

# Evaluación de la biodiversidad en una finca en transición agroecológica

## Evaluation of biodiversity in a farm in agroecological transition

Jesús Manuel Iglesias-Gómez<sup>1</sup> , Odalys Caridad Toral-Pérez<sup>1</sup>  y  
Gabriela Rodríguez-Licea<sup>2,†</sup> 

<sup>1</sup>Universidad de Matanzas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Central España Republicana s/n. 44280 Matanzas, Cuba.

<sup>2</sup>Centro Universitario UAEM Amecameca. Carretera Amecameca-Ayapango km 2.5, col. Centro. 56900 Amecameca de Juárez, Estado de México, México.

<sup>†</sup>Autor para Correspondencia (gabyl1972@hotmail.com)

Editora de Sección: Dra. Gabriela Rodríguez Licea

---

### RESUMEN

Se realizó un estudio en la finca en transición agroecológica El Renacer, del municipio Perico, Matanzas, con el objetivo de evaluar la funcionalidad de algunos de los componentes de la biodiversidad ecológica y la sustentabilidad de su dimensión económica. La Finca posee un área total de 43.5 ha; 40 de ellas dedicadas a la ganadería. El resto se dedica a los cultivos (0.5 ha), frutales (1.5 ha), silvícola (1.0) e instalaciones (0.5 ha). Se evaluó la funcionalidad de la biodiversidad, a partir de un modelo de análisis que incluyó los componentes: diversidad de árboles, diversidad de la producción y riqueza de especies. A través de un diagnóstico, que incluyó recorridos, entrevistas semiestructuradas y la observación, se cuantificó el número de individuos de cada especie, las que se caracterizaron de acuerdo con su funcionalidad dentro del sistema. Para el cálculo de la sustentabilidad económica se estandarizaron y se ponderaron los indicadores de acuerdo a su importancia. Los índices de Shannon para la diversidad de árboles (2.06) y el de Margalef para la riqueza de especies (4.50) demostraron que el sistema puede ser considerado como de alta riqueza de especies y sustentable, mientras que el índice de diversidad de producción (1.46) demostró que la finca no es autosuficiente, desde el punto de vista del desarrollo del subsistema agrícola. La dimensión económica alcanzó un valor de 3.56, cercano a lo esperado para una finca sustentable. En sentido general, los valores de los indicadores

de diversidad del agroecosistema fueron óptimos y demuestran la funcionalidad de este, representado por la diversificación y la integración agricultura-ganadería, aunque se recomienda ampliar el área destinada a los cultivos agrícolas, para alcanzar una mayor autosuficiencia alimentaria.

**Palabras clave:** agroecología, funcionalidad de la biodiversidad, sustentabilidad económica.

### SUMMARY

A study was carried out at the in agroecological transition El Renacer farm, in the Perico municipality, Matanzas, with the objective of evaluating the functionality of some of the components of ecological biodiversity and the sustainability of its economic dimension. The farm has a total area of 43.5 ha; 40 of them dedicated to livestock. The rest is dedicated to crops (0.5 ha), fruit trees (1.5 ha), forestry (1.0) and facilities (0.5 ha). The functionality of biodiversity was evaluated, based on an analysis model that included the components: tree diversity, production diversity and species richness. Through a diagnosis, which included tours, semi-structured interviews and observation, the number of individuals of each species was quantified, which were characterized according to their functionality within the system. For the calculation of economic sustainability, the indicators were standardized and weighted according to their importance. Shannon's indices for tree diversity (2.06)

---

#### Cita recomendada:

Iglesias-Gómez, J. M., Toral-Pérez, O. C. y Rodríguez-Licea, G. (2022). Evaluación de la biodiversidad en una finca en transición agroecológica. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-12. e957. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.957>

Recibido: 22 de marzo de 2021. Aceptado: 11 de febrero de 2022.  
Artículo. Volumen 40, agosto de 2022.

and Margalef's for species richness (4.50) demonstrated that the system can be considered as high species richness and sustainable, while the diversity index production (1.46) showed that the farm is not self-sufficient, from the point of view of the development of the agricultural subsystem. The economic dimension reached a value of 3.56, close to what was expected for a sustainable farm. In a general sense, the values of the indicators of diversity of the agroecosystem were optimal and demonstrate its functionality, represented by diversification and agriculture-livestock integration, although it is recommended to expand the area destined to agricultural crops, to achieve greater self-sufficiency food.

**Index words:** *agroecology, functionality of biodiversity, economic sustainability.*

## INTRODUCCIÓN

La conservación de la biodiversidad agraria puede lograrse solo a partir de un diseño de modelo endógeno, que implica la diversificación de los cultivos y la integración de la agricultura con la ganadería. (Angarica, Ortíz, Misteli y Guevara, 2013).

Esto debe venir acompañado de un sistema de monitoreo estratégico por parte de los servicios de extensión agraria, los que deben garantizar, junto a los campesinos involucrados, el proceso de transición de una agricultura de altos insumos, a una más amigable con el medio ambiente, que garantice la seguridad alimentaria y la producción de alimentos de forma permanente (Marasas, Blandi, Dubrovsky y Fernández, 2014). En ese sentido, se conoce (Toledo-Toledo, 2017), que el uso de la agroecología provee las bases ecológicas para el mantenimiento de la biodiversidad en la agricultura, y desempeña un papel relevante en el restablecimiento del balance de los agroecosistemas para alcanzar una producción sustentable

En el caso de Cuba, Funes y Vazquez (2015) refieren que han sido probados muchos sistemas de producción con bases agroecológicas (rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura, cultivos mixtos, agrosilvopastoreo, entre otros), ejemplos que demuestran que tales sistemas llevan a la optimización del reciclaje de nutrientes y a la restitución de la materia orgánica, promueven flujos cerrados de energía, conservación de agua y suelos, y un balance de las poblaciones de insectos potencialmente plaga

y enemigos naturales. Sin embargo, no todos los campesinos en Cuba han adoptado estas estrategias, ya que aún permanecen enfoques propios de la Revolución Verde (Funes y Vazquez, 2015), que, lejos de intensificar la producción, provocan daños irreparables en la base de recursos naturales, destruyen la biodiversidad y olvidan el conocimiento tradicional, por lo que se hace necesario que ocurran cambios en la percepción del desarrollo rural, donde la participación y las opiniones de los implicados directamente en la producción, deben tener alta relevancia y ser tenidas en cuenta en la consecución de los proyectos de transición agroecológica orientados al desarrollo y a la mejora de la calidad de vida del campesinado.

En ese sentido, el estudio de sistemas agropecuarios en proceso de transición hacia la agroecología, así como la identificación de los principales componentes de su biodiversidad y su posible potencial, se identifican como aspectos prioritarios para el logro de sistemas agropecuarios sostenibles (Funes y Vazquez, 2015). En base a lo antes expuesto, el objetivo de este trabajo fue identificar y evaluar la funcionalidad de los componentes de la biodiversidad y su posible influencia sobre la producción en la finca El Renacer, del municipio Perico, provincia Matanzas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de estudio se fundamentó en los principios de la Investigación Acción Participativa (IAP) y se diseñó a partir de la integración de métodos de análisis multicriterios, propuesta por la bibliografía especializada (Sarandón, Flores, Gargoloff y Blandi, 2014). De esta forma, se realizó un diagnóstico general del agroecosistema, sobre la base metodológica del diagnóstico rural participativo, donde se combinaron diversas herramientas, tales como: recorridos exploratorios, entrevistas estructuradas, observaciones y mediciones (Geilfus, 2009). Se utilizó, además, la información estadística registrada en la Oficina Nacional de Estadística de Cuba ONEI (2019).

Las especies vegetales encontradas se identificaron y clasificaron de forma taxonómica, a través del diccionario botánico de nombres vulgares cubanos volumen 1 y 2 (Roig y Mesa, 1975) y de esta manera se determinó su nombre científico.

Se realizó una búsqueda bibliográfica con el objetivo de conocer el tipo de suelo del área en estudio, así como sus principales características y limitantes.

## Análisis de Biodiversidad Ecológica

Se analizaron los siguientes índices:

**Índice de Margalef (Mg).** A partir de este, se estimó la biodiversidad de la comunidad de especies, con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Se tuvo en cuenta las especies de cultivos y forrajeras, los árboles y animales domésticos.

**Índice de diversidad de Shannon-Weaner (H).** Se analizaron dos índices de Shannon-Weaner. El primero, relacionado con la diversidad de producción, que incluyó la producción total de cada producto agrícola o pecuario y la total del sistema; y el segundo estimó la diversidad de árboles, que incluye el número de especies de árboles frutales, maderables y postes vivos. Para el cálculo de los índices de Shannon y Margalef (Funes-Monzote *et al.*, 2012), se caracterizaron y cuantificaron el número de especies e individuos durante el tiempo que duró la investigación (2017-2019). Además, se analizaron los datos del sistema para identificar las diferentes funciones de la agrobiodiversidad, con relación a los indicadores de productividad.

En el Cuadro 1 se describen los métodos para el cálculo de la evaluación de cada uno de ellos.

## Índice de Sustentabilidad para la Dimensión Económica de la Finca

Se seleccionaron los indicadores de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto por Sarandón y Flores (2014). Los datos fueron estandarizados, mediante su transformación a una escala, para cada indicador de 0 a 4, siendo 4 el mayor valor de sustentabilidad y 0 el más bajo. Todos los valores, independientemente de su unidad original, se transformaron o adecuaron a esta escala. Posteriormente, los indicadores fueron ponderados multiplicando el valor de la escala por un coeficiente, de acuerdo a la importancia relativa de cada variable respecto a la sustentabilidad.

Se Escogieron los siguientes indicadores:

**A. Componente autosuficiencia alimentaria.** Este es un componente fundamental para el productor; y se estimó mediante dos indicadores:

**A1-Diversidad de producción.** Un sistema es sustentable si la producción alimentaria es diversificada

y alcanza para satisfacer el nivel nutricional de la familia: (4): más de 9 productos; (3): de 7 a 9; (2): de 5 a 3; (1): de 3 a 2 productos; (0): menos de 2 productos.

**A2-Superficie de producción de autoconsumo.** Variable: superficie de autoconsumo (has)/ integrantes de la familia (4): más de 1 ha; (3): 1 a 0.5 ha; (2): 0.5-0.3 ha; (1): 0.3-0.1 ha; (0) < 0.1 hectáreas.

**B-Componente ingreso neto mensual.** El ingreso es sustentable si puede satisfacer las necesidades económicas de la familia. Estos valores fueron evaluados según el ingreso de los trabajadores por mes (4): + de 1000; (3): 700-500; (2): 500-300; (1): 300-100; (0): < 100.

**C-Riesgo económico.** Un sistema es sustentable si minimiza el riesgo económico, asegurando la estabilidad en la producción para las futuras generaciones; para este, se consideraron tres aspectos:

**C1-Diversidad para la venta.** Un sistema es sustentable si puede comercializar más de un producto. (4): 6 o más productos; (3): 5 a 4 productos; (2): 3 productos; (1): 2 productos; (0): 1 producto.

**C2-Número de vías de comercialización.** La diversificación comercial disminuye el riesgo económico. (4): 5 o más canales; (3): 4 canales; (2): 3 canales; (1): 2 canales; (0): 1 canal.

**C3-Dependencia de insumos externos.** (4): de 0 a 20 % de insumos externos; (3): de 20 a 40% de insumos externos; (2): de 40 a 60% de insumos externos; (1): de 60 a 80% de insumos externos; (0): de 80 a 100% de insumos externos.

Fue considerado como indicador más importante, por las características del grupo productivo, el componente Autosuficiencia Alimentaria, por lo que en la ponderación se le concedió el doble de peso que al resto; para ello se calculó el valor del indicador económico a través de la fórmula:

$$\text{Indicador económico (IK)} = \frac{2((A1+A2)/2)+B+(C1+C2+2C3)/4}{4} \dots(1)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diagnóstico General del Agroecosistema (Finca)

**Caracterización general.** La finca El Renacer está ubicada dentro de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, provincia Matanzas, Cuba. Las coordenadas geográficas del lugar son 22° 48' 7" N y 81° 2' O, a una altura de 19.01 m de altitud. El jefe de

**Cuadro 1. Métodos para el cálculo de los indicadores de diversidad.**  
**Table 1. Methods for calculating diversity indicators.**

Indicador	Unidad	Método de cálculo
Riqueza de especies	Índice de Margalef (IM)	Incluye especies de cultivos, árboles y animales domésticos. $IM = (S-1)/LnN$ Donde: S=Número total de especies N=Número total de individuos de todas las especies, incluye animales, cultivos, frutales y forestales.
Diversidad de producción	Índice de Shannon (H)	Incluye la producción total de cada producto agrícola o pecuario y la total del sistema. $H = \sum (Pi/P) \log (Pi/P)$ Donde: S=Número de productos Pi=Producción de cada producto P=Producción total
Diversidad de árboles	Índice de Shannon (H)	Incluyendo números de especies de árboles frutales, maderables y postes vivos. $H = \sum (ni/N) \log (ni/N)$ Donde: S=Número de especies de árboles ni = Número de individuos de cada especie Ni= Número total de individuos

la finca, campesino Carlos Rivero, es un cooperativista de la CCS Ramón Rodríguez Milián, el cual tenía su ganado vacuno y caprino en sistema trashumante hasta el momento en que se le fue entregada el área, el 11 de octubre del 2015, ya que no disponía de tierras propias para ese fin. La ganadería caprina y la ceiba de toros constituyen las mayores fortalezas de la finca, aunque también se crían otras especies y se desarrolla una agricultura incipiente.

La finca posee un área total de 43.5 ha (Cuadro 2); de ellas, 40 como área ganadera y 3.5 dedicadas a los cultivos (0.5 ha), frutales (1.5 ha), silvícola (1.0) e instalaciones (0.5 ha). El objetivo de la producción es la comercialización al estado de la leche vacuna y los toros de ceiba, mientras que el ganado ovino-caprino y las demás especies animales y vegetales son para el autoconsumo familiar y la venta en el mercado agropecuario u otras vías informales.

La fuerza laboral total es de 3 personas, el jefe de la finca y dos personas contratadas, aunque dentro de la finca también vive la esposa del jefe, la cual trabaja en la estación Indio Hatuey y se encarga de las labores domésticas en la finca. Las principales labores que realizan dentro de la finca son el manejo del ganado, el cuidado de los cultivos y la limpieza de marabú.

**Recurso suelo y agua.** Atendiendo a las particularidades físicas y a la apreciación visual, articulado con una revisión bibliográfica de la temática (Hernández-Jiménez, Pérez, Bosch y Speck, 2019), el tipo de suelo de la finca se identificó como del tipo Ferralítico rojo lixiviado, el cual se caracteriza por altos contenidos de materia orgánica, adecuado factor de dispersión, baja densidad aparente y tiene características asociables con la obtención de elevada respuesta productiva. El mismo es profundo, de textura arcillosa y de buena estructura, de topografía llana, color rojo, pero no se pudieron determinar algunos indicadores importantes del mismo, como la acidez, los minerales, etc.

Para aumentar la fertilidad del suelo, en la finca se usan diferentes prácticas agroecológicas, tales como: intercalamiento, uso de compost y uso de estiércol (Bárbaro, Karlanian, Rizzo y Riera, 2019), las cuales pueden contribuir a largo plazo al enriquecimiento del suelo y la obtención de buenas producciones.

Relacionado con el recurso agua, en la finca hay un pozo como fuente de abasto para satisfacer las demandas de la casa y de los animales. El agua se bombea a través de un molino de viento, pero la finca no cuenta con la infraestructura necesaria para regar cultivos, por lo que esto ha limitado la expansión de estos en el área.

**Cuadro 2. Uso de la tierra (ha).**  
**Table 2. Land use (ha).**

Área ganadera	ha	Cultivos	ha	Frutales	ha	Silvícola	ha
Pastos naturales en marabuzales	14.0						
Pastos cultivados en marabuzales	20	Varios (ajo, papa, tomate)	0.5	Varios (mango, canistel, cereza, chirimoya, ciruela, coco, guanábana, guayaba, limón, mamey, naranja agria, tamarindo)	1.5	Varios (acacia, algarrobo de olor, almácigo, cabo hacha, caoba, cedro, teca)	1.0
Banco de Albizia procera	4						
Banco de Leucaena leucocephala	2	Maíz (intercalado en leucaena)	1.0				
Total	40.0	Total	1.5	Total	1.5	1.0	1.0

**Funcionamiento del subsistema agrícola.** Este subsistema es muy pequeño, ya que la razón de ser de la finca es la ganadería. En 0.5 ha solo siembran tomate, papa, ajonjolí y ajo, todos de forma orgánica. El maíz se intercala en las áreas de pastoreo, con siembra directa, entre los surcos de las leñosas forrajeras plantadas (1 ha). El plátano está diseminado por los alrededores de las instalaciones de la finca y las áreas de frutales y silvícola, sin un diseño específico para su siembra y manejo.

El manejo de los pocos cultivos de la finca se realiza sin el uso de fertilizantes, ni plaguicidas químicos sintéticos. Se aprovechan como materia orgánica el estiércol vacuno y caprino que se genera en el área ganadera, aunque en ocasiones están limitados por la falta de mano de obra para incorporar el mismo. Según García-Galindo *et al.* (2019) este es el mejor fertilizante orgánico para este tipo de predios agrícolas; mientras que Funes y Vázquez (2015) consideran que la materia orgánica es el indicador por excelencia para medir la sostenibilidad de los agroecosistemas. El control de insectos potencialmente plaga y enfermedades se realiza mediante la aplicación del bioproducto IHplus, a base de microorganismos eficientes, generado en la estación Indio Hatuey desde la primera década de este siglo (Díaz-Solares *et al.*, 2019). En este sentido, Vázquez (2018) plantearon que, en las fincas agroecológicas, más de la tercera parte de las aplicaciones se realizan con medios biológicos, a diferencia de otros tipos de fincas especializadas, en las cuales no se aplica, o su uso es limitado o de

manera excepcional. Por otra parte, se comprobó el uso de plantas repelentes (Doural-Estrada, Puertas y Arias, 2019) como la cardona (*Euphorbia láctea*, Haw) y el vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), este último en la lucha contra las bibijaguas (*Atta insularis*).

Para el desarrollo del componente agrícola de la finca, el productor cuenta solo con un arado de vertedera e implementos de trabajo manual (azadones, machetes, rastrillos), ya que como el objetivo principal de la finca es la ganadería, este no se ha preparado adecuadamente para la transición hacia la finca diversificada. Por otra parte, no cuenta con yuntas de bueyes, tan necesarias en las labores agrícolas y en el acarreo de materiales y alimentos (Nava, Herrera, García de la Figal y Martínez, 2015).

**Funcionamiento del subsistema pecuario.** Este subsistema está dedicado a la ganadería vacuna (leche y carne) y ovino caprina (carne principalmente), para los cuales está dedicada el mayor porcentaje del área de la finca (92.0%). No obstante, también se aprecia la presencia de ganado porcino, ganado aviar, cunícola, los que se crían a pequeña escala en los alrededores de las instalaciones y la vivienda (Cuadro 3).

El perímetro de la finca está delimitado con cercas de alambre con postes vivos de *Jatropha curcas* (piñón botija), *Erythrina poeppigiana* (piñón), *Gliricidia sepium* (mataratón), *Bursera simaruba* (almácigo) y algunos ciruelos (*Spondia* spp.). Casimiro (2016) planteo que las cercas vivas cumplen varias funciones en el diseño agroecológico ya que, además de establecer los límites físicos de la finca y de los cuarterones, son



**Cuadro 3. Composición del rebaño en la finca El Renacer.**  
**Table 3. Composition of the herd at El Renacer farm.**

Categoría por especie	Número de animales	Propósito
Bovinos	77	
Vacas	6	Producción de leche
Terneros/as	5	Venta al Estado
Añojos/as	0	Venta al Estado
Novillas	9	Reemplazo
Toretas	7	Venta al Estado
Toros	50	Venta al Estado
Bueyes	0	-
Caprinos	118	
Sementales	1	Reproducción
Reproductoras	65	Producción de leche y crías
Crías	32	Venta, reemplazo y autoconsumo
Desarrollo-ceba	20	Venta y autoconsumo
Ovinos	6	
Sementales	0	-
Reproductoras	2	Reproducción
Crías	2	Reemplazo
Desarrollo-ceba	2	Venta y autoconsumo
Porcinos	3	
Reproductoras	3	Reproducción y autoconsumo
Crías	0	-
Preceba	0	-
Ceba	0	-
Avícola (varios)	109	
Gallos	3	Reproducción y autoconsumo
Gallinas	40	Autoconsumo
Crías	40	Autoconsumo
Guanajos	10	Autoconsumo
Palomas	7	Pasatiempo
Guineos	7	Autoconsumo
Pavorreal	2	Pasatiempo
Cunícola	2	
Reproductoras	2	Reproducción y cría
Crías	0	-
Preceba y ceba	0	-
Equino	8	Transporte y trabajo
Varios	8	Transporte y trabajo

nichos para la reproducción de una vida silvestre funcional en la regulación de plagas, pues funcionan como reservorio de enemigos naturales de estas, al crearles condiciones para su reproducción y equilibrio. También proporcionan forraje para el ganado, frutos varios y postes para nuevos cercados (Useche de Vega, 2015).

El ala oeste de la finca (20 ha dividida en dos potreros) se dedica a la ceba de toros, la cría de animales en desarrollo y la producción de leche, esta área tiene como pasto base la hierba guinea (*Megathyrus maximus*), mientras que el ala este (14 ha) se ocupa de la producción caprina y ovina, sobre pastos naturales, con preponderancia de alpargata (*Paspalum notatum*) y el complejo jiribilla-pitilla (*Dichantium caricosum* y *Dichantium annulatum*). En ambas áreas se practica el pastoreo continuo y el marabú presente en ellas constituye parte esencial de la dieta animal, principalmente en la época de escasez de lluvias, aspecto corroborado por Chávez-Suárez (2016) al trabajar en una estrategia para el control, manejo y explotación en áreas con marabú en la provincia de Las Tunas.

La finca no cuenta con áreas forrajeras, ni bancos proteicos de corte y acarreo, lo que resulta en una limitante fuerte para suplir las necesidades de sus animales, principalmente en la época poco lluviosa (Gallego-Castro, 2016<sup>1</sup>, Savon-Valdés, Gutierrez y Febles, 2017).

En ocasiones, se elabora ensilaje en bolsas de polietileno, con la inclusión de hojas y tallos tiernos de *Albizia procera* (30%) y pastos varios (70%), el cual se utiliza en la suplementación de las vacas lecheras y las cabras en ordeño. También se utilizan en pastoreo los bancos de proteína de albizia y leucaena, principalmente en los meses de enero a abril, buscando un aumento en el suministro de forraje, un mayor CMS y una mayor calidad en la dieta (Sotelo *et al.*, 2017) que consumen las vacas lecheras y las cabras con sus crías, lo que redundará en un incremento de los ingresos económicos en ese periodo del año, donde la disponibilidad de alimentos para el ganado es casi nula. La finca no posee una infraestructura y equipamiento adecuado, ya que el ordeño de las vacas y las chivas se hace de forma manual, a la intemperie, sin las condiciones higiénico-sanitarias requeridas. Tampoco posee equipos de refrigeración para conservar la leche hasta su recogida, por lo que debe acarrearla con sus

medios hacia el punto de recogida de la misma, lo que influye en el deterioro de la calidad de la misma (Motta-Delgado, Rivera, Duque y Guevara, 2014).

**Dimensión económico-productiva.** Según la apreciación del productor y de la familia y, aunque no se hace una contabilización precisa de la producción, la finca es rentable, ya que las ganancias son de aproximadamente 48 000 pesos año<sup>-1</sup>. A pesar de ello, es válido acotar que presentan muchas dificultades con los trámites de la cooperativa para el pago de las ventas de sus animales y de la leche, así como con los trámites de traslado y de los servicios veterinarios requeridos, a pesar de las responsabilidades que deben cumplir estas organizaciones (Sierra, 2019).

Los principales gastos de la finca están relacionados con el pago a los trabajadores, la compra de postes y grapas para el cercado, contratas por tiempo indeterminado, transportación de animales y los relacionados con los impuestos y las comisiones a la cooperativa.

**Análisis de la biodiversidad.** Con respecto a los árboles, en el Cuadro 4 se cuantifica la diversidad de estos en la finca, por especie y por propósito; en el inventario se cuantifican 32 especies pertenecientes a 19 familias, siendo la Fabaceae la de mayor número de individuos y dentro de la cual se observan distintos usos.

En este sentido, los usos fundamentales identificados fueron fruta, maderable, poste vivo y forraje, lo que evidencia la función general de estas especies en el agroecosistema. La mayor cantidad de árboles es usada como forraje, aunque también se evidencia en el ecosistema el uso de postes vivos para delimitar espacios de la finca y del perímetro (Morantes y Renjifo, 2018). La clasificación aquí señalada parte del criterio de los productores, pero es válido señalar que muchos de los árboles identificados se pueden clasificar como multipropósito, ya que pueden producir madera, postes vivos y forraje (árbol florido, leucaena, etc.), incluso, algunos catalogados como frutas, también se pueden usar como forrajeros, como por ejemplo el plátano, la ciruela, tamarindo, etc.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Salmón, Funes y Martín (2012) al evaluar los componentes de la biodiversidad en una finca agroecológica, quien reportó plantas útiles para postes vivos, así como maderables y frutales. El predominio de árboles y abundante vegetación hacen posible una alta diversidad florística, que depende del origen del árbol (remanente, regeneración natural o plantado), la

<sup>1</sup> Gallego-Castro, L. A. (2016). *Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro (Tithonia diversifolia Hemsl. A Gray) como suplemento alimenticio de vacas lecheras en trópico alto*. Tesis para obtener el grado maestro en Ciencias Animales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. Disponible en <https://hdl.handle.net/10495/6113>

**Cuadro 4. Presencia de árboles en la finca.**  
**Table 4. Presence of trees on the farm.**

Árboles	Uso	Nombre Científico	Familia	Cantidad
Aguacate	Fruta	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	40
Canistel	Fruta	<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	2
Cereza	Fruta	<i>Prunus cerasus</i>	Rosaceae	24
Chirimoya	Fruta	<i>Annona cherimolla</i>	Annonaceae	25
Ciruela	Fruta	<i>Prunus domestica</i>	Rosaceae	50
Coco	Fruta	<i>Cocos nucifera</i>	Arecaceae	5
Guanábana	Fruta	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	4
Guayaba	Fruta	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	50
Limón	Fruta	<i>Citrus x limón</i>	Rutaceae	1
Mamey	Fruta	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae	8
Mango	Fruta	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	27
Naranja Agria	Fruta	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	2
Tamarindo	Fruta	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	1
Acacia	Maderable	<i>Acacia dealbata</i>	Fabaceae	5
Algarrobo de olor	Maderable	<i>Albizia lebbek</i>	Fabaceae	1000
Almácigo	Maderable	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	120
Árbol florido	Maderable	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae	240
Cabo hacha	Maderable	<i>Trichilia hirta</i>	Meliaceae	50
Caoba	Maderable	<i>Swietenia mahagoni</i>	Meliaceae	10
Cedro	Maderable	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	3
Leucaena	Forraje	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae	1000
Teca	Maderable	<i>Tectona grandis</i>	Verbenaceae	6
Morera	Forraje	<i>Morus alba</i>	Moraceae	50
Titonia	Forraje	<i>Tithonia diversifolia</i>	Asteraceae	610
Jobo	Postes vivos	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	192
Moringa	Forraje	<i>Moringa oleifera</i>	Moringaceae	2000
Jatropha	Postes vivos	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	1248
Nacedero	Forraje	<i>Trichanthera gigantea</i>	Acantaceae	15
Eritrina	Postes vivos	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Fabaceae	40
Algarrobo	Forraje	<i>Albizia procera</i>	Fabaceae	3000
Cratilia	Forraje	<i>Cratylia argentea</i>	Fabaceae	15
Plátano	Fruta	<i>Musa spp.</i>	Musaceae	40

densidad, la distribución y las prácticas de manejo por parte del productor (Betancourt-Fonseca, 2019<sup>2</sup>).

Al evaluar el índice de diversidad, se obtuvo que el índice de Shannon para diversidad de árboles fue de 2.06, el cual se encuentra dentro del rango estimado (1.5-3.5) lo que significa que la diversidad de especies de árboles en la finca es aceptable (Salmón *et al.*, 2012). Esto tiene un efecto positivo en su productividad, en lo

que se refiere a rendimientos energéticos y proteicos y, además, por la multifuncionalidad de bienes y servicios que proporcionan en el agroecosistema, que ayudan a minimizar el impacto ambiental y a reducir los costos energéticos de la producción (Milián-García, Sánchez, Wencomo, Ramírez y Navarro, 2018).

Los resultados obtenidos son superiores a los informados por López *et al.* (2017), con valores

<sup>2</sup>Betancourt-Fonseca, B. B. (2019). *Análisis de la estructura y funcionalidad de las especies arbóreas en sistemas de producción en ocho fincas del municipio de Cinco Pinos, Chinandega*. Trabajo de Graduación para obtener el grado de Ingeniero Forestal. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Universidad Nacional Agraria. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/3895/1/tnk10b562.pdf>



de 1.35, en la diversidad de especies de árboles en bosques templados de México, lo que evidencia la alta diversidad presente en la finca, con diferentes usos, lo cual proporciona una mayor funcionalidad en el agroecosistema.

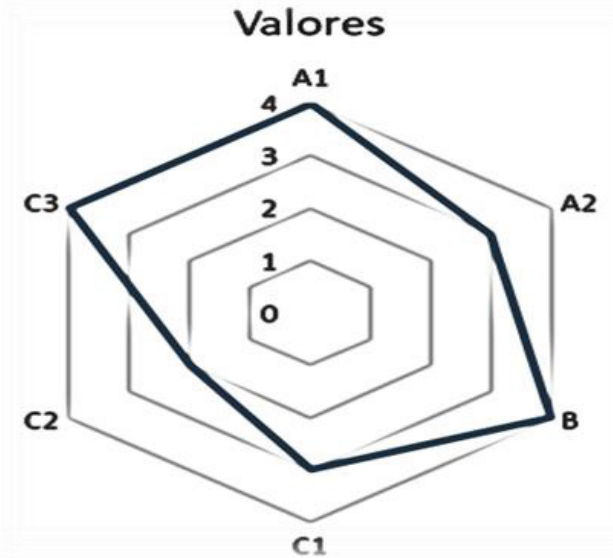
Con relación a la diversidad de producción (1.46), este índice se encuentra por debajo del mínimo establecido por la literatura (1.5), por lo que se demuestra que el productor dista bastante de tener una finca autosuficiente, desde el punto de vista de los cultivos. En el momento del diagnóstico, solo tenía sembrado ajo, papa, tomate, ajonjolí y maíz, lo que es posible aumentarlo, ya que, si se aumenta la agrodiversidad, se eleva la autosuficiencia alimentaria en productos ricos en energía, como las viandas y los tubérculos, cultivos versátiles y atractivos para productores con escasos recursos (Milián *et al.*, 2018). Por otra parte, su inclusión aumentaría el potencial del sistema integrado ganadería-agricultura que maneja, para enfrentar limitaciones productivas de otras especies de la finca y brindar importantes servicios ambientales al entorno. En este sentido, Altieri y Nicholls (2013) plantean que, el aumento de la diversidad de la producción en las fincas campesinas, ejerce efectos positivos en la dinámica y mejora del suelo y aumenta la resiliencia del agroecosistema.

El índice de Margalef, tuvo un valor de 4.50, lo que estuvo muy influenciado por la cantidad de individuos de las especies arbóreas y la densidad de siembra de las diferentes especies de los cultivos sembrados. Este índice, el cual se considera aceptable, ya que está próximo a 5.0 (Mora-Donjuán, Burbano, Méndez y Castro, 2017), proporciona una medida significativa de la diversidad de la finca, que demuestra que existe un equilibrio entre el número de especies presentes en el sistema evaluado y el número de individuos por especie, así como que hay una tendencia futura al incremento. Al comparar estos resultados con los de Blanco *et al.* (2014) se puede inferir que son positivos, ya que estos obtuvieron 1.6 y 2.16, utilizando un modelo de intervención implementado para la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles y también por la interacción de acciones de proyectos ejecutados por la EEPF-IH (Suárez *et al.*, 2017). También son semejantes a los obtenidos por Vargas *et al.* (2016), al evaluar la biodiversidad de frutales en diferentes unidades de la producción agrícola de la región central de Cuba.

**Índice de sustentabilidad económica.** Los datos económicos confirmaron la prioridad que este productor le concede a la autosuficiencia alimentaria, ya que este indicador tuvo un valor de 3.5, dado por su producción alimentaria diversificada (más de nueve productos) y el área dedicada al autoconsumo (2 ha), la cual, en el futuro se pretende ampliar, para garantizar la autosuficiencia en raíces y tubérculos.

El ingreso neto mensual de los trabajadores de la finca fue superior a los 1000 mensuales, por lo que este indicador se evaluó de 4, lo que se considera satisfactorio. En el caso del riesgo económico, el valor de sustentabilidad obtenido no fue el máximo (3.25), ya que el productor no logra comercializar más de cinco productos, ni tiene suficientes canales de comercialización para los mismos. Dentro de este indicador, sobresale la poca dependencia que tiene la finca de insumos externos, ya que todas las actividades se realizan de forma natural. Este productor no compra fertilizantes, ni químicos para la actividad agrícola y sus producciones son en secano, mientras que, en la actividad pecuaria, la alimentación es a base de pastos y forrajes, sin suplementación de concentrados. En sentido general, la dimensión económica alcanzó un valor de 3.56, cercano a lo esperado para una finca sustentable (Silva-Laya, Pérez y Ríos, 2016), que es de 4.0 (Figura 1)

El no usar agroquímicos en los cultivos, ni alimentos exógenos para el ganado, así como el nivel de ingresos de sus trabajadores, incidieron definitivamente en estos resultados (Marasas *et al.*, 2014). Los dos primeros incrementan las necesidades de capital de los productores, lo que puede resultar en la disminución de la seguridad económica y en el riesgo de quedar atrapados en una espiral de endeudamiento, sobre todo cuando los precios de los insumos tienden a incrementarse mucho más significativamente que el de los productos agrícolas. En el caso del tercero, los ingresos están supeditados a los buenos precios que tienen en la actualidad la leche de vaca (4.5 pesos litro<sup>-1</sup>) y la carne vacuna (14.5 kg<sup>-1</sup> en pie) la cual se comercializa con el Estado solamente (Cuba Debate, 2015) y a la comercialización informal de otros productos, como los huevos, los cabritos, aves, quesos. Nótese, que solamente por concepto de venta de toros y leche, en el año se ingresa en la finca 156 661.8 pesos.



**Figura 1. Indicadores de la sustentabilidad económica en la finca El Renacer.** A1- Diversidad de producción; A2-Superficie de producción de autoconsumo; B-Componente Ingreso neto mensual; C1-Diversidad para la venta; C2-Número de vías de comercialización; C3-Dependencia de insumos externos.

**Figure 1. Indicators of economic sustainability at the El Renacer farm.** A1- Diversity of production; A2-Production area for self-consumption; B-Component Monthly net income; C1-Diversity for sale; C2-Number of marketing channels; C3-Dependence on external inputs.

## CONCLUSION

Se concluye que, el proceso participativo de investigación, junto al productor y sus trabajadores, combinado con la utilización de los indicadores de sustentabilidad, condujo a entender las raíces de los problemas de la finca, en lugar de tratar de solucionar los síntomas de los mismos. Además, permitió crear un plan de acción a futuro, con vistas a obtener avances significativos en la sustentabilidad del sistema a corto y mediano plazo, entendiendo que, no necesariamente, la incorporación del enfoque agroecológico en el saber-hacer de los pequeños productores convencionales, debe ser un proceso extenso en el tiempo. En este sentido, se identificó como prioridad a futuro, la ampliación del área de autoconsumo hasta al menos 3 ha, el establecimiento de un área forrajera de 2 ha con plantas proteicas (tintonia, morera y moringa) y energéticas (caña y ing-grass) y hacer un mejor uso de los residuos animales de la finca en la confección de abonos orgánicos (humus, compost) y la generación de energía renovable a partir del biogás.

## DECLARACIÓN DE ÉTICA

Los autores declaran que no se trabajó directamente en investigaciones relacionadas con seres vivos por lo que no es aplicable.

## CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplicable.

## DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los conjuntos de datos utilizados o analizados durante el estudio actual están disponibles del autor correspondiente a solicitud justificada.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses de conflicto.

## FONDOS

La investigación realizada que generó esta publicación fue financiada por el proyecto. La diversidad de recursos forrajeros en los sistemas ganaderos para atenuar el efecto del cambio climático en Cuba (FITORED), auspiciado por la FAO.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización de la investigación, el diseño metodológico de la misma, el análisis e interpretación de los datos, redacción y revisión del manuscrito: J.M.I.G y G.R.L. Conceptualización de la investigación, el diseño metodológico de la misma y en las observaciones y tomas de datos en campo. Participó en la revisión del manuscrito: S.G.M. Conceptualización de la investigación, el diseño metodológico de la misma, el análisis e interpretación de los datos y revisión del manuscrito. Líder del proyecto que facilitó los fondos para la investigación: O.C.T.P.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la familia Rivero, dueños de la Finca El Renacer, por la contribución al desarrollo del proyecto de investigación y las facilidades brindadas para la toma de datos y la recogida de información directa con los trabajadores de la finca.

## LITERATURA CITADA

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20.
- Angarica, L., Ortiz-Pérez, R., Misteli-Schmid, M., & Guevara-Hernández, F. (2013). Aplicación de un Enfoque Participativo para la Definición y Evaluación de metas en un Proyecto Innovativo Agropecuario Local. *Cultivos Tropicales*, 34(1), 33-40.
- Bárbaro, L., Karlanian, M., Rizzo, P., & Riera, N. (2019). Caracterización de diferentes compost para su uso como componente de sustratos. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 35 (2), 126-136. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000309>
- Blanco, D., Suárez, J., Funes-Monzote, F. R., Boillat, S., Martín, G. J., & Fonte, L. (2014). Procedimiento integral para contribuir a la transición de fincas agropecuarias a agroenergéticas sostenibles en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 37 (3), 284-290.
- Casimiro-Rodríguez, L. (2016). Necesidad de una transición agroecológica en Cuba, perspectivas y retos. *Pastos y Forrajes*, 39(3), 81-91.
- Chávez-Suárez, A. (2016). Efectos de la ganadería sobre algunos componentes del agroecosistema en la granja Maniabo. *La Técnica: Revista de las Agrociencias, Enero-Junio* (Edición especial), 57-60.
- Cuba Debate (2015) Nuevos precios para estimular la producción agropecuaria. Consultado el 19 de marzo, 2020, desde [http://www.cubadebate.cu/especiales/2015/08/06/nuevos-precios-para-estimular-la-produccion-agropecuaria/#.XnObIXfB\\_IU](http://www.cubadebate.cu/especiales/2015/08/06/nuevos-precios-para-estimular-la-produccion-agropecuaria/#.XnObIXfB_IU).
- Díaz-Solares, M., Pérez-Hernández, Y., González-Fuentes, J., Castro-Cabrera, I., Fuentes-Alfonso, L., Matos-Trujillo, M., & Sosa-del Castillo, M. (2019). Efecto del IHPLUS® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench). *Pastos y Forrajes*, 42 (1), 30-38. 2019.
- Doural-Estrada, O. G., Puertas-Arias, A., & Arias-Cedeño, Q. (2019). Manejo agroecológico de plagas en sistemas de cultivos urbanos del municipio Manzanillo, provincia Granma. REDEL. *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 3(3), 99-111.
- Funes-Aguilar, F., & Vazquez-Moreno, L. L. (2015). B6-499 Avances de la agroecología en Cuba. En S. J. Sarandón, & E. A. Abbona (Comp.). *Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología. Avances de la agroecología en Cuba*. (pp. 871-876). La Plata, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata. ISBN: 978-950-34-1265-7.
- Funes-Monzote, F. R., Bello, R., Alvarez, A., Hernández, A., Lantinga, E. A., & Van Keulen, H. (2012). Identifying agroecological mixed farming strategies for local conditions in San Antonio de Los Baños, Cuba. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10(3), 208-229 <https://dx.doi.org/10.1080/14735903.2012.692955>.
- García-Galindo, O., Figueroa-Viramontes, Uriel., Cueto-Wong, J. A., Núñez-Hernández, G., Gallegos-Robles, M. Á., & López-Martínez, J. D. (2019). Disponibilidad de nitrógeno usando dos tipos de estiércol de bovino lechero en cultivos de maíz forrajero y triticale. *Nova Scientia*, 11(22), 124-141. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1709>
- Geillfus, F. (2009). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Hernández-Jiménez, A., Pérez-Jiménez, J. M., Bosch-Infante, D., & Speck-Castro, N. (2019) La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1), 1-31.
- López-Hernández, J. A., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Monarrez-Gonzalez, J. C., González-Tagle, M. A., & Jiménez-Pérez, J. (2017). Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Madera y Bosques*, 23(1), 39-51. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311518>
- Marasas, M. E., Blandi, M. L., Dubrovsky, N., & Fernández, V. (2014). Transición agroecológica: de sistemas convencionales de producción a sistemas de producción de base ecológica. Características, criterios y estrategias. En: S. J. Sarandón, & C. C. Flores (Eds.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (pp. 411-436 ). La Plata, Buenos Aires, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. ISBN 978-950-34-1107-0
- Milián-García, I., Sánchez-Cárdenas, S., Wencomo-Cárdenas, H. B., Ramírez-Suárez, W. M., & Navarro-Boulandier, M. (2018). Estudio de los componentes de la biodiversidad en

- la finca agroecológica La Paulina del municipio de Perico, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 41(1), 50-55.
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68-75. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- Morantes-Toloza, J. L., & Renjifo, L. M. (2018). Cercas vivas en sistemas de producción tropicales: una revisión mundial de los usos y percepciones. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 739-753.
- Motta-Delgado, P. A., Rivera, M. S., Duque, J. A., & Guevara, F. A. (2014). Factores inherentes a la calidad de la leche en la agroindustria alimentaria. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 6(1), 223-242.
- Nava, F. D., Herrera-Suárez, M., García de la Figal-Costales, A. E., & Martínez-Cardenas, J. R. (2015). Análisis de los sistemas de fuerza surgidos durante la operación del Arado de palo tradicional mexicano. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1), 29-37.
- ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). (2020). *Anuario Estadístico de Cuba 2019*. La Habana, Cuba: ONEI.
- Roig, J. T., & Mesa, J. T. (1975). *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos* (pp. 604). La Habana, Cuba: Editorial Científico Técnica.
- Salmón, Y., Funes-Monzote, F. R., & Martín, O. M. (2012). Evaluación de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica "Las Palmitas" del municipio Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 35(3), 321-332.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (1ª ed.) La Plata, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata. ISBN 978-950-34-1107-0
- Sarandón, S. J., Flores, C. C. Gargoloff, A., & Blandi, M. L. (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: Construcción y aplicación de indicadores. En: S. J. Sarandón, & C. C. Flores (Eds.). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (pp. 375-410). La Plata, Buenos Aires, Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. ISBN 978-950-34-1107-0
- Savon-Valdes, L. L., Gutierrez-Borroto, O., & Febles-Perez, G. (2017). *Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean* (pp. 280). Cuba: FAO, ICA/EDICA. ISBN: 978-959-7171-72-0.
- Sierra, R. (2019). Cooperativas cubanas tienen nueva ley. Opciones. Seminario Económico y Financiero de Cuba. 2019. Consultado el 17 de marzo, 2020, desde <http://www.opciones.cu/cuba/2019-05-24/cooperativas-cubanas-tienen-nueva-ley/>
- Silva-Laya, S. J., Pérez-Martínez, S., & Ríos-Osorio, L. A. (2016). Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 355-366. <https://dx.doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5752>.
- Sotelo, M., Suárez-Salazar, J. C., Álvarez-Carrillo, F., Castro-Núñez, A., Calderón-Soto, V. H., & Arango, J. (2017). *Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico - Sistemas silvopastoriles: ¿una opción viable?* (pp. 24). Cali, Colombia: CIAT. ISBN: 978-958-694-171-6
- Suárez, J., Martín, G., Cepero, L., Blanco, D., Savran, V., Sotolongo, J. A., ... Hernández, M. (2017). Producción integrada de alimentos y bioenergía: la experiencia cubana. *Agroecología*, 12(1), 47-55.
- Toledo-Toledo, J. M. (2017). Diseño de indicadores ambientales para la gestión sostenible de los recursos del macizo montañoso Guaniguanico. *Avances*, 19(4), 412-422.
- Useche de Vega, D. S. (2015). A2- 488 Diagnostico socio-ambiental de la producción agrícola en El Páramo de Rabanal. Boyacá. Colombia como base para su reconversión agroecológica. En S. J. Sarandón, & E. A. Abbona (Comp.). *Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología. Avances de la agroecología en Cuba*. (pp. 970-977). La Plata, Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata. ISBN: 978-950-34-1265-7
- Vargas-Batis, B., Candó-González, L., Pupo-Blanco, Y. G., Ramírez-Sosa, M., Escobar-Perea, Y., Rizo-Musteliet, M., ... Vuelta-Lorenzo, D. R. (2016). Diversidad de especies vegetales en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Agrisost*, 22(2), 1-23.
- Vázquez, L. L. (2018). El control biológico integrado al manejo territorial de plagas de insectos en cuba. *Agroecología*, 12(1), 39-46.