

Artículo científico**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA AGROBIODIVERSIDAD Y SU POTENCIAL ECONÓMICO EN PAISAJES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA "SIERRA DEL ROSARIO"**

Alfredo Socorro García¹, Maribel González- Chávez Díaz¹, Alejandro González Álvarez¹, Yanisbell Sánchez Rodríguez¹, Raúl Cristóbal Suárez¹, Jorge Luis Zamora Martín², Damaysa Arzola Delgado², Yolanda de la C. González Pérez², Fidel Hernández Figueroa², Nadia Bergamini³, Paola De Santis³ y Marta Giuliani³

RESUMEN

El proyecto "Conservación de la biodiversidad agrícola en reservas de la biosfera: conectando paisajes agrícolas y naturales para lograr los objetivos de desarrollo del milenio" (COBARB) se involucra en el estudio y fomento de la Agrobiodiversidad (ABD) en la Reserva de Biosfera Sierra del Rosario concatenando su conservación con la generación de beneficios. Como contribución a tales propósitos, se analizó su distribución en 78 fincas de la reserva, atendiendo a criterios paisajísticos. Se recopiló información que condujo a la creación de una matriz conformada por 153 especies vegetales según grupos de cultivos y paisajes. Por otra parte, a partir de datos conocidos, se estimó el valor de los recursos agua, capacidad de fijación de carbono por los bosques y la potencialidad de la ABD como activo turístico. La estimación de su valor económico es una tarea relevante, con vistas a incidir en su protección por medio del uso y manejo sostenibles.

Palabras clave: agrobiodiversidad, paisajes, valor económico.

Comparative analysis for agrobiodiversity and its economical potential in landscapes of the reserve of the biosphere "Sierra del Rosario"**ABSTRACT**

The project "Conservation of agricultural biodiversity in biosphere reserves: connecting agricultural and natural landscapes to achieve the millennium development goals" (COBARB) is involved in the study and promotion of agrobiodiversity (ABD) in the Reserve of the Biosphere "Sierra del Rosario", concatenating its conservation with the benefits improvement. The 78 farms distributed in the reserve were analyzed to contributing for these purposes, according to landscape criteria. The Information was collected to perform the creation of a matrix made up of 153 plant species according to crop and landscape groups. On the other hand, based on known data, the value of the resources water, carbon fixation capacity by the forests

¹DrC. Alfredo Socorro García, Investigador titular del Departamento de Agricultura urbana y manejo de cultivos del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Calle 188 No. 38754 entre 397 y Linderos, Santiago de la Vegas, La Habana, Cuba. E: mail: dpfisiologia@inifat.co.cu, ²Estación Ecológica Sierra del Rosario, Las Terrazas, Artemisa, Cuba, ³Biodiversity International, Roma, Italia.

and the potential of the ABD as a tourism asset were also estimated. The estimation of the economic potential valorization of ABD is a relevant task with a view to influencing its protection through use and sustainability management.

Key words: agro-biodiversity, economic indicators, landscapes

INTRODUCCIÓN

En décadas pasadas el enfoque de la conservación de la naturaleza se realizaba sobre la total desvinculación de las implicaciones económicas. La protección de determinadas áreas se basaban en criterios meramente cualitativos y no se abordaban los conceptos de costo, valor económico o eficiencia. En la actualidad se le presta particular importancia a establecer determinados análisis para evaluar la biodiversidad y su conservación mediante indicadores económicos. Ello se debe fundamentalmente al incremento de la demanda, por parte de la sociedad para la debida protección del medio ambiente, que a su vez no implique la generación de conflictos de intereses dentro de las sociedades (Ramos *et al.*, 2017).

Para llevar a cabo este tipo de cálculo se han propuesto varios métodos, los cuales van desde desarrollar un inventario de la riqueza genética en la región en cuestión, hasta calcular el valor de los servicios eco-sistémicos que esta brinda. El término biodiversidad se refiere al número, variedad y variabilidad de seres vivos en un ecosistema (Zuluaga *et al.*, 2011). Bajo este concepto se puede plantear que dichos organismos participan de forma natural en toda una serie de procesos como son los ciclos del agua, carbono y nitrógeno en todo el ecosistema, incluyendo al ser humano.

Un gran número de comunidades de bajos recursos en el mundo entero dependen directamente de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, por lo que sus medios de vida se

verían afectados por su pérdida, de ahí que los ecosistemas saludables sean esenciales para aumentar la resiliencia y la producción agrícola frente a los cambios.

Actualmente se ha mostrado especial interés en valorizar la ABD, y porque esta gane espacios dentro de la llamada “sustentabilidad de la agricultura familiar” la cual ha tomado fuerza a partir de la predicción de los futuros escenarios de cambio ambiental global. En este contexto, los sistemas agrícolas de montaña son uno de los menos estudiados, a pesar que permiten el manejo predial manteniendo prácticas tradicionales, cuyo uso basado en los conocimientos locales, representan mecanismos que permiten un mejor desempeño de las unidades familiares en los ámbitos ambiental, económico y social (Fuentes, 2016). Es hacia ese tipo de región donde se puede incentivar una agricultura que promueva el uso y conservación de la ABD dentro de los entornos de paisaje vinculados a los indicadores de mayor aprovechamiento de la tierra, el agua, los recursos fitogenéticos y el empleo de prácticas agroecológicas, las cuales se han diseminado hacia diferentes formas de producción (Sarandón y Flores, 2014; Loaiza *et al.*, 2014), incluyendo a Cuba (Funes y Vázquez, 2016).

La agricultura promueve la biodiversidad, puesto que mantiene las prácticas sostenibles, usa el agua, la tierra y los nutrientes de manera eficaz, produciendo al mismo tiempo beneficios económicos y sociales duraderos. Por esta razón, las barreras que inhiben su adopción más generalizada deben reducirse (SCDB, 2008).

Debido a determinadas acciones naturales o causadas por el hombre la biodiversidad puede variar. Los principales factores de pérdida a nivel mundial son la modificación del hábitat, las especies introducidas, la sobre-explotación de recursos y la contaminación.

De igual manera, se introduce el concepto de Agrobiodiversidad como la diversidad biológica que se relaciona directamente con las especies con potencialidad de manejo por la actividad humana (Senbeto *et al.*, 2019). La misma es un subconjunto de la biodiversidad estrechamente relacionado con la variedad y variabilidad de animales, plantas y microorganismos que se incluyen dentro del manejo en un sistema agrícola. Es el resultado de una fuerte interacción entre los recursos genéticos, el medio ambiente y las prácticas de manejo agrícola.

Su valor está dado por la riqueza (número de elementos que la conforman), la abundancia relativa o incidencia de cada uno de los elementos en relación a los demás y el grado de variabilidad (diferenciación genética, taxonómica o funcional de dichos elementos). La agrobiodiversidad se asocia con un manejo sostenible, el incremento productivo, la disminución de riesgos y el aumento de la resiliencia (Altieri *et al.*, 2011). Asimismo, los estudios de variabilidad genética facilitan la obtención de diversos productos que contribuyen a una mejor oferta de alimentos (Egea-Gilabert *et al.*, 2013).

Cuando se presenta el concepto de valoración económica de la agrobiodiversidad, se hace referencia al valor que esta tiene en el mercado, es decir a su valor de cambio (Velásquez, 2010). Sin embargo, en ocasiones no se tiene en cuenta su valor de uso y potencial.

El estimado económico del valor de la ABD en una determinada región no siempre coincide con la valorización del inventario de recursos que en ella se encuentran. Es decir, aquí se refiere a los llamados activos, que representan todo aquello que posee una entidad (dígase una empresa o una reserva de la biosfera). El valor de dicha entidad está precisamente en los activos que a su vez se clasifican en tangibles e intangibles. Los primeros se refieren a todo aquello que se puede cuantificar con cifras estimadas o exactas.

Por ejemplo, se puede medir el valor de una finca que se dedica a la producción de alimentos en zonas montañosas apartadas, de acuerdo al área, tipo de suelo, cantidad de animales, capacidad agrológica y productiva, etc. Sin embargo, al analizar otros aspectos como son la propia gestión del conocimiento en función de la productividad, las prácticas de manejo sostenibles y agroecológicas, la certificación de los productos, entre otros, se puede considerar un valor agregado a partir de estos recursos llamados intangibles, los cuales por regla general no entran en la carpeta contable de las empresas (Cuesta y Valencia, 2014).

La diversidad de especies dentro de las fincas representa en sí un aspecto de valor potencial y de uso, ya que promueve la diversificación de los modos y usos de la tierra y de cómo el entorno paisajístico puede ayudar a desarrollar una agricultura sana y ecológica.

Dada la existencia de pocos estudios para estimar el valor económico de la ABD y teniendo en cuenta los conceptos básicos relacionados con ella, el presente trabajo tuvo como objetivo realizar una estimación del valor potencial de la ABD en la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario", a través de un análisis de la riqueza genética en diferentes fincas, tomando como referencia

algunas comunidades dentro de la Reserva y bajo la perspectiva de los campesinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características geográficas de la zona de estudio.

La Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario" se encuentra ubicada en la región occidental del archipiélago cubano, formando parte de la denominada Cordillera de Guaniguanico. Abarca un área aproximada de 250.7 km² (Hernández et al., 2015) y un perímetro de 79 km.

De acuerdo al entorno paisajístico, la reserva se divide en 10 unidades de paisaje (González, 1989),

pero sólo en cuatro de ellas se encuentra el grupo de campesinos que conforma el objeto de estudio. Estas cuatro unidades de paisajes son: (A)-Llanura Fluvio marina acumulativa, (B)-Llanura erosivo denudativa, (C)-Alturas hort anticlinales y (D)-Alturas lito-estructurales denutivas y erosivas (Figura 1).

Ello incide con la forma de distribución espacial de muchos de los recursos que conforman la riqueza genética de la Reserva.

Las fincas que comprende este estudio están distribuidas por comunidades, las cuales a su vez están ubicadas en los cuatro tipos de paisajes.

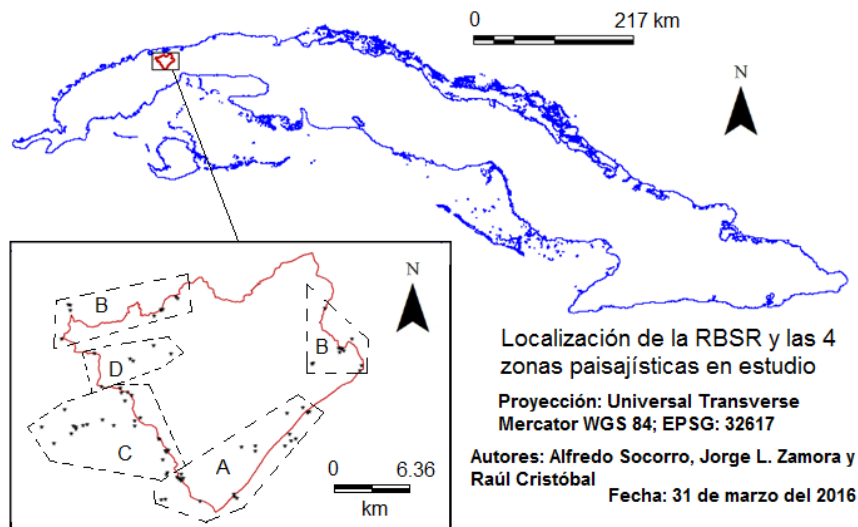


Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario". Los puntos en el cuadro inferior muestran las fincas de los campesinos agrupadas en los cuatro paisajes representados por letras y delimitados por líneas discontinuas, mientras que la línea continua muestra el límite de la reserva. A: Llanura Fluvio marina acumulativa, B: Llanura erosivo denudativa, C: Alturas hort anticlinales y D: Alturas lito-estructurales denutivas y erosivas. (Datos provenientes de la Estación Ecológica, RBSR).

La Tabla 1 muestra como están agrupadas de acuerdo a los criterios de zonificación antes expuestos.

Tabla 1. Distribución de las 22 comunidades de acuerdo a sus entornos paisajísticos y número de fincas en cada una (González, 1989).

A		B		C		D	
Llanura Fluvio marina acumulativa		Llanura erosivo denudativa		Alturas hort anticlinales		Alturas lito-estructurales denutivas y erosivas	
Barrancones	4	Cayajabo	2	La Comadre	6	Mango Bonito	8
CanditoFrias	8	El Establo	8	Carambola	4	San Blas	1
El Carmen	2	La Lechuza	5	Los Hoyos	3	Valdés	2
La Flora	1	San Diegode Nuñez	4	Manantiales	1		
La Tumba	3	San Francisco	3	La Guinea	1		
San Miguel Coblet	5	San Isidro	1	El Retiro	1		
				Soroa	5		

Para estimar la diversidad de especies en cada comunidad se confeccionó una base de datos en forma matricial con todas las especies identificadas a partir de las encuestas realizadas. La matriz M_{ls} contiene tres columnas que corresponden a los grupos de especies ($s=1,2,3$) y 22 filas ($l=1,2,3,\dots,22$), asociadas a las comunidades. Los grupos de especies que se corresponden al subíndice "s" fueron conformadas de acuerdo al siguiente criterio: Grupo I-Alimentos básicos (Frutales, granos, **Recopilación y procesamiento de la información.**

Para caracterizar y cuantificar los recursos en las fincas y su entorno, se llevaron a cabo entrevistas a 78 campesinos de las 22 comunidades. Los mapas agroproductivos de cada una de las fincas se elaboraron, a partir de evaluaciones de las coordenadas de los puntos límites por medio de un sistema de GPS, así como la utilización de mapas satelitales actualizados (2014-2015) y la utilización de sistemas de información geográfica como el programa DIVA-GIS (Diversity-Analysis-Geographic Information System) (Scheldeman y

van Zonneveld, 2010). Con igual sistema GPS se ubicaron las fincas.

hortalizas, raíces y tubérculos, así como bebidas que incluye café y cacao), Grupo II-Uso variado (especies para alimento animal, condimentos y plantas medicinales), así como un Grupo III-Uso no alimenticio que incluye las cercas vivas, maderables, ornamentales y otros usos. De esta manera, los elementos " m_{ls} " de la matriz, para cada comunidad y grupo consideran el número de especies n_{ls} de un determinado grupo "s", localizadas en la l-ésima comunidad, dividido entre el número de fincas NF_l que contiene la referida comunidad, de acuerdo al muestreo realizado.

$$m_{ls} = \frac{n_{ls}}{NF_l} (1)$$

A los elementos de la matriz m_{ls} se les realizó un análisis de varianza de clasificación doble donde los factores a analizar fueron el grupo y el paisaje, este último teniendo en cuenta la distribución de las comunidades estudiadas.

Para estimar la agrobiodiversidad específica en las comunidades estudiadas se calculó una magnitud análoga al índice de Shannon "Shannon-Wiener" (Scheldeman y van Zonneveld, 2010), mediante la siguiente expresión:

$$H = - \sum_{\alpha=1}^{\beta} p_{\alpha} \cdot \log_2 p_{\alpha} \quad (2)$$

Donde p_{α} es la proporción de las categorías de especies α (frutales, granos, hortalizas, raíces y tubérculos, café, cacao, alimento animal, condimentos, plantas medicinales, cercas vivas, maderables, ornamentales y otros usos), respecto al total de especies identificadas en la comunidad. Es decir, la abundancia relativa de determinada categoría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario de recursos agrícolas

La Tabla 2 muestra un total de 153 especies para múltiples usos agrupadas de acuerdo a características comunes y/o aplicaciones, en las fincas analizadas, que corresponden a las 22 comunidades. Estas especies fueron identificadas a partir de las encuestas a los campesinos y por tanto reflejan aquellos cultivos de mayor importancia en su manejo diario.

Estos resultados muestran una mayor presencia de especies de importancia destinadas al alimento humano, dentro de los principales cultivos que manejan los campesinos, según la información aportada por los mismos. Por ejemplo, en las comunidades Candito Frías y Mango Bonito, se han identificado un total de 115 y 116 especies respectivamente de diferentes frutales, granos, hortalizas, raíces y tubérculos, dentro de ocho fincas en cada comunidad, las cuales fueron seleccionadas para el estudio.

Dentro de ellas se destacan los frutales, que en muchos casos representan árboles de ciclo de vida largo que favorecen una adecuada producción de alimentos, sin el empleo de manejos intensivos del suelo que tienen lugar cuando se utilizan en exceso los cultivos de ciclo corto y por tanto se contribuye a la Agricultura de Conservación (FAO, 2016).

Estudios de casos anteriores han demostrado que el empleo de especies perennes favorece la capacidad agrológica y agroproductiva de los suelos dentro de una zona protegida (Socorro et al., 2014), lo que propicia una mayor disponibilidad de alimentos per cápita.

Los valores de H calculados muestran valores entre 1 y 3 para la mayoría de las comunidades y solo uno por debajo de 0,5. El índice de Shannon generalmente oscila entre 1,5 y 3,5 (Somarriba, 1999) con lo que se considera una alta abundancia. Según varios autores el índice de Shannon mide el grado de incertidumbre en la identidad de la especie a la que pertenece un individuo seleccionado al azar (entropía). Aquella comunidad donde las especies posean la misma abundancia, tendrá una alta entropía, lo cual puede ser traducido como una alta diversidad (Moreno et al., 2011).

Por medio de (2), se llevó a cabo el cálculo del parámetro H el cual refleja de forma análoga como se distribuyen las 153 especies identificadas en las encuestas, independientemente que sea una mera forma de estimación, ya que en algunos casos se utiliza la referida ecuación en función del número de especies y no de individuos (Scheldeman y van Zonneveld, 2010).

Otros estudios de caso han mostrado al parámetro H con valores por encima de 3,5 dentro de la Reserva de la Biosfera "Sierra del

Rosario" (Cristóbal *et al.*, 2016), donde se han tenido en cuenta diferentes variedades dentro de una misma especie.

Tabla 2. Valores de las observaciones de presencia de especies $Q_k^{(s)}$ de acuerdo a los tres grupos específicos donde se ubicaron las 153 en total: Grupo I- Alimentos básicos (Frutales, granos, hortalizas, raíces y tubérculos, así como bebidas que incluye café y cacao), Grupo II- Uso variado (especies para alimento animal, condimentos y plantas medicinales), así como un Grupo III- Uso no alimenticio que incluye las cercas vivas, maderables, ornamentales y otros usos. NF_1 representa el número de fincas de cada comunidad. Las letras A, B, C y D muestran los entornos paisajísticos asociados.

Paisaje	Comunidad	NF_1	n_{is}			m_{is}			H
			I	II	III	I	II	III	
A	Barrancones	4	51	5	18	12,75	1,25	4,50	1,18
	Candito Frias	8	115	26	20	14,38	3,25	2,50	1,27
	El Carmen	2	24	2	3	12,00	1,00	1,50	0,95
	La Flora	1	20	10	5	20,00	10,00	5,00	1,12
	La Tumba	3	30	5	7	10,00	1,67	2,33	1,21
	San Miguel Coblet	5	55	3	19	11,00	0,60	3,80	1,18
B	Cayajabo	2	19	1	1	9,50	0,50	0,50	0,65
	El Establo	8	63	8	20	7,88	1,00	2,50	1,33
	La Lechuza	5	86	13	27	17,20	2,60	5,40	1,20
	San Diego de Núñez	4	64	3	5	16,00	0,75	1,25	1,00
	San Francisco	3	14	1	2	4,67	0,33	0,67	1,04
	San Isidro	1	12	1	3	12,00	1,00	3,00	1,01
C	La Comadre	6	74	3	11	12,33	0,50	1,83	1,19
	Carambola	4	33	5	11	8,25	1,25	2,75	1,34
	Los Hoyos	3	27	1	5	9,00	0,33	1,67	1,04
	Manantiales	1	10	0	0	10,00	0,00	0,00	0,44
	La Guinea	1	17	3	7	17,00	3,00	7,00	1,10
	El Retiro	1	26	1	8	26,00	1,00	8,00	1,03
	Soroa- Campismo	5	79	17	28	15,80	3,40	5,60	1,33
D	Mango Bonito	8	116	18	45	14,50	2,25	5,63	1,36
	San Blás	1	11	1	10	11,00	1,00	10,00	1,02
	Valdéz	2	38	2	17	19,00	1,00	8,50	1,07

El análisis bifactorial aplicado a los grupos y a la zona mostró que existe un efecto muy significativo del grupo, pero sin incidencia significativa de la zona y de la interacción grupo-zona. Ello conlleva a deducir que la

agrobiodiversidad está uniformemente distribuida en las cuatro zonas paisajísticas y que el efecto del grupo esta marcado fundamentalmente por la selección que han hecho los campesinos de cuales especies

resultan de mayor valor económico. Entre ellos los que tributan a la alimentación básica (Grupo I) son los que se han identificado en mayor abundancia dentro de las comunidades.

Se debe tener en cuenta que esta información se obtuvo a través de las encuestas realizadas sobre cuáles son las especies que ellos consideran de alto valor de acuerdo a la propia opinión del campesino. En experiencias anteriores los métodos participativos han permitido a estos identificar las áreas del conocimiento y las mejores prácticas aprendidas, que pueden ser extendidas en las diferentes unidades de paisaje asociadas a sistemas montañosos, tal y como se han realizado en otros estudios foráneos en las cordillera andina donde los campesinos en las

encuestas dieron prioridad a la identificación de áreas para reforestación que permitan el mayor almacenamiento de agua, la recuperación de la fertilidad de los suelos y la cobertura vegetal de los terrenos eriazos (Meza *et al.*, 2017). A partir de aquí se pretende medir comparativamente la agrobiodiversidad en diferentes paisajes y estimar beneficios potenciales que podrían derivarse de ella.

La Tabla 3 refleja el promedio de los valores del indicador H por cada una de las cuatro áreas considerando el total de 153 especies identificadas. Aunque de acuerdo a los errores típicos se observa que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$), se puede apreciar una tendencia al incremento en las zonas A y D con respecto a la B y C.

Tabla 3. Valores de H promedios de acuerdo a la zonificación establecida.

	Zona	H
A	Llanura fluvio marina acumulativa	1,15 ± 0,04
B	Llanura erosivo denudativa	1,04 ± 0,09
C	Alturas hort anticlinales	1,07 ± 0,11
D	Alturas lito-estructurales denutivas y erosivas	1,15 ± 0,19

Con relación a estos valores, cabe señalar además que en el caso del paisaje B (llanura erosivo denudativa), esta abarca dos áreas distantes, una hacia el este y otra hacia el noroeste de la Reserva (Figura 1), donde existen prácticas de manejo con matices bio-culturales diferentes, además de que el predominio de especies no es el mismo. Ello pudo haber incidido en que el análisis de varianza y la estimación múltiple de medias no haya arrojado mayores diferencias de la región B con respecto al resto.

El caso del paisaje A se corresponde a las regiones de menor elevación, compuesta fundamentalmente por llanuras en regiones que se ubican dentro y fuera de los límites de la reserva. Esta mayor diversidad puede estar asociada al hecho de aunque los productores tienen un mayor grado de libertad en cuanto al marco regulatorio se refiere, pueden contar con los beneficios que aporta la riqueza genética dentro de la reserva, así como sus variedades tradicionales.

Por otra parte, la región D es montañosa y en este caso se favorece no solo la variedad de especies

frutales (80 especies identificadas en ocho comunidades de Mango Bonito), sino también un número elevado de individuos de la misma especie, como es el caso de cítricos y guayabos. Ejemplos de estudios del valor económico de la agro-biodiversidad dentro de zonas protegida han corroborado que los beneficios que esta aporta van más allá de los límites, siempre y cuando el manejo y uso de la tierra en las regiones de amortiguamiento no sea basado en una agricultura intensiva (Perfecto y Vandermeer, 2012).

Otras oportunidades para la generación de beneficios

La agrodiversidad representa las muchas formas en que agricultores usan la diversidad natural del ambiente para la producción, incluyendo no solamente al recurso biológico elegido para cultivar, sino también el manejo de la tierra, el agua y la biota como un todo. En el caso del agua, representa aproximadamente el 70 % de la producción agrícola (Cun y Duarte, 2016), ya que la región donde se encuentra localizada la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario" posee una adecuada disponibilidad de agua para el uso agrícola. Los datos suministrados por los mapas de la distribución espacial de embalses y presas muestran la presencia de este recurso lo que aporta un valor agregado a la misma (González, 1989; Hernández *et al.*, 2015).

Otros datos aportados por el Instituto de Meteorología de Cuba demuestran que los niveles de precipitaciones durante los últimos 40 años superan los acumulados anuales desde 1949 (Álvarez y Mercadet, 2012) y específicamente en el área de la reserva se estima que las precipitaciones son bastante homogéneas en su distribución. Según la base de datos del pluviómetro situado en la Estación Ecológica Sierra del Rosario, existe un promedio anual de 2013 mm, el mayor volumen de lluvias se concentra en

el eje central del área protegida, ya que hacia el norte y sur disminuye discretamente la ocurrencia de precipitaciones, condicionado por la estructura geomorfológica, constituida por alturas paralelas con sus ejes principales de este a oeste. La región se caracteriza por presentar una red de drenaje superficial bastante densa, así como los cursos fluviales de escurrimiento estacional y de régimen permanente están distribuidos en varias cuencas (Hernández *et al.*, 2015). Resulta de vital importancia estudiar los cambios medios a largo plazo en la distribución de la temperatura y la precipitación en las regiones boscosas, como un indicador del valor del ecosistema (Rasche, 2014).

Como alto valor económico potencial asociado a la reserva, se puede considerar la presencia de una significativa área cubierta de bosques. Los principales recursos forestales se concentran en las áreas pertenecientes a la Unidad Empresarial de Base Silvícola Sierra del Rosario, quien atesora un patrimonio forestal en 5000 ha. Una de las especies predominantes es el pino macho (*Pinus (Pinus) caribaea* Morelet), planta endémica de la región occidental de Cuba. Según cálculos estimados, en un año una hectárea de pinares puede fijar 117,0 ton de carbono en biomasa aérea y 152,1 ton en biomasa total (INAF, 2013), lo cual permite estimar unas 760 ton de carbono fijado en forma de biomasa total.

El suelo es un importante compartimiento dentro del ciclo global del carbono y puede actuar como fuente o reservorio de este elemento hacia la atmósfera, dependiendo de la utilización que se le asigne. El manejo agrícola convencional de suelos con uso intensivo del arado, promueve la liberación de carbono hacia la atmósfera, mientras que el uso conservacionista favorece su acumulación en formas orgánicas dentro del suelo (Perfecto y Vandermeer, 2012).

En los estudios realizados, se ha encontrado que los entornos paisajísticos correspondientes a los grupos C y D son los que poseen una considerable área de bosques muy cerca de la finca, abarcando áreas cuyos valores promedios en ocasiones superan el propio valor del área de la finca. Dentro de estas regiones boscosas los campesinos siembran plantas de café y frutales, las cuales además de poseer valor alimenticio, contribuyen a la conservación del paisaje.

Entre las actividades que más se desarrollan en la reserva están aquellas que se vinculan al turismo. Estas se concentran en dos grandes núcleos, uno situado en el extremo centro oeste y otro cerca del centro geográfico del área. Esta última área es donde mayor cantidad de visitantes se concentran (Hernández *et al.*, 2015).

Los recursos naturales que se localizan en la reserva permiten incrementar las fuentes de ingreso. Sin embargo, un considerable valor agregado se puede estimar al tener en cuenta la gran variedad de productos alimenticios que ofrece la ABD de la zona y donde se incluyen además las plantas ornamentales.

Existen otras especies de arbustos frutales perennes que crecen en algunas áreas de la reserva como el carambolo (*Averrhoa carambola*), el cual produce un fruto muy apreciado. Estas especies poseen un valor agregado por ser plantas que no abundan con facilidad en otras regiones del país. Al respecto existe una estrategia para la elaboración de una guía de reintegración de especies tradicionales, donde se incluyen las rolíneas y algunas forestales como el cedro. Estos árboles de ciclo prolongado en unos casos representan cultivos de importancia agrícola, ya que de modo indirecto contribuyen a la producción agrícola, albergando insectos que contribuyen a la polinización o enemigos naturales de plagas, como

algunas especies de hormigas que atacan entre otros al café (Perfecto y Vandermeer, 2008).

En este estudio fueron identificadas 155 especies manejadas, consideradas por los campesinos como especies de alto valor de cambio, mientras que otras especies silvestres no fueron incluidas. Ello se debe a que las encuestas reflejaron los principales cultivos identificados por los campesinos como los más importantes según sus propios planes productivos, así como los compromisos de entrega a las cooperativas a las cuales pertenecen. Sin embargo, los resultados permiten concluir que, independientemente de la amplia variedad de especies de interés agrícola, comercial, medicinal, etc., existe contemplado en los planes de manejo un fuerte componente de protección del ecosistema.

La Tabla 4 muestra de modo resumido como se puede establecer una valoración cualitativa del sistema analizado y una pequeña estimación en pesos cubanos (CUP), teniendo en cuenta la equivalencia 1:1 con relación al peso cubano convertible y el dólar estadounidense (USD), según establece el Fondo Mundial del medio Ambiente (GEF).

La vinculación de los recursos agua y bosque le confieren un valor agregado adicional, además del alto potencial que proporciona la posibilidad de vincular la producción de alimentos tradicionales al sector turístico.

En el caso del estimado monetario de los recursos hídricos se destacan dos embalses de alta capacidad, San Francisco y La Paila (datos obtenidos por INRH), con un estimado de consumo de 1000 L de agua por habitantes y pago mensual de 1,30 CUP, los cuales aseguran un valor potencial de alto impacto para la protección de la Agrobiodiversidad.

Tabla 4. Resumen de los principales aspectos analizados y su correspondiente estimación.

Aspecto a considerar	Beneficio directo	Impacto económico/ambiental	Estimación monetaria en 1 año (miles de CUP*)
Gran diversidad de especies y/o variedades de interés agrícola	Amplia variedad de ofertas de alimentos	Seguridad alimentaria en las comunidades	162
		Venta al turismo	68,8
	Garantizar el manejo de variedades tolerantes a las condiciones bióticas y abióticas	Perpetuar el manejo de especies	n.d.
	Programa de Agrobiodiversidad (Dentro del plan de manejo de la reserva 2016-2020).	Conservar la diversidad dentro y alrededor del área protegida a través de la incorporación de la biodiversidad agrícola en el manejo del área.	33
Presencia de embalses y abundante precipitación	Suficiente disponibilidad de agua en ríos y cuencas subterráneas	Garantizado el requerimiento hídrico de plantas silvestres y manejadas, así como animales domésticos y de entorno salvaje.	2 758
Bosques con abundantes plantas y animales silvestres	Presencia de insectos que representan control biológico de algunas plagas	Evitar el empleo de agroquímicos	n.d.
	Presencia de plantas melíferas	Producción de miel de abejas	n.d.
	Diversidad de especies silvestres en el bosque	Mayor fijación de CO ₂	6084
Servicios de Vigilancia y Protección	Preservación de la integridad de los ecosistemas	Conservación del paisaje. Ecoturismo	15

*CUP: peso Cubano, equivalente a 1 CUC (peso cubano convertible) y a 1 USD según tasa del GEF n.d.: No determinado

Por otra parte, la presencia de cerca de 5000 ha de pinares representa 152,1 ton·ha⁻¹ por año que esta especie fija y el coste de 8,0 USD para fijar una tonelada de CO₂ con plantaciones forestales (García y Barreiro, 2004). Asimismo, la inclusión de servicios eco-sistémicos aporta

valor potencial a la zona protegida y de igual modo dentro del plan de manejo de la Reserva de la Biosfera "Sierra del Rosario" se encuentran implementados varios servicios al ecosistema entre los que se destacan los Servicios de Vigilancia y Protección (Hernández *et al.*, 2015).

CONCLUSIONES

- El estudio realizado estimó la presencia de una amplia gama de productos de alto valor económico, así como de especies tradicionales que pueden ser reintegradas en otras regiones del país. El índice de presencia de grupos de especies mostró valores que pueden ser considerados como de amplia diversidad, teniendo en cuenta que formó parte de un estudio mediante encuestas a los campesinos.
- Los recursos paisajísticos que complementan la riqueza genética que aporta la agro-biodiversidad en la región de estudio representan un valor agregado, junto con los servicios eco-sistémicos y turísticos. Los valores estimados desde el punto de vista monetario consolidan la necesidad de contar con formas de manejo sostenibles que estén en armonía con el paisaje y dentro del marco regulatorio que establecen los planes de manejo para zonas protegidas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al proyecto: "Conservación de la biodiversidad agrícola en reservas de la biosfera: conectando paisajes agrícolas y naturales para lograr los objetivos de desarrollo del milenio" (COBARB), y al donante principal del mismo la ONG "Global Environmental Facilities" (GEF) por el aporte financiero para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, M.A.; Fures-Monzote, R.; Petersen; P. (2011). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty Agronomy for Sustainable Development. DOI: 10.1007/s13593-011-0065-6

Álvarez, A.F. y Mercadet, A. (2012). El sector forestal cubano y el cambio climático. Ed: Inst. Inv. Forestales, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 248 pp.

Cristóbal, R.; Fernández, L.; Rodríguez, Y. y Socorro, A. (2016). Riqueza y diversidad espacial de especies cultivadas y silvestres presentes en fincas de campesinos de las reservas de la Biosfera "Sierra del Rosario" y "Cuchillas del Toa". Memorias del Congreso Trópico 2016, Palacio de las Convenciones de La Habana, 30 de mayo-2 de junio del 2016. ISBN 978- 959- 7223- 13- 9.

Cuesta, A. y Valencia, M. (2014). Indicadores de la gestión del capital humano y del conocimiento en la empresa. Editorial Academia, La Habana, 199p. ISBN 978-959-270-310-0.

Cun, R. y Duarte, C. (2016). Riego para Producciones más limpias. En: Avances de la Agroecología en Cuba. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Primera edición, La Habana, Cap. 7, 123-139. ISBN: 978-959-7138-21-1.

Egea-Gilabert, C.; Niñirola, D.; Conesa, E.; Candela, M.E.; Fernández, J.A. (2013). Agronomical use as babyleaf salad of *Silene vulgaris* base on morphological, biochemical and molecular traits. Scientia Horticulturae, 152: 35-43.

FAO (2016). Guía para la producción sostenible de cereales: maíz, arroz y trigo. Ahorrar para crecer. Ed. Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura. ISBN 978-92-5-308519-4, Roma, 110 pp.

Fuentes, N.R. (2016). ¿Contribuyen las prácticas agroecológicas a la sustentabilidad en la Agricultura Familiar de Montaña? El caso de Curarrehue, región de la Araucanía, Chile. Cuadernos de desarrollo Rural, 13(78): DOI: https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78_cpas.

- Funes, F. y Vázquez, L.L. (2016). Avances de la Agroecología en Cuba. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Primera edición, La Habana ISBN: 978-959-7138-21-1, 605 pp.
- García, S. y Barreiro, J. (2004). Instrumentos económicos para la financiación de políticas de conservación de la Biodiversidad. Ed. Gestión Ambiental Viveros y repoblaciones de Navarra. <https://issuu.com/toscagarrotxa/docs/monografia3>, Consultado el 19 de junio de 2018. Monografía 03, Europarc, 103p.
- González, A.V. (1989). Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. Paisajes Físico Geográficos. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Ed. Instituto Geográfico, España. 169 pp.
- Hernández, F.; Zamora, J.L.; Arzola, D.; González, Y. y Baños, R. (2015). Plan de Manejo. Sierra del Rosario. Ed. Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales. CITMA (ECOVIDA). 100 pp.
- INAF (2013). Informe sobre Registro de carbono en el Sector Forestal. Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, MINAG, La Habana, 7 pp.
- Loaiza, W.; Carvajal, Y. y Ávila, A.J. (2014). Agroecological evaluation of agricultural production systems in the *Centella* watershed. Colombia Forestal, 17(2): 161 – 179, julio – diciembre.
- Meza, K.; Vanek, S.J.; Ccanto, R.; Scurrah, M.; Olivera, E. y Fonte, S.J. (2017). Importancia de los servicios ecosistémicos en un paisaje andino de la sierra central del Perú. LEISA, Revista de Agroecología, 33(1): 15-18.
- Moreno, C.E.; Barragan, F.; Pineda, E. y Pavón, N.P. (2011). Reanalyzing alpha diversity: alternatives to understand and compare information about ecological communities (In Spanish). Revista Mexicana de Biodiversidad, 82: 1249-1261.
- Perfecto, I. y Vandermeer, J. (2008). Spatial pattern and ecological process in the coffee agroforestry system. Ecology, 89(4): 915–920.
- Perfecto, I. y Vandermeer, J. (2012). Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate "landsharing" frente a "land-sparing". Ecosistemas, 21 (1-2): 180-191.
- Ramos, E.; Muñoz, C. y Pérez, G. (2017). La gobernanza de los recursos naturales y los conflictos en las industrias extractivas. El caso de Colombia. Publicación de las Naciones Unidas. ISSN 1680-9025 (versión electrónica), ISSN 1680 - 9017 (versión impresa). Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 181 LC/TS.2017/71. CEPAL https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/1362/42173/1/S1700418_es.pdf. Fecha de consulta: 19 de junio de 2018.
- Rasche, L. (2014). The importance of climate variability changes for future levels of tree-based forest ecosystem services. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 10(3). DOI: 10.1080/21513732.2014.939719.
- Sarandón, S.J. y Flores, C.C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. 1ra ed. Universidad Nacional de La Plata, La Plata. ISBN: 978-950-34-1107-0.
- SCDB (2008). La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal, 56 pp. <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>, Fecha de consulta: 4 de octubre de 2017, ISBN: 92-9225-111-2.
- Scheldeman, X. y van Zonneveld, M. (2010). Training Manual on Spatial Analysis of Plant Diversity and Distribution. Bioversity

- International, Rome, Italy. 179 pp. ISBN 978-92-9043-880-9.
- Senbeto, M.; Hunde, D. y Biber-Freudenberger, L. (2019). Agricultural Biodiversity and Ecosystem Services of Major Farming Systems: A Case Study in Yayo Coffee Forest Biosphere Reserve, Southwestern Ethiopia. *Agriculture* 2019, 9(3), 48; <https://doi.org/10.3390/agriculture9030048>.
- Socorro, A.; Kaufmann, M.; González A.; Hernández, Y.; Sánchez, Y.; Ortiz, L.; Cristóbal, R. y Zamora, J.L. (2014). La capacidad agrícola de fincas de la reserva de la Biosfera "Cuchillas del Toa", municipio Baracoa. *Agrotecnia de Cuba*, 38(1): 34- 44.
- Somarriba, E. (1999). Diversidad Shanon. *Agroforestería en las Américas*, 6(23): 72-74.
- Velásquez, D. (2010). El valor económico de la agrobiodiversidad y los servicios del ecosistema. *LEISA Revista de Agroecología*, 26(2): 36-40.
- Zuluaga, A.F.; Giraldo C. y Chará J. (2011). Servicios ambientales que proveen los sistemas silvo-pastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, 36p. ISBN 978-958-8498-34-8.
- Fecha de recepción: 15 febrero 2019
Fecha de aceptación: 24 junio 2019

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.ausuc.co.cu>

