

## Evaluación de la efectividad del manejo agroforestal, en agroecosistemas del corredor biológico Sierra del Rosario-Mil Cumbres

### Evaluation of the effectiveness of agroforestry management, in agroecosystems of the Sierra del Rosario-Mil Cumbres biological corridor

Juan Carlos Cordero Acosta <sup>I</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-0565-548X>

Jorge Luis Zamora Martín <sup>I</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7454-6693>

Rider Baños Utria <sup>I</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-3846-1526>

Pedro A Valdez Castaño <sup>I</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-8831-284X>

Lelieth Feyobe Sandoval <sup>II</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-8476-8257>

<sup>I</sup>- Reserva de Biosfera Sierra del Rosario, Candelaria, Artemisa, Cuba. E-mail: [juancarloscorderoacosta@gmail.com](mailto:juancarloscorderoacosta@gmail.com)

<sup>II</sup>- Especialista para la Ciencia, la Tecnología y el Medio Ambiente de la Dirección del CITMA Artemisa. E-mail: [lelieth@gmail.com](mailto:lelieth@gmail.com)

Fecha de recepción: 12 de octubre de 2021      Fecha de aceptación: 14 de diciembre de 2021

**RESUMEN.** Para Cuba perfeccionar el manejo de sistemas agrícolas a nivel regional y así lograr soberanía y seguridad alimentaria, se ha convertido en un asunto de seguridad nacional, el interés por alcanzar dicha meta, en muchas ocasiones desemboca en sistemas agrícolas ineficientes que deterioran los ecosistemas naturales. El manejo agroforestal que se desarrolla en 10 agroecosistemas de la zona centro oriental del corredor biológico Sierra del Rosario-Mil Cumbres, donde se integran las actividades productivas a un modelo de desarrollo sostenible. Podría en caso de ser efectivo, extenderse a otros agroecosistemas de la región montañosa del país y así lograr modelos de gestión agrícola eficientes y sustentables. En consecuencia, el objetivo de esta investigación es evaluar la efectividad de manejo en los 10 agroecosistemas antes señalado. Utilizando el Manual Práctico para evaluar la efectividad del manejo agroforestal, obteniéndose como resultados : que el índice de diversidad de todos los agroecosistemas se encuentra por encima del umbral de la sostenibilidad, que su manejo el que contempla la aplicación de buenas prácticas como: la conservación y laboreo del suelo en función de las características topográficas, el uso de variedades mejor adaptadas y el manejo de una alta diversidad de especies útiles, garantizan en un 80 % la soberanía y seguridad alimentaria de los agricultores y su familia el encadenamiento productivo para la exportación hacia el ámbito nacional e internacional de algunas producciones y una matriz de paisaje de alta calidad.

**Palabras clave:** efectividad de manejo agroforestal, corredor biológico, índice de diversidad, indicadores de efectividad de manejo.

**ABSTRACT.** For Cuba, improving the management of agricultural systems at the regional level and thus achieving food sovereignty and security has become a matter of national security; the interest in achieving this goal often leads to inefficient agricultural systems that deteriorate natural ecosystems. The agroforestry management developed in 10 agroecosystems in the central-eastern zone of the Sierra del Rosario-Mil Cumbres biological corridor, where productive activities are integrated into a sustainable development model. If effective, it could

be extended to other agroecosystems in the mountainous region of the country and thus achieve efficient and sustainable agricultural management models. Consequently, the objective of this research is to evaluate the effectiveness of management in the 10 agroecosystems mentioned above. Using the Practical Manual to evaluate the effectiveness of agroforestry management, obtaining as results: that the diversity index of all agroecosystems is above the threshold of sustainability, that their management contemplates the application of good practices such as: soil conservation and tillage according to topographic characteristics, the use of better adapted varieties and the management of a high diversity of useful species, guarantee 80% of the food sovereignty and security of farmers and their families, the productive chaining for export to the national and international level of some productions and a high quality landscape matrix.

**Keywords:** agroforestry management effectiveness, biological corridor, diversity index, management effectiveness indicators.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la agricultura, su manejo y productividad ha sido siempre de particular interés para la humanidad. Desde las comunidades primitivas que establecieron los primeros cultivos e iniciaron asentamientos permanentes, hasta la actualidad.

Según (Martínez *et al.*, 2020 y Larrea *et al.*, 2017) lograr una agricultura sostenible a partir de rescatar y fomentar sistemas que proporcionen suficientes alimentos y servicios ecosistémicos para las generaciones presentes y futuras en una era de cambio climático, es uno de los desafíos más importante que enfrenta la humanidad.

Cuba sumida en una crisis sin precedentes, agudizada por la pandemia de la COVID-19, los efectos del cambio climático y el bloqueo norteamericano, le urge perfeccionar el manejo de sistemas agrícolas a nivel regional en función de lograr soberanía alimentaria. Sin embargo, el interés por alcanzar dicha meta, en muchas ocasiones desemboca en sistemas agrícolas especializados, los cuales demandan tecnología e insumos externos que los convierte en ineficientes, desde el punto de vista económico, ambiental y energético, aumentando dicha ineficiencia a medida que pasan los años en producción.

Las Reservas de la Biosfera, declaradas por UNESCO a través de su programa "El Hombre y la Biosfera" (MAB), son una de las más importantes contribuciones para afrontar mediante la utilización de la Agroecología, el desafío de lograr una agricultura sostenible y una verdadera soberanía alimentaria a nivel regional. A partir de la existencia en estas, de agroecosistemas con grandes niveles de biodiversidad y resiliencia, que con un adecuado manejo podrían convertirse en sistema diversificados, integrados y auto suficientes.

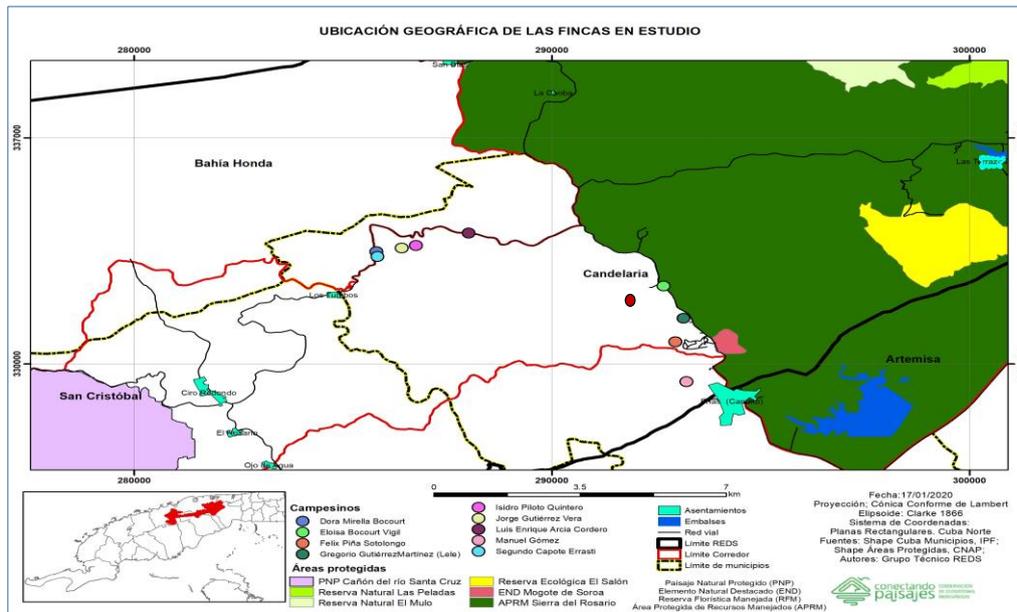
Los especialistas de la Reserva de la biosfera Sierra del Rosario de conjunto con diversas instituciones nacionales y extranjeras han desarrollado diferentes proyectos en los últimos 20 años, para introducir técnicas de manejo agrícola en los agroecosistemas de su zona de influencia, que promuevan: la conservación de la biodiversidad, la soberanía alimentaria y el tránsito a la sostenibilidad, a partir de la utilización de técnicas Agroforestales. Mediante estos proyectos se ha logrado en concordancia con lo expresado por (Altieri *et al.*, 2018) que los campesinos de la zona tengan una fuerte conexión entre la gestión sustentable de los recursos naturales y su propia cultura.

El proyecto internacional financiado por el GEF-PNUD **“Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados”** ha aprovechado estos saberes acumulados para gestionar, la matriz agrícola del corredor biológico Sierra del Rosario-Mil Cumbres promoviendo el manejo agroforestal como un modelo de producción sostenible, que atenúa según lo expresado por (Altieri *et al.*, 2017; García *et al.*, 2021) el efecto de la agricultura en la disminución de la diversidad de las especies.

A pesar de lo anteriormente señalado y de contar con evidencia científica según informes de la (FAO. 2018) de que la agroforestería se promueve como una alternativa viable de manejo de los agroecosistemas con enfoque de paisaje, que permite lograr una productividad y rentabilidad sostenible, y a la vez restaurar y conservar los recursos naturales y el funcionamiento del ecosistema. Uno de los desafíos que enfrentan hoy los especialistas del Área Protegida de recursos manejados Sierra del Rosario que participan en el proyecto internacional financiado por el GEF-PNUD **“Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados”** y productores agrícolas del corredor biológico Sierra del Rosario- mil Cumbres, es saber si después de todos los conocimientos trasladados, las nuevas técnicas introducidas y el intercambio de saberes que se ha producido, el manejo que se realiza en estos agroecosistemas ha sido capaz de cumplir los objetivos propuestos, de manera que se puedan extender las experiencias positivas a otros agroecosistemas de la región montañosa del país; en concordancia con ello, el objetivo de esta investigación es evaluar la efectividad del manejo agroforestal en 10 agroecosistemas de la zona centro oriental del Corredor Biológico Sierra del Rosario- Mil Cumbres, mediante la utilización del **Manual Práctico para evaluar la efectividad del manejo agroforestal, herramienta desarrollada por especialista de la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario.**(Cordero *et al.*, 2020)

## MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó en el año 2021, en 10 agroecosistemas de la zona centro oriental del Corredor Biológico Sierra del Rosario- Mil Cumbres, provincia Artemisa; ubicados geográficamente al noreste del municipio de candelaria. (Fig. 1)



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio Fuente: (Ecovida 2020) base cartográfica plan de manejo del APRM Sierra del Rosario año 2021-2026).

Se visitaron los agroecosistemas elegidos para el estudio, específicamente en las comunidades, Soroa-Campismo, La Comadre, La Guinea y Los Hoyos todas del municipio Candelaria provincia Artemisa, todos los agricultores están asociados a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida “Mario Ferro” y manejan sus agroecosistemas con una matriz agroforestal y sus agroecosistemas forman parte del corredor biológico Sierra del Rosario-Mil Cumbres.

**Tabla 1.** Agroecosistemas objeto de estudio su extensión y ubicación geográfica.

**Table 1.** Agroecosystems under study their extension and geographical location

Titular del Agroecosistema	Área	Latitud	Longitud
Félix Peña Sotolongo	1 ha	22,79211	-83,01663
Eloisa Bocourt Vigil	2 ha	22,808086	-83,018609
Ilda Soroa	2 ha	22,806532	-83,01760
Isidro Piloto Quintero	7 ha	22,81842	-83,07726
Jorge Gutiérrez Vera	7 ha	22,81821	-83,08167

Gregorio Gutiérrez Martínez	13 ha	22,79198	-83,01647
Dora Mirella Bocourt	13 ha	22,81595	-83,08496
Luis Enrique Arcia Cordero	13 ha	22,82256	-83,06516
Manuel Gómez Delgado	13 ha	22,78144	-83,01502
Segundo Capote Errasti	13 ha	22,8148	-83,0849

La investigación se desarrolló teniendo en cuenta el procedimiento metodológico de la herramienta **Manual Práctico para evaluar la efectividad del manejo agroforestal propuesto por** (Cordero *et al.*, 2020).

### **Etapas para la realización del estudio.**

#### 1) recopilación de información

Se actualizaron los inventarios de especies de los agroecosistemas objeto de estudio mediante la ejecución, de un proyecto técnico financiado por el fondo de desarrollo forestal de Cuba (FONADEF). Se utilizaron además como antecedentes los realizados en el año 2017 por especialistas del Instituto de Investigaciones Fundamentales para la Agricultura Tropical (INFAT) con la ejecución del proyecto Conservación de la biodiversidad en dos áreas protegidas de Cuba en la misma área geográfica. Se realizaron además entrevistas a los productores y trabajo de campo que logro determinar, superficie ocupada por grupos de cultivos, su producción anual y su uso para definir su nivel de importancia dentro del agroecosistema.

Para este estudio específicamente la diversidad existente en estos agroecosistemas se dividió en tres componentes y de la producción total por cultivos, se diferenció la utilizada para la alimentación de la familia (autoabastecimiento) y la producción empleada para la comercialización.

#### Primer componente:

Las especies de plantas y animales que se utilizan para la alimentación, como fibra, combustible, forraje, madera, medicina, decoración, u otros usos. Se incluyen las que tienen amplia representación en el mercado.

#### Segundo componente:

Especies, salvajes que se encuentra dentro de los agroecosistemas incluyendo animales y que benefician el ambiente agrícola proporcionando protección, sombra, polinización, mejoramiento del suelo, regulación del clima y otras. Estas especies se consideran proveedores de servicios y son conocidas y utilizadas por los agricultores.

Tercer componente:

Especies que constituyen parientes silvestres de plantas domesticadas y que se puede cruzar para mejorar el genotipo de sus primos de cosecha las cuales sobreviven autónomamente con mucha resistencia a plagas y enfermedades, y que a veces se pueden usar como alimento. En esta categoría también incluimos especies poco utilizadas y con presencia mínima o nula en el mercado

Siguiendo además lo indicado por la herramienta utilizada se evaluaron los indicadores que a continuación se relacionan:

**1 indicadores de calidad del suelo**

Estructura

Compactación e infiltración

Profundidad del suelo

Estado de residuos

Retención de humedad

Actividad biológica

**4 de indicadores de salud del cultivo**

Apariencia

Crecimiento

Resistencia o tolerancia a estrés

Diversidad genética

Diversidad natural circundante

Índice de Diversidad de Agroecosistema

**2 indicadores de manejo forestal**

Cobertura en función del cultivo principal

Porcentaje de composición con valor agregado

Presencia de árboles frutales en la composición

Vegetación natural

**5 indicadores de productividad económica**

Rendimiento actual o potencial

Acceso libre al mercado

Contratación de la producción

Afectación por impagos

### **3 indicadores de satisfacción de las necesidades sociales**

Seguridad alimentaria

Convivencia en la finca

Descendencia

Calidad de vida del campesino y su familia

Estos indicadores fueron discutidos con los agricultores y sus trabajadores siendo incluidos producto del debate y para este estudio en particular, un indicador más de productividad económica (**producción destinada a la exportación**) y uno de satisfacción de las necesidades sociales (**Calidad de vida del campesino y su familia**). Cada indicador se estimó en forma separada y se le asignó un valor del 1 al 10 siguiendo el procedimiento del **Manual Práctico para evaluar la efectividad del manejo agroforestal**.

2) análisis e interpretación de resultados.

En esta etapa se expondrán los resultados de la aplicación de la herramienta mediante la utilización del Gráfico de ameba donde se expresaran los valores obtenidos por cada indicador en todos los agroecosistema objeto del estudio de manera de poder evaluar el manejo en toda la región geográfica que ocupan. Se realizara una valoración general resaltando los resultados de cada indicador y sus clases de manera particular.

En cuanto a los resultados de la medición del Índice de Diversidad del Agroecosistema (IDA) se utilizará el gráfico de barras para facilitar su comprensión y poder exhibir los resultados de cada agroecosistema de manera individual.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

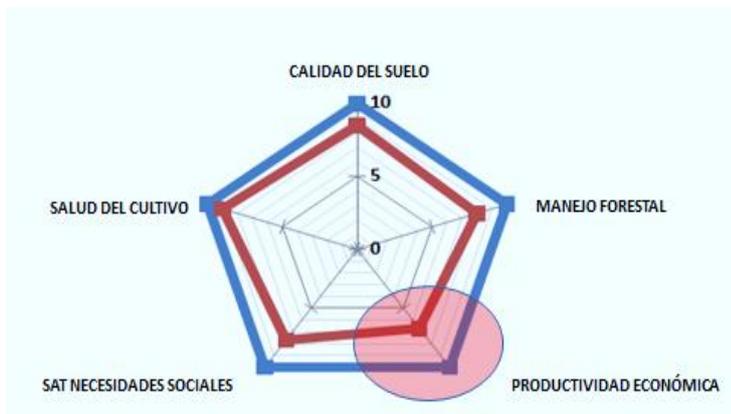
### **Principales características de los sistemas agroforestales estudiados**

Según (Koochafkan y Altieri, 2016 y 2017) es típico en los agroecosistemas productores de café, encontrar dos tipos de sistemas agroforestales: el sistema rústico tradicional y el sistema del policultivo tradicional (el café se cultiva asociado con frutales y otras especies agrícolas) teniendo ambos como punto de encuentro el mantenimiento de altos rendimientos durante todo el año, incluso en condiciones ecológicas adversas. Por lo tanto, los sistemas agroforestales estudiados se ubican en la segunda categoría, la cual según los autores anteriores representa la

fase más avanzada de manipulación del ecosistema del bosque nativo caracterizada por tres prácticas fundamentales.

1. el manejo de una alta biodiversidad
2. el cultivo y su manejo en función de las características topográficas
3. el mantenimiento de la fertilidad del suelo.

### **Evaluación de los Indicadores de efectividad de manejo agroforestal:**



**Figura 2.** Valor de los indicadores evaluados en todos los agroecosistemas

Los agroecosistemas estudiados en su conjunto después de realizada la valoración de los indicadores de efectividad de manejo seleccionados, presentan un promedio de 9 para salud del cultivo, de 8,5 para calidad de suelo, de 8 para el manejo forestal, de 7,7 en el caso de la satisfacción de las necesidades sociales y 6,5 para la productividad económica, todos los valores antes señalados se encuentran según la herramienta aplicada entre el valor medio y el valor deseado exhibiendo como principal punto crítico el indicador de productividad económica.

Los resultados obtenidos demuestran que el manejo agroforestal en estos agroecosistemas es más integral y sostenible que el que se realiza en agroecosistemas del corredor biológico Nipe-Sagua-Baracoa de acuerdo a lo expresado por (Acosta *et al.*, 2020a y Brooks *et al.*, 2021).

### **Indicadores de salud del cultivo**

Diversidad Manejada por los agricultores.

Los agroecosistemas estudiados en su conjunto manejan 370 especies entre plantas y animales según los inventarios realizados, dentro de las que se destaca una gran variabilidad de razas de maíz, frijoles y ajíes. (Tabla 2)

Aunque es el café el cultivo fundamental en todos ellos, los árboles son componentes muy importantes dentro de estos sistemas, así como otras especies de cosecha como las raíces y tubérculos, frutas y plantas medicinales. Un importante lugar ocupa también animales como el ganado mayor y menor, así como algunos silvestres dentro de los que se encuentran mamíferos endémicos de la Familia Capromyidae como la (*Capromys pilorides* Say) jutía conga y (*Mysateles prehensilis* Poeppig) jutía carabalí las cuales se utilizan para la alimentación; también son manejadas las (*Melipona beecheii* Bennett) abejas de la tierra y (*apis mellifera* lin) abeja europea para la producción de miel y la polinización.

**Tabla 2.** Grupos de especies, cantidad y su valor de importación según el uso que le da el campesino.

**Table 2.** Groups of species, quantity and their import value according to the use that the farmer gives them

Componentes de la biodiversidad de los agroecosistemas de estudio	Total de especies	Valor de importancia	Valor de imp máx
Primer componente	137	347	411
Segundo componente	33	86	99
Tercer componente	200	250	600
Total	370	683	1110

La cantidad de especies manejadas en estos agroecosistemas con matriz agroforestal se considera elevada resultados similares a los obtenidos por (Brooks *et al.*, 2021) en sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Nipe-Sagua-Baracoa, Segundo Frente, Santiago de Cuba, lo que evidencia similares características en cuanto manejo de la biodiversidad entre las dos áreas geográficas.

Sin embargo es superior a las reportadas en otros países como Colombia (Cordero citando a Leyva 2016), en Filipinas (Cordero citando a Altieri y Rosset 2016); en agroecosistemas manejados con matriz agroforestal.

Se pudo apreciar también, en los agroecosistemas estudiados la presencia de cultivares muy antiguos de (*Saccharum officinarum* L.) caña de azúcar como son “Media Luna”, “Cinta” y “Cristalina”, que se han cultivado por casi 100 años, y que se encuentran conservados in situ, por sus excelentes cualidades (alto contenido de azúcares y suavidad del tallo), por lo que estos agroecosistemas podrían constituir también un reservorio genético para la recuperación de estos

cultivares a nivel de país. Resultado que además evidencia un intercambio efectivo de semillas entre agricultores del Área Protegida de Recursos Manejados Sierra del Rosario y los del área de estudio a través de las ferias de agrobiodiversidad y la gestión del corredor biológico según se expresa en el plan de manejo del APRM Sierra del Rosario año 2021-2026 (ECOVIDA, 2020).

Las especies más importantes para los campesinos de los agroecosistemas estudiados son las del primer componente: aquellas que se destinan a la alimentación humana y a la producción de riquezas. En segundo orden de importancia se incluyen varias especies con el objetivo de alimentar al suelo, otras que constituyen polinizadores, reguladores del clima y protectores, resultado que evidencia una utilización más variada de la diversidad disponible en función de lograr integralidad, característica que según (Altieri *et al.*, 2017; García *et al.*, 2021) se logran con el establecimiento del manejo agroecológico sostenible como estrategia de gestión de la matriz agrícola en corredores biológicos.

**Tabla 3.** Especies Vegetales y animales más usadas por los agricultores y su variabilidad intra específica.

**Table 3.** Plant and animal species most used by farmers and their intra-specific variability

ESPECIES VEGETALES		
Nombre científico	Nombre común	Nombre de los cultivares
<i>Coffea arabica</i> , L	Café arábico	Bombón Rojo, Criollo, Caturra rojo, Caturra amarillo, Catimor, Mundo Nuevo, Tradicional
<i>Xanthosoma sagittifolium</i> , Schott	Malanga	Blanca
<i>Xanthosoma violaceum</i> , Schott.	Malanga	Morada
<i>Pouteria sapota</i> Jacq.	Mamey	colorado, rosado
<i>Musa paradisiaca</i> , L. var. <i>Sapientum</i> , Kuntze	Plátano	Johnson (Gros Michel), Burro, FHIA 18, Verdín, Vietnamita, enano criollo
<i>Manihot esculenta</i> , Crantz	Yuca	Angolana, papa, blanca
<i>Phaseolus vulgaris</i> , Lin	Frijol Común	Frijol Negro, Frijol Colorado, Negro brillante, Frijol Blanco, Mantequilla
<i>Zea mays</i> , Lin	Maíz	Enano, Mexicano, Gibara, Morado, Criollo
ESPECIES ANIMALES		
Nombre científico	Nombre común	Nombre de los conglomerados
<i>Sus scrofa domestica</i> Lin	Cerdos, Puercos	Criollo y de granja
<i>Gallus gallus domesticus</i> Lin	Pollos, Gallinas	criollos
<i>Bos primigenius taurus</i> Lin	Vacas, Toros y Bueyes	Cebu, criollo

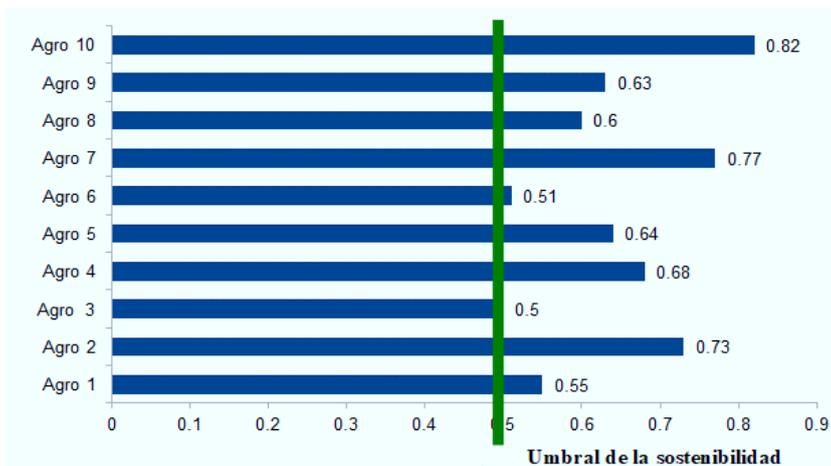
La variabilidad expresada en la tabla es consistente con el nombre proporcionado por los campesinos de la zona.

**Tabla 4.** Especies silvestres vegetales y animales más usadas por los agricultores.

**Table 4.** Wild plant and animal species most used by farmers.

nombre científico	nombre común
<b>ESPECIES VEGETALES</b>	
<i>Vitis tiliaefolia</i> H. et B	Uva parra
<i>Trophis racemosa</i> (L.), Urb	Ramón de caballo
<i>Zingiber officinale</i> , Desc.	Jengibre
<i>Allophyllus cominia</i> (L.), Sw	Palo de caja
<i>Lippia alba</i> (Mill.), N. E. Brown	Flor de españa
<i>Roystonea regia</i> , O. F. Cook	palma real
<i>Samanea saman</i> , Merr	Algarrobo
<i>Deherainia cubensis</i> , Mez.	Contraguao
<i>Smilax domingensis</i> , Willd.	Raíz de china
<b>ESPECIES ANIMALES</b>	
<i>Mysateles prehensilis</i> Poeppig	Jutía carabalí
<i>Capromys pilorides</i> Say.	Jutía conga
<i>Melipona beecheii</i> Bennett.	Abeja de la tierra

En la figura siguiente se expresa el resultado de la medición del Índice de Agrobiodiversidad de los agroecosistemas estudiados.



**Figura 3.** Comparación de los valores del (Índice de diversidad del agroecosistemas IDA)

El índice de diversidad de todos los agroecosistemas estudiados se encuentran en o por encima del umbral de la sostenibilidad según el **Manual Práctico para evaluar la efectividad del manejo agroforestal propuesto por** (Cordero *et al.*, 2020), manejando todos una alta diversidad utilitaria, teniendo presente proporcionalmente, las necesidades humanas, de los animales y del recurso natural suelo; incluyendo además un grupo importante de especies no alimenticias, pero imprescindibles para enriquecer la espiritualidad humana y la estabilidad del paisaje.

Para entender la relevancia de este resultado en cuanto a la efectividad del manejo de estos agroecosistemas, debemos dialogar con (León *et al.* 2018 y León 2021). El que expresa, que el manejo de una alta diversidad utilitaria convierte a los ecosistemas productivos en agroecosistemas mayores, vinculados más con el pensamiento ambiental y por supuesto, sin ningún sentido de exclusión, característica que facilita la incorporación de estos, a corredores biológicos ya que sus manejadores no solo se preocupan por producir y generar riquezas sino también por la conservación de especies animales y vegetales, resiliencia y estabilidad.

### **Indicadores de calidad del suelo**

Para evaluar estos indicadores partimos de lo expresado por (Koohafkan y Altieri, 2016) en cuanto al manejo del suelo en función de la topografía, característica de este tipo de agroecosistemas. Se tomó también como antecedentes el estudio realizado por (Torres *et al.*, 2016) en esta misma área donde se comprobó según el análisis del modelo de inclinación de las pendientes que en el 55 % se encuentran por encima de los 30 grados. Por lo que la erosión hídrica es un problema latente que tienen que contrarrestar los agricultores cotidianamente, para

lo que usan técnicas de manejo de la erosión a escala de paisaje, que (Martínez, 2019 y Espinoza, 2020) catalogan como recomendables y muy novedosas para agroecosistemas con problemáticas similares.

Otras técnicas de manejo sostenible de tierra utilizadas en los agroecosistemas objeto de estudio según la exposición de la pendiente:

1. Pendientes con exposición Sur:

Recibe una mayor radiación solar y la humedad relativa es menor. Como consecuencia, los agricultores utilizan estas parcelas para cultivos como (*Zea mays, Lin*) maíz, (*Cucurbita maxima, Duch*) calabaza y (*Saccharum officinarum, L*) caña de azúcar.

2. Pendiente orientada al Norte

La pendiente orientada al norte tiene una exposición solar más baja y luego una humedad relativa más alta. En esta zona los agricultores cultivan especies como la (*Xanthosoma sp, Colocasia, esculenta Schott*) malanga, (*Coffea arabica L*) café arábigo y (*Musa sp Kuntze*) banano. En estas laderas también se observan árboles centenarios de (*Pouteria sapota Jacq.*) mamey colorado

Se comprobó mediante los resultados obtenidos que los mejores suelos se encuentran asociados a las pendientes orientadas al N con los niveles más altos de materia orgánica, humedad y actividad biológica, especialmente en las áreas de cultivo de café, donde es notable la presencia de mayor cobertura forestal formada en un alto por ciento por árboles grandes fuente de materia orgánica que podrían considerarse como "bombas de biomasa" sobre los suelos, resultados similares a los obtenidos por (Rios *et al.*, 2016) en un agroecosistema de esta misma área geográfica.

Los contenidos de materia orgánica y actividad biológica son menores en el caso de las pendientes con orientación S. En consecuencia, es comprensible la ubicación aquí de cultivos que no son muy exigentes en términos de fertilidad del suelo, así como tolerantes a la exposición solar.

En el caso de los indicadores de humedad, aun cuando no existen sistemas de riego adecuados en estos agroecosistemas que contrarresten el estrés hídrico, los agricultores como técnica de manejo distribuyen los cultivos de acuerdo a las áreas húmedas, aprovechando que históricamente la ubicación de las fincas está determinada por la existencia de arroyos de agua,

práctica de manejo por sitio específico, que estando de acuerdo con lo expresado por (Espinoza, 2020) recomendamos sea extendida a otros agroecosistemas del país .

### **Indicadores de manejo forestal**

Dentro de las contribuciones más notables que han hecho los agricultores con el manejo de estos sistemas agroforestales, encontramos, la capacidad de preservar una alta diversidad y cobertura en el contexto puramente forestal que se encuentran sobre la media nacional resultados superiores a los obtenidos por (Acosta *et al.*, 2020a y Brooks *et al.*, 2021) en agroecosistemas del corredor biológico Nipe-Sagua-Baracoa , En concordancia se reconocen servicios ecosistémicos relevantes como, el secuestro de CO<sub>2</sub>, protección de cuencas hidrográficas, conectividad estructural y contribución a la polinización, que es un proceso ecológico fundamental para el mantenimiento de la viabilidad y diversidad de las plantas con flores .

Estudios realizados por especialistas del Instituto de Investigaciones Fundamentales para la Agricultura Tropical (INIFAT) e investigadores del proyecto conectando paisajes le atribuyen además a estos agroecosistemas, una matriz de paisaje de alta calidad, lo que confiere una buena oportunidad para la conectividad de las poblaciones de especies silvestres.

### **Indicadores de productividad económica y satisfacción de las necesidades sociales:**

Según la información recopilada en las entrevistas realizadas a los campesinos y sus familiares, así como la evaluación de los respectivos indicadores se pudo constatar en todos los casos, que el autoconsumo basado en los productos producidos estaba por encima del 80% con alguna excepción como la sal, azúcar, pan y arroz y en menor medida los frijoles, garantizando al mismo tiempo "exportar" productos fuera de sus fronteras (al ámbito municipal, provincial y nacional), como el caso del café, la malanga, el plátano, los cerdos y el mamey colorado este último muy apreciado en el contexto urbano de las provincias de Artemisa y La Habana, resultado que concuerda con el obtenido por investigadores del Instituto de Investigaciones Fundamentales para la Agricultura Tropical (INIFAT) en esta misma área geográfica.

Estos sistemas Agroforestales también intervienen directamente en el encadenamiento productivo para la exportación hacia el ámbito internacional de algunos productos como la miel de abeja, la madera preciosa y el carbón vegetal, aunque el desarrollo de esta actividad comercial dista mucho de las potencialidades reales.

Aunque lo expresado anteriormente es una fortaleza, no podemos olvidar que fueron estos indicadores los que más problemas presentaron en la evaluación ya que, aunque el manejo de estos agroecosistemas garantiza en un alto porcentaje la seguridad y soberanía alimentaria de los agricultores y su familia, tienen débiles cadenas de comercialización que limitan su desarrollo y contribución a la seguridad y soberanía alimentaria de la región geográfica donde se encuentran.

Un ejemplo de lo antes señalado es la identificación de una diversidad de fuentes de ingresos para estos sistemas agrícolas que podrían convertirse en garantía de resiliencia, como son.

1. La organización de la recolección y venta de los pecíolos de la (*Roystonea regia*, O. F. Cook) palma real los cuales son muy demandados en la elaboración de cajas para transporte de hojas de tabaco.
2. La conservación de semillas como fuente de ingresos, ya que muchos estudios apoyan que en la zona funcionan sistemas informales de intercambio de semillas, con capacidad para satisfacer las necesidades de los usuarios durante emergencias y desastres.
3. Otra alternativa de comercialización son las especies que se reconocen en la literatura como sub utilizadas o simplemente las que se cultivan y no están presentes en los mercados (Tabla 5).

En el área de estudio se han identificado por diversos investigadores del INIFAT un gran reservorio de este tipo de agrobiodiversidad. Las cuales son muy importantes como fuente de conservación in situ, así como una oportunidad futura para aportar valor económico. Las más comunes se muestran a continuación.

**Tabla 5.** Especies sub utilizadas con presencia mínima o nula en los mercados

**Table 5.** Underutilized species with minimal or no presence in the markets

Nombre científico	Nombre común
<i>Anacardium occidentale L.</i>	Marañón
<i>Annona muricata L.</i>	Guanábana
<i>Annona reticulata L.</i>	Chirimoya
<i>Artocarpus altilis (Parkinson) FosbergFosberg</i>	Árbol del pan
<i>Averrhoa bilimbi L.</i>	Pepinillo
<i>Averrhoa carambola L.</i>	Ciruela China

<i>Bixa orellana</i> L.	Bija
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth.	Gandul
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	Caimito
<i>Mammea americana</i> L.	Mamey de Santo Domingo
<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	Mamoncillo
<i>Passiflora edulis</i> Sims.	Maracuyá
<i>Pouteria campechiana</i> (Humb., Bonpl. et Kunt) Baehni.	Canistel
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch.	Melocotón
<i>Vitis vinifera</i> L.	Uva
<i>Zingiber officinale</i> (L.) Roscoe.	Jengibre

En estos agroecosistemas existen otras posibilidades de valorización. Aprovechando la existencia de centros turísticos e instituciones científicas cercanas que brindarían alianzas importantes, para promover iniciativas de encadenamiento en materia de turismo rural el cual podrían dirigirse a potenciar el desarrollo económico. Eje.

- Complejo turístico Las Terrazas
- Hotel Horizontes Soroa
- Jardín botánico Orquideario Soroa
- Reserva de la biosfera Sierra del Rosario.

## CONCLUSIONES

El manejo agroforestal de todos los agroecosistemas evaluados es considerado adecuado, mediante él se aplican prácticas novedosas con enfoque de paisaje que garantizan en un 80 % la soberanía y seguridad alimentaria de los agricultores y su familia y una matriz de paisaje de alta calidad.

Las prácticas agrícolas con enfoque de paisaje identificadas en los agroecosistemas estudiados tales como, la conservación y laboreo del suelo en función de las características topográficas, mantenimiento de cobertura permanente en el suelo para conservar agua y favorecer la infiltración, lograr un mayor aporte de nutrientes al suelo mediante el manejo efectivo de la biomasa, el uso de variedades de cultivos mejor adaptadas y una elevada diversidad de especies útiles, deben de incluirse en los programas de capacitación y extensionismo forestal de todos los corredores biológicos del país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri M, Nicholls C. (2018). Agroecología y cambio climático: ¿adaptación o transformación? Agroecology and Climate Change: Adaptation or Transformation. Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-diciembre, 2018). EISSN: 2215-3896. Vol 52(2): 1-15.
- Acosta G, Brooks R.M, Abad M.A, La Llave S. (2020). Evaluación de la compatibilidad del manejo de agroecosistemas en el Corredor Biológico Nipe Sagua-Baracoa (Santiago de Cuba). Acta Botánica Cubana. 219: 20-27. ISSN 2519-7754 RNPS 2402.
- Brooks R.M, Acosta F, Acosta G. (2021). Espermatófitos en sistemas agroforestales en el Corredor Biológico Nipe-Sagua-Baracoa, Segundo Frente (Santiago de Cuba). Acta Botánica Cubana. 220: 27-32. ISSN 2519-7754 RNPS 2402
- Cordero J.C, Hernández F, Zamora J.L, Baños R, Valdez P.A y Arzola D. (2017). Efectividad del manejo agroecológico en la finca San Lorenzo, Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. Revista Ecovida Vol.7 No.2: 100-113 ISSN. 2076-281X.
- Cordero J.C, Hernández F, Zamora J.L, Baños R, Valdez P.A y Arzola D. (2020). Manual Práctico para evaluar la efectividad de manejo agroforestal en el corredor Sierra del Rosario-Mil Cumbres, Cuba. Revista ECOVIDA Vol.10 No.2., RNPS: 2178 / ISSN. 2076-281X
- ECOVIDA (2020) Plan de Manejo APRMSR (2021-2026), CNAP, Cuba.
- Espinosa, J.A. (2020). El manejo sostenible de tierras a escala de paisaje. Análisis desde una perspectiva científica y social. Revisión. Agrisost, 26(3), 1-12. Recuperado a partir de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/e3275>. ISSN-e:1025-0247.
- FAO. (2018). Caracterización de los sistemas agroforestales Kuxur Rum y Quesun- gual en el Corredor Seco de Guatemala y Honduras. Ciudad de Panamá, 49 pp. ISBN 978-92-5-130486-0
- Koohafkan P, Altieri M. (2017). Forgotten agricultural heritage: reconnecting food systems and sustainable development. London, Routledge
- Koohafkhan P, Altieri M. (2016). Forgotten Agricultural Heritage. Reconexión de sistemas alimentarios y desarrollo sostenible. Nueva York. Routledge. Estados Unidos, 271 págs.

- Larrea, C, Coord, C.A, Arroyo, L.M, (2017). ¿Está agotado el período petrolero en Ecuador? Alternativa hacia una sociedad más sustentable y equitativa. Ediciones La Tierra Pachamama Alliance.Universidad Andina Simón Bolívar. 460 p. ISBN 978-9942-751-01-0.
- León Sicard, T.E. (2021). La estructura agroecológica principal de los agroecosistemas: perspectivas teórico-prácticas (1.<sup>0</sup> ed.). Universidad Nacional de Colombia. ISBN 978-958-794-605-5.
- Martínez, Y, Gómez A, Ferro E.M, Castro A.M e Hidalgo I.J. (2020). Respuestas adaptativas de comunidades campesinas ante los efectos del cambio climático, Parque Nacional Viñales. Avances, 22(3), 373-387. ISSN digital: 1562-3297.
- Torres L.M, Sánchez Rodríguez, Y, González Álvarez, A, Cordero Acosta, J.C. (2016). Caracterización edáfica de los suelos en la finca San Lorenzo, paisaje agroforestal de la sierra del rosario, provincia artemisa, Cuba. Revista Agrotecnia de Cuba, 40 (2): P29 – 42. ISSN impresa: 0568-3114, ISSN digital: 2414-4673.

-----

**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.