

## Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas en la zona de Sumidero, provincia de Pinar del Río, Cuba

### Evaluation of the sustainability of agroecosystems in the Sumidero area, Pinar del Río, Cuba

Darien Miranda Pérez <sup>I</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-3601-2228>

Katiuska Ravelo Pimentel <sup>I</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-7622-6602>

Eunercys Arce Díaz <sup>II</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-8064-6044>

Maryory Solana Díaz López <sup>I</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-9811-0499>

<sup>I</sup>Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Facultad de Ciencias Forestales y agropecuarias, Departamento de Agronomía de Montaña San Andrés, Pinar del Río, Cuba, CP 20100. E-mail: [darienmp@nauta.cu](mailto:darienmp@nauta.cu) o [darien961103@gmail.com](mailto:darien961103@gmail.com)

<sup>II</sup>Universidad Agraria de la Habana. Facultad de Medicina Veterinaria, Departamento de Producción Animal, San José de las Lajas. Mayabeque, CP 32700.

Fecha de recepción: 22 de diciembre de 2020      Fecha de aceptación: 15 de enero de 2021

**RESUMEN.** El trabajo fue realizado con el objetivo de evaluar el estado actual de la sostenibilidad de dos agroecosistemas en la zona de Sumidero, a través de la medición de indicadores de sustentabilidad, debido a una disminución de los índices promedios de rendimiento y a un deterioro observable de los agroecosistemas. Para el desarrollo de la investigación se monitorearon un total de dos fincas, donde la metodología de estudio se fundamentó sobre la base de la metodología (MESMIS), la cual permite evaluar la sustentabilidad de agroecosistemas, mediante la incorporación de indicadores de sustentabilidad, constituyendo la mejor opción para evaluar en forma sistemática los atributos ecológico, económicos y socioculturales, monitoreándose un total de 17 indicadores que tienen relación directa con el desempeño ecológico de cada ecosistema productivo. Concluyendo que los resultados de sostenibilidad ecológica alcanzada en cada dimensión para ambas fincas, nos muestra que la finca uno es potencialmente insostenible, mientras la dos es parcialmente sostenible, resultado esto de las actividades agroecológicas implementadas por esta, el mayor grado de diversidad existente y mejor uso de la energía, por tanto presenta mejor funcionamiento y condiciones para responder a las presiones antrópicas y del cambio climático.

**Palabras claves:** Indicadores; metodología (MESMIS); sustentabilidad de agroecosistemas.

**ABSTRACT.** The work was carried out with the objective of evaluating the current state of sustainability of two agroecosystems in the Sumidero area, through the measurement of sustainability indicators, due to a decrease in average yield indices and an observable deterioration of agroecosystems. For the development of the research, a total of two farms were monitored, where the study methodology was based on the methodology (MESMIS), which allows evaluating the sustainability of agroecosystems, through the incorporation of sustainability indicators, constituting the best option to systematically evaluate the ecological, economic and sociocultural attributes, monitoring a total of 17 indicators that are directly related to the ecological performance of each productive ecosystem. Concluding that the results

of ecological sustainability achieved in each dimension for both farms, shows us that farm one is potentially unsustainable, while farm two is partially sustainable, as a result of the agroecological activities implemented by it, the higher degree of existing diversity and better use of energy, therefore it presents better functioning and conditions to respond to anthropic pressures and climate change.

**Keywords:** Indicators; methodology (MESMIS); sustainability of agroecosystems.

## INTRODUCCIÓN

La tendencia del desarrollo del modelo agrícola cubano posterior a la Revolución de 1959 y anterior a los años 90, se basó en una agricultura industrial, de altos insumos, baja eficiencia y alta dependencia externa, sustentada en una gran disponibilidad y uso de recursos foráneos, lo que, entre otros factores, creó una mentalidad entre los campesinos de que solo con altos insumos, elevada mecanización e inversiones por área se pueden obtener altas producciones (Nova, 2016).

Los efectos generados por desequilibrios en el sistema ambiental global han puesto en primer plano ante la opinión pública mundial conceptos como calentamiento global y cambio climático, poniendo de manifiesto que los seres humanos están frente a dos grandes retos por un lado la producción y por otro la sustentabilidad de sus actividades (Cleves, 2018).

El desafío de aumentar y asegurar la producción de alimentos y de reducir los problemas ambientales se asocia cada vez más con un nuevo paradigma de producción agrícola. Este paradigma, dígame intensificación ecológica (Rockström et al., 2017), ecoagricultura (Garbach et al., 2017), agroecología (Bergez et al., 2019), tiene como objetivo diseñar sistemas agrícolas productivos que requieran la menor cantidad de insumos externos, apoyándose en las interacciones y sinergias entre los componentes biológicos.

Las evidencias ampliamente comprobadas y documentadas por numerosos científicos a nivel mundial (Nicholls et al. 2017 y Altieri, 2017) demuestran el alto potencial de los sistemas agroecológicos para lograr una producción agropecuaria ambientalmente sana, ecológicamente sostenible, económicamente viable y socialmente justa. Entre las prácticas agroecológicas más radicales que fortalecen la resiliencia de los agricultores y las comunidades rurales a la variabilidad climática se incluyen la diversificación de los agroecosistemas en forma de policultivos, los sistemas agroforestales y los sistemas que combinen la agricultura con la ganadería, acompañados por el manejo orgánico de los suelos, la conservación y la cosecha de agua y un incremento general de la agrobiodiversidad (Altieri y Nicholls, 2017).

Para esto es necesario observar las prácticas realizadas por las comunidades campesinas, mediante las cuales logran mantener sistemas productivos de forma permanente, con menor deterioro del ambiente. Tal es el caso de agroecosistemas campesinos tradicionales donde aún se conservan prácticas agrícolas que propenden por la conservación de las condiciones del suelo, agua y biodiversidad, entre otros factores. Conocer dichas prácticas resulta más que fundamental ya que a partir de su identificación y caracterización es posible, tal como por siglos lo han hecho algunas comunidades ancestrales, establecer procesos de innovación agropecuaria, diseñando agroecosistemas resilientes (Fonseca et al., 2016).

Los índices promedios de rendimiento en los cultivos en los últimos años tienden a disminuir y a la par se observa un deterioro de los agroecosistemas, en regiones afectadas se han aplicado medidas para atenuar la situación, aún hoy en día no son suficientes, esta situación demuestra la importancia de seguir estudiando y proponiendo estrategias, en correspondencia con los diferentes factores naturales y socioeconómicos que intervienen en la evolución de los agroecosistemas y el desarrollo agrario sostenible, por tal razón esta investigación tiene como **objetivo general** evaluar el estado actual de la sostenibilidad de dos agroecosistemas en la zona de Sumidero, a través de la medición de indicadores de sustentabilidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización de área de estudio

Sumidero. Consejo Popular perteneciente al municipio Minas de Matahambre en la provincia de Pinar del Río. Abarca un área de 173,83 Km<sup>2</sup> en el mismo centro montañoso de Pinar del Río, rodeado de las elevaciones de la Sierra de los Órganos, las pizarras del sur y del norte y el río Cuyaguaje. Es un valle intramontañoso con tierra fértiles, lo que hace que la agricultura sea su base económica fundamental, conjuntamente con la actividad forestal.

**Tabla 1.** Características de las fincas objeto de estudio

# fincas	Propietario	Nombre de la finca	Localización	Área (ha)	Núcleo familiar
1	Noeldis González Díaz	El aguacate	Norte: UBPC Los Burros, Sur: Finca de Guillermo Mergarejo Sánchez, Este: UBPC los Burros, Oeste: Oficina de Silvino Martínez García	4	4
2	Yoandi Mergarejo Martínez	Santa Rita	Norte: Finca Ezequiel Candelaria, Sur: Empresa EFI Minas, Este: Arroyo Sumidero, Oeste: Caserío Canta Rana	12.19	5

## **Método de Diagnóstico**

La metodología de estudio se fundamentó sobre la base de la metodología (MESMIS), la cual permite evaluar la sustentabilidad de agroecosistemas, mediante la incorporación de indicadores de sustentabilidad, constituyendo la mejor opción para evaluar en forma sistemática los atributos sociales, económicos, culturales y tecnológicos (Maserá et al., 1999). A continuación, se presenta la metodología del ciclo de evaluación MESMIS seguido en el presente trabajo.

### **Paso 1. Caracterización de los agroecosistemas a evaluar**

En este paso se definió como objeto de estudio la evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas. En la caracterización se identifica un conjunto de atributos, tales como productividad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión

### **Paso 2. Identificación de las fortalezas y debilidades de cada una de las fincas.**

Para el diagnóstico inicial de estas fincas se utilizó el manual de recogida de datos de campo para el inventario de los indicadores que se agrupan en las dimensiones: económicas, ecológicas y sociocultural, en las mismas se combinaron diversas herramientas tales como: recorridos que permitieron la interacción con sus habitantes, inicialmente mediante los diálogos informales y posteriormente con la realización de encuestas formales, la investigación en todo tiempo se desarrolló en todas sus fases sobre la base metodológica del diagnóstico rural participativo (DRP) (Schonhuth y Kievelitz, 1994).

Como parte del reconocimiento de las fortalezas y debilidades de la zona de estudio, se midieron experimentalmente los principales parámetros que describen la calidad química del agua y las principales propiedades químicas del suelo. Para el primer caso se analizó la dureza total expresada como  $\text{CaCO}_3$ , el contenido de Ca, Mg, Cl y el pH, para determinar las principales propiedades químicas del suelo se tomaron de tres a cinco muestras en cada subsistema, en correspondencia con el tamaño del área, a una profundidad de 0 a 20 cm, al inicio y final de la investigación. Para la caracterización química del suelo se emplearon las técnicas analíticas para análisis de suelo descritas por (Paneque, 2002)

### **Paso 3 y 4. Formulación y valoración de los indicadores.**

Para determinar el nivel de sustentabilidad fue necesario evaluar el funcionamiento de un grupo indicadores de sostenibilidad, recogidos en las diferentes dimensiones del estudio (**Fig. 2**).

**Tabla 2.** Indicadores de sustentabilidad evaluados para cada dimensión

DIMENSIONES	INDICADOR
<b>Económica</b>	% de autoabastecimiento con semillas propias (% ASP)
	Recursos de capital financiero del sistema (RCFS)
	Diversidad forestal del sistema (DFS)
	Recursos de energía del sistema (RES)
<b>Ecológica</b>	Profundidad efectiva del suelo (PES)
	Nivel de erosión del suelo (NES)
	Manejo racional del recurso agua y cuenca (MRRAC)
	Diversidad agrícola del sistema (DAS)
	Nivel de compactación del suelo (NCS)
	Cantidad de animales en el sistema (CAS)
	Fertilidad del suelo (FS)
	Manejo de plagas y enfermedades (MPE)
	Conservación de las funciones vitales del sistema (CFVS)
<b>Sociocultural</b>	Nivel de reciclaje del sistema (NRS)
	Recursos de capital social (RCS)
	Equidad de género (EG)
	Equidad de familia (EF)

Para determinar el nivel de sustentabilidad de los agroecosistemas se evaluaron los criterios identificados, donde cada criterio está en función del desempeño de un grupo de indicadores y que responden a las características que se consideran como un estándar o desempeño adecuado de aspectos económicos, ecológicos y socioculturales. Dichos indicadores no poseen una similitud en sus unidades de medida por lo que fue necesario la construcción de una escala estandarizada (valor de juicio) para el análisis conjunto, los indicadores se estandarizaron en una escala sencilla del 0 al 5, considerando el valor 5 como el más sostenible y el valor 0 como insostenible. Los valores fueron sugeridos por los investigadores y determinados bajo los criterios de los productores (tabla 3).

**Tabla 3.** Escala de valoración de los indicadores

<b>Rango</b>	<b>Valoración cuantitativa</b>	<b>Nivel de sostenibilidad</b>
0 a 1	Muy mal estado del indicador	Insostenible
1,1 a 2	Mal estado del indicador	Potencialmente insostenible
2,1 a 3	Regular estado del indicador	Medianamente sostenible
3,1 a 4	Buen estado del indicador	Parcialmente sostenible
4,1 a 5	Muy buen estado del indicador	Sostenible

### **Paso 5. Integración de los resultados**

En este paso se integraron los resultados obtenidos en el paso anterior, construyéndose de manera integrada un grupo de gráficas para el mejor análisis de los datos, con su valor obtenido estandarizado de cada uno de los agroecosistemas, agrupados en las dimensiones ecológica, económica y social. La figura idónea corresponde al sistema ideal (sistema sostenible), donde todos los indicadores adquieren un valor igual a 5 y la figura real, representa la sostenibilidad lograda en el sistema y está formada por los valores asignados a cada uno de los indicadores, donde se realizó la comparación del valor asignado de cada uno de los indicadores con el valor ideal. Por último, se utilizó el diagrama tipo "ameba" para presentar los valores alcanzados, en las dimensiones ecológica, económica y sociocultural de cada uno de los agroecosistemas estudiados y así hacer un análisis comparativo de los niveles de sostenibilidad.

### **Paso 6. Conclusiones y recomendaciones**

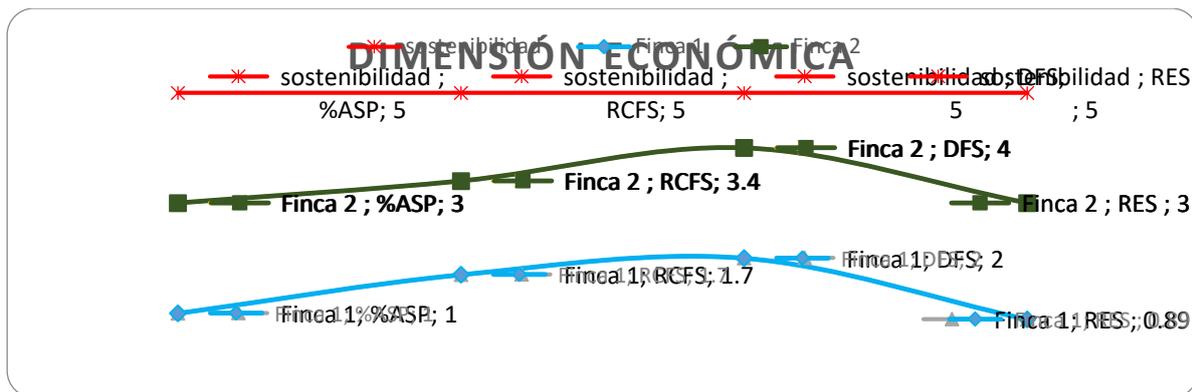
Este último paso cierra el ciclo, es la síntesis del análisis y la elaboración de sugerencias para fortalecer la sustentabilidad del sistema de manejo.

### **Resultados y discusión**

Para analizar los principales resultados obtenidos, comenzaremos por el funcionamiento de los ecosistemas escogidos en la zona de estudio, a partir de las tres dimensiones en que está dividido el estudio, es decir, la dimensión económica, ecológica y la dimensión sociocultural.

#### **Análisis de la dimensión económica en las zonas de estudio.**

Esta dimensión incluye las variables, % de autoabastecimiento con semillas propias (%ASP), recursos del capital financiero del sistema (RCFS), diversidad forestal del sistema (DFS), así como los recursos de energía del sistema (RES) que son utilizados en el sistema agrícola



**Figura 1.** Sostenibilidad de la dimensión Económica según sus indicadores para ambas fincas.

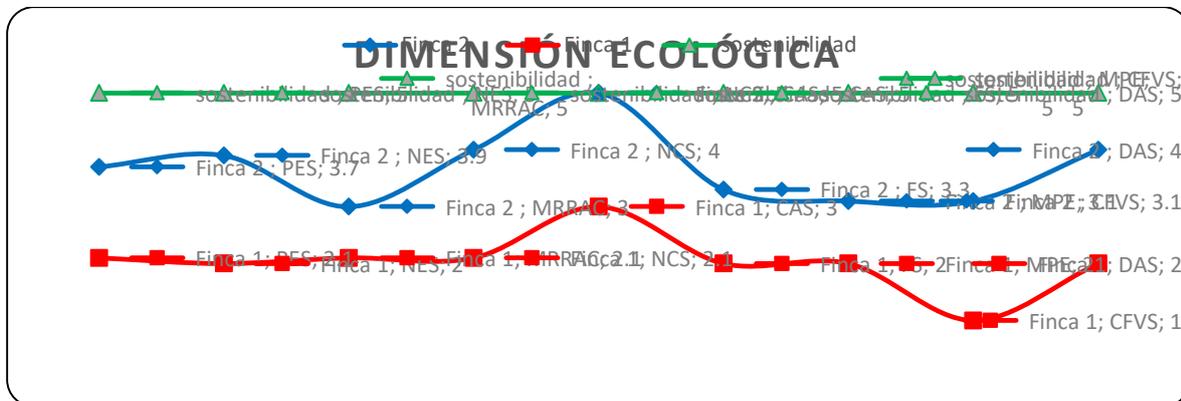
La dimensión económica refleja un comportamiento equilibrado entre los indicadores y la percepción de los productores, pero al realizar el análisis de la gráfica podemos observar como la misma refleja diferencias significativas en las fincas estudiadas en cuanto a los indicadores de sostenibilidad y el valor deseado. Al analizar cada indicador por separado observamos que la finca 2 tiende a poseer mejores valores de sostenibilidad que la número uno, pero siendo aún insuficientes para lograr llegar a ser sustentable. En cuanto al % de autoabastecimiento con semillas propias no podemos decir que existe una marcada diferencia ya que el indicador evaluado en ambas fincas no es sobresaliente para ninguna, pero el mismo posee una tendencia a ser mayor en la finca número dos, los productores de la misma no asumen aún un papel de abastecedores y productores de semillas lo que repercute de forma directa en dicha dimensión, de igual forma en ambas fincas no existe un registro contable para una mejor planificación de sus recursos, a pesar de esto el agroecosistema dos muestra una mejor planificación.

Ambos sitios de estudio mostraron un inadecuado manejo de los recursos de energía del sistema, no se evidencia el uso de las energías alternativas para reducir el consumo de diésel y la disminución de la entrada de energía externa al sistema, por lo que el potencial para el aprovechamiento de las diversas fuentes renovables de energía no alcanza el nivel deseado. A esto contribuye la inexistencia en el mercado nacional de tecnologías apropiadas y recursos para su instalación, puesta en adquisición de aquellas tecnologías que se comercializan en el país, lo que imposibilita el acceso de éstas por parte de las familias campesinas, en correspondencia con los estudios de (Casimiro, 2016). En cuanto al número de árboles en la finca, la diferencia es muy marcada a favor de la número dos, la misma puede estar dada ya que la finca 1 es más pequeña, dedicada fundamentalmente a la producción agrícola, con muy poco espacio para el fomento de árboles, cuestión que puede afectar dicha dimensión ya que, la

biodiversidad promueve una variedad de procesos de renovación y servicios ecológicos en los agroecosistemas; cuando estos se pierden, los costos pueden ser significativos (Altieri y Nicholls, 2017).

### Análisis de la dimensión ecológica en las zonas de estudio.

Esta dimensión incluye las variables, profundidad efectiva del suelo (PES), nivel de erosión de los suelos (NES), manejo racional de los recursos agua y cuenca (MRRAC), diversidad agrícola del sistema (DAS), nivel de compactación de los suelos (NCS), cantidad de animales en el sistema (CAS), fertilidad del suelo (FS), manejo de plagas y enfermedades (MPE), conservación de las funciones vitales del sistema (CFVS).



**Figura 2.** Sostenibilidad de la dimensión ecológica según sus indicadores para ambas fincas.

El análisis de los indicadores evaluados en la dimensión ecológica arroja valores más favorables para la finca 2. Esto demostró que le agroecosistema número uno deben generar estrategias para lograr eficiencia de los recursos, ya que desarrollan principalmente monocultivos, con prácticas convencionales basadas en el modelo de revolución verde (Fonseca y Vega, 2017), dando pie dichas prácticas a la erosión de los suelos, bajos contenidos de fertilidad y compartición de los mismos; mientras que el segundo, pone en práctica la utilización de técnicas de conservación de suelos y protección del suelo (siembra de arbustos como barreras vivas, cultivos de cobertura, construcción de canales de drenaje), para controlar la erosión y lograr buenas relaciones suelo-agua, dando idea de la existencia de una cierta racionalidad ecológica por parte del agricultor.

En la finca 1 según el indicador de diversidad agrícola del sistema se evidencio una baja diversidad de especies y poca equidad entre ellas, donde se aprecia una escasez de especies nativas con funciones de protección, seguridad alimentaria o como fuentes energéticas, que

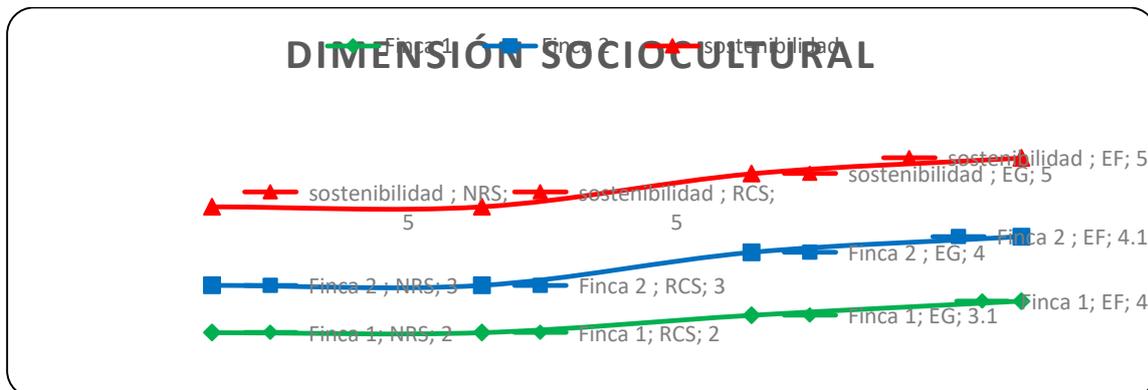
indica mejor riqueza específica y abundancia relativa. En cambio, el segundo agroecosistema tiene mayor cantidad de especies que cumplen funciones de seguridad alimentaria, protectoras de suelo y fuentes de agua, además presenta una mejor integración entre la sinergia que se establece entre animales-plantas. En este sentido, los sistemas integrados tienen la ventaja de permitir la diversificación de especies y el reciclaje de los residuos de cosecha. Se evitan así las pérdidas de nutrientes, y se agrega valor a los cultivos y productos agrícolas (Alves et al., 2017).

En cuanto al manejo de plagas y enfermedades la segunda finca maestro mejores valores para el indicador en comparación con la uno, la misma puede estar determinada por la mayor diversidad de cultivos que presenta la misma y la mejor integración agricultura-ganadería que se ha establecido pues se ha comprobado que, en los sistemas mixtos, que tienen mayor agrobiodiversidad, se favorece el proceso de regulación biótica y, en consecuencia, es menor la incidencia de plagas. En estos sistemas, es mayor la presencia de hábitats alternativos para los enemigos naturales, y hay menor concentración de alimento para las plagas, menor posibilidad de que ciertas malezas se conviertan en población dominante, además de que las rotaciones pueden promover la actividad de organismos controladores de plagas o enfermedades de los cultivos (Vázquez, 2015).

La conservación de las funciones vitales del sistema, es determinante para evaluar su comportamiento ecológico, ya que un sistema completamente descompensado, deberá traer aparejado, restricciones ambientales severas, así como la disminución de los resultados productivos. Demostrando así con los resultados obtenidos, que el área de estudio dos, es un subsistema productivo que utiliza métodos de producción dentro de su entorno, combinación de fuerza de trabajo y diferentes medios de producción adaptado a las condiciones del capital natural y a las necesidades del momento (Fonseca et al., 2016).

#### **Análisis de la dimensión sociocultural en las zonas de estudio.**

Esta dimensión incluye las variables, nivel de reciclaje del sistema (NRS), recursos del capital social (RCS), equidad de género (EG) y equidad de familia (EF).



**Figura 3.** Sustentabilidad de la dimensión sociocultural según sus indicadores para ambas fincas.

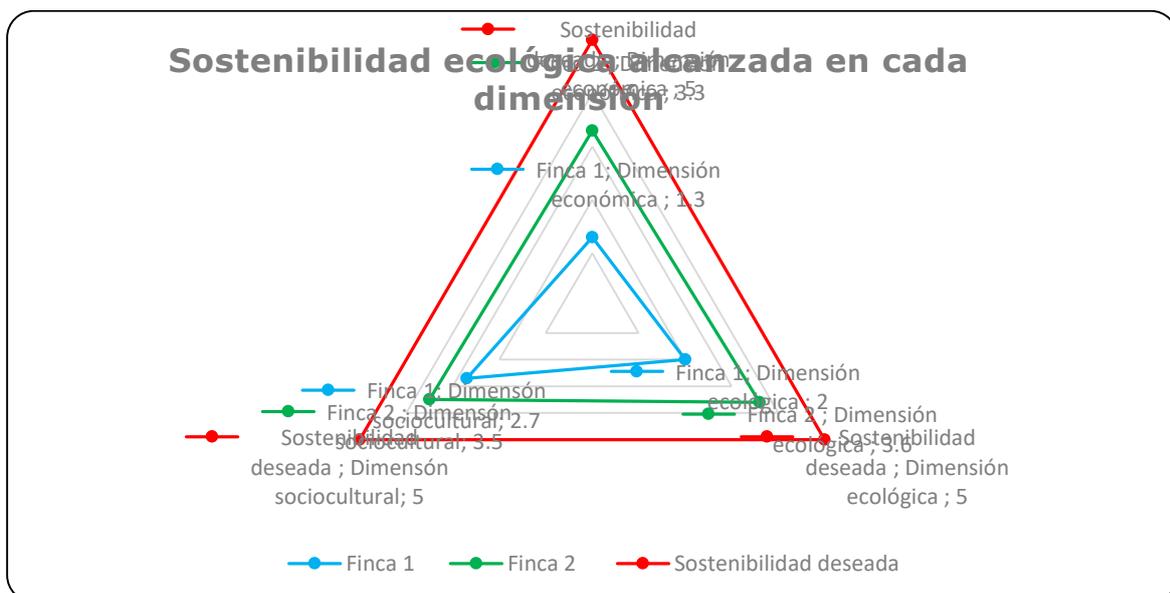
Cuando analizamos la primera variable de monitoreo, que se refiere al nivel del reciclaje del sistema, no se encontraron diferencias altamente significativas, si se evidencia un adelanto en la finca dos hacia una sostenibilidad, pero queda claro que ambas áreas productivas, necesita impulsar aún más el nivel de reciclaje del sistema, como elemento esencial, para mantener la sostenibilidad de los sistemas productivos. De las familias estudiadas solo los pertenecientes a la finca 2 cuentan con conocimientos de prácticas agroecológicas, pero a pesar de esto no implementa las mismas en su totalidad. La implementación de estas prácticas para lograr la sostenibilidad de las áreas estudiadas no puede verse como un medio para lograr ciertos grados de sostenibilidad o la idea de alcanzar resiliencia en el sistema, sino con un enfoque arraigado para conseguir una relación sociocultural con la comunidad. Así, en la producción se busca validar la sostenibilidad a partir de un análisis que concilie la productividad con las condiciones medio ambientales de los ecosistemas locales, reduciendo los impactos generados en este, desarrollando estrategias adaptables a las necesidades sociales y económicas de la población rural (Ríos et al., 2013)

En cuanto a los recursos de capital social de sistema, la misma poseen bajos valores en comparación con el de sostenibilidad deseados, esto puede estar dado por la poca adhesión de los productores a los sistemas de innovación local, que generalmente son gestionados a través de proyectos, donde los productores pueden recibir la capacitación necesaria. Hoy en día se debe difundir experiencias para el fomento de la producción agropecuaria sostenible y se requiere contar con una o varias personas, de la familia con facilidades y actitudes positivas para la comunicación y la difusión de experiencias y resultados en la aplicación de tecnologías y prácticas de producción sostenible.

Los últimos dos indicadores equidad de género y familia mostraron valores sobresalientes con respecto a los demás evaluados moviéndose desde parcialmente sostenible a sostenibles, siendo valores más bajos para la finca número uno, que aún debe seguir trabajando en la mejora de dichos indicadores.

#### **Análisis de la sostenibilidad ecológica alcanzada en cada dimensión para ambas fincas.**

Para este análisis se toma en consideración el índice general de cada una de las dimensiones evaluadas, arrojado con el análisis de los indicadores en cada una de las fincas que se evaluaron.



**Figura 4.** Comportamiento general de la sostenibilidad ecológica de las dimensiones para ambas fincas.

Como se aprecia en la figura 4 los mayores índices de sostenibilidad para cada dimensión fueron los de la finca número 2. Según los rangos obtenidos para la finca 1 esta se considera potencialmente insostenible, quedando demostrado las malas condiciones de funcionamiento ecológico que posee la misma. En cambio, la segunda muestra rangos de sostenibilidad más elevados, evidenciando que es una finca parcialmente sostenible, lo que demuestra que está en mejores condiciones ecológicas para su funcionamiento, como ecosistema productivo y que, por consiguiente, tiene una mejor preparación para el enfrentamiento al cambio climático en sentido general. La diversidad biológica existente y el manejo que se le da por parte del productor favorece la estabilidad del sistema y la diversidad garantiza la disponibilidad permanente de alimento para la familia y la comercialización. Todo esto es logrado bajo principios de agroecología que según (Casimiro 2016) y (Nicholls y Altieri, 2019), en principios básicos pueden asumir diversas prácticas tecnológicas, en función del contexto de una finca, y

que pueden tener diferentes efectos en su productividad o resiliencia, en dependencia del entorno y la disponibilidad de recursos, lo que coincide con criterios de Paolini et al. (2018).

Se puede inferir que ambas fincas aún no logran un manejo adecuado para logara la sostenibilidad ecológica deseadas, según el rango máximo propuesto, pero se aprecia interés en la finca dos por buscar, mediante la diversidad de especies y la integración agricultura-ganadería, su transformación hacia la sostenibilidad, labor que, con una guía acertada, el entusiasmo y fuerza de voluntad que presenta el productor se podría alcanzar dicho propósito. En las fincas agroecológicas donde se integran y diversifica las producciones agrícolas y pecuarias, se hace un mejor manejo de los recursos, se logra un mayor rendimiento en la producción de alimentos de origen animal y vegetal por unidad de área y aumenta la eficiencia del sistema ahorrando dinero al hacer uso de los servicios ecosistémicos de la finca según (Ardila, 2015).

## **CONCLUSIONES**

1. Con relación a la dimensión económica, las mayores dificultades se presentan en los indicadores, recursos de energía del sistema y % de autoabastecimiento con semillas propias en ambas fincas, indicadores que debilitan la dimensión y el sistema en sí, los cuales de ser corregidos optimizarían los niveles de sostenibilidad de las fincas.
2. En cuanto a la dimensión ecológica, los indicadores de peor comportamiento fueron, conservación de las funciones vitales del sistema para la finca uno y manejo racional de los recursos agua y cuenca en la dos, las que disminuyeron el grado de sostenibilidad de la dimensión y el sistema.
3. En la dimensión sociocultural, tiene su peor comportamiento los indicadores recursos del capital social y nivel de reciclaje del sistema, las cuales se necesitan impulsar aún más, para mantener y lograr la sostenibilidad de los sistemas productivos.
4. Los resultados desostenibilidad ecológica alcanzada en cada dimensión para ambas fincas, nos muestra que la finca uno es potencialmente insostenible, mientras la dos es parcialmente sostenible, resultado esto de las actividades agroecológicas implementadas por esta, el mayor grado de diversidad existente y mejor uso de la energía, por tanto presenta mejor funcionamiento y condiciones para responder a las presiones antrópicas y del cambio climático.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Altieri, M. A. y Nicholls, Clara I. (2017) Agroecology: a brief account of its origins and currents of thought in Latin America. *Agroecol. Sustain. Food.* 41 (34):231237. <https://www.socla.co/en/wpcontent/uploads/sites/8/2016/03/Agroecology-a-brief-account-of-its-origins-and-currents-of-thought-in-Latin-America.pdf>.
- Alves, B. J. R.; Madari, B. E. y Boddey, R. M. (2017). Integrated crop-livestock-forestry systems: prospects for a sustainable agricultural intensification. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 108:1-4, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-017-9851-0>.
- Ardila, C. (2015). Resilience and Peasant Economy. A study case form Anolaima, Colombia. Working Paper. Master's programme in Agroecology SLU-Alnarp.
- Bergez, J. E.; Audoin, Elise y Therond, O., Eds. (2019). *Agroecological transitions: from theory to practice in local participatory design*. Cham, Switzerland:Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01953-2-5>.
- Casimiro, Leidy. (2016). *Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba*. Tesis de doctorado en Agroecología. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Cleves-Leguizamo, J.A. (2018). Resiliencia de agroecosistemas citrícolas a la variabilidad climática en el departamento del Meta-Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis Doctoral. Disponible en: <bdigital.unal.edu.co/64564/1/2131563035.2018.pdf>
- Fonseca, J., Cleves-Leguizamo, J.A., León, T. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Revista Ciencia y Agricultura (Rev Cien Agri)* Vol. 13(1).
- Fonseca, N. y Vega, Z. (2017). Evaluación de los servicios ecosistémicos de provisión bajo criterios de sostenibilidad en la región del Sumapaz. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 3(2), 90-91.
- Garbach, K.; Milder, J. C.; DeClerck, F. A. J.; Montenegro-de-Wit, Maywa; Driscoll, Laura y Gemmill-Herren, Barbara. (2017). Examining multi-functionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification. *Int. J. Agric. Sustain.* 15 (1):11-28. [https://www.researchgate.net/profile/Kelly\\_Garbach/publication/301712782\\_Examin](https://www.researchgate.net/profile/Kelly_Garbach/publication/301712782_Examin)

ing\_multifunctionality\_for\_crop\_yield\_and\_ecosystem\_services\_in\_five\_systems\_of\_agroecological\_intensification/links/572836bd08ae262228b45bcf.pdf.

Masera, O. R., M. Astier, y S. López-Ridaura. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco MESMIS. México. Mundiprensa.

Nicholls, Clara I. y Altieri, M. A. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Investigación UNED*. 11 (1 ne): S55-S61.

Nicholls, Clara I.; Altieri, M. A. & Vázquez, L. L. (2017). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*. 10 (1):61-72. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>.

Nova, A. (2016). La agricultura en Cuba. Taller Nacional de Intercambio sobre agricultura sostenible. Varadero: Fundación Antonio Núñez Jiménez.

Paneque-Pérez VM. (2002). Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Ediciones INCA.

Paolini, L. D.; Sibilia-Errasti, Sofía & Voyame, B. (2018). *Propuesta para la transición agroecológica de un sistema productivo del Cinturón Verde Sur, en la provincia de Córdoba, Argentina*. Trabajo académico integrador. Área de Consolidación en Agroecología y Desarrollo Territorial Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba.

Ríos, L., Salas-Zapata, W. y Espinosa-Alzate, J. A. (2013). Resilienciasocioecológica de los agroecosistemas. Más que una externalidad. En: Nicholls, C.I., Ríos, L. y Altieri, M.A (Eds.). *Agroecología y resilienciasocioecológica: adaptándose al cambioclimático*. (pp. 60-76) REDAGRES. Medellín, Colombia.

Rockström, J.; Williams, J.; Daily, Gretche; Noble, A.; Matthews, N.; Gordon, L. *et al.* (2017). Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*. 46 (1):4-17. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs13280-016-0793-6.pdf>.

Schonhuth, M.; Kievelitz, U. (1994). Diagnóstico rural rápido participativo. Métodos de diagnóstico y planificación en la cooperación al desarrollo. *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. GTZ. GmbH*. 1994, 137 p.

Vázquez, L. (2015). Diseño y manejo agroecológico de sistemas de producción agropecuaria. En: E. Martínez-Oliva, ed. *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*. La Habana. p. 185.

-----

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

**Contribución de los autores:**

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.