrollo sostenible microregional: Métodos para la planificación local* (Sepúlveda, S. y Edwards, R. (Comp.), Desarrollo Sostenible. Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Rural. San José (Costa Rica): IICA). Agroamerica, San José, Costa Rica.
- Silva-Santamaría, L., & Ramírez-Hernández, O. (2017). Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sostenibilidad en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque, Cuba. *Luna Azul*, 44, 120-152, ISSN: 1909-2474, Publisher: Universidad de Caldas.
- Socorro, A. (2002). *Indicadores de la sostenibilidad de la gestión agraria en el territorio de la provincia Cienfuegos* [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, Facultad de Agronomía, San José de las Lajas, Habana, Cuba.
- Tittonell, P., Piñeiro, G., Garibaldi, L. A., Dogliotti, S., Olf, H., & Jobbagy, E. G. (2020). Agroecology in large scale farming-A research agenda. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Publisher: *Frontiers Media SA*, 4, 584-605, ISSN: 2571-581X.
- Udall, D., Rayns, F., & Mansfield, T. (2014). To Living soils: A call to action. *Soil Association/ Coventry University, Bristol/Coventry*, 28.

Sol Santander-Mendoza, Investigadora, Licenciada en Biología, Master en Agroecología, Especialista en Recuperación de Suelos, Instituto de Suelos, municipio Boyeros, La Habana, Cuba.

La autora de este trabajo declara no presentar conflicto de intereses.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)