

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA FINCA UNIVERSITARIA EL PEDREGAL, MUNICIPIO CIENFUEGOS

ECOSYSTEM SERVICES AND BIODIVERSITY CONSERVATION AT THE EL PEDREGAL UNIVERSITY FARM, CIENFUEGOS MUNICIPALITY

Michel Quevedo Cepero ^{1*}

E-mail: mqcepero@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6009-7698>

José Ramón Mesa Reinaldo ¹

E-mail: jrmesa@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5987-4528>

Jorge Luis Prieto Duarte ¹

E-mail: jlpduarte@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4306-9337>

Norma Yadira Bravo Montano¹

E-mail: nybravo@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1072-8703>

¹Universidad de Cienfuegos, "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Quevedo Cepero, M., Mesa Reinaldo, J. R., Prieto Duarte, J. L., & Bravo Montano, N. Y. (2025). Servicios ecosistémicos y conservación de la biodiversidad en la Finca Universitaria El Pedregal, municipio Cienfuegos. *Universidad y Sociedad* 17(6). e4975.

RESUMEN

Se describen las acciones realizadas entre julio de 2021 y diciembre de 2024 para conservar la biodiversidad vegetal en la Finca Universitaria El Pedregal, Jardín Botánico de Frutales en Cienfuegos. Este esfuerzo responde a la necesidad de crear espacios dedicados a la docencia, investigación y conservación de especies frutales tropicales, subtropicales y plantas medicinales, beneficiando a estudiantes de Agronomía y Biología, así como a agricultores y directivos en formación en fruticultura. Se emplearon métodos como la caracterización del agroecosistema, el cálculo de indicadores de biodiversidad y captura de carbono, y el monitoreo de propiedades edáficas. Los resultados evidencian la implementación de prácticas agroecológicas que mejoraron las condiciones del suelo, incrementaron la biodiversidad y generaron impactos económicos positivos, además de contribuir a la mitigación del cambio climático mediante la captura de carbono. Asimismo, se estableció un espacio educativo para niños de una escuela primaria cercana, fomentando el conocimiento sobre frutales y plantas medicinales. El trabajo realizado se alinea con la Tarea Vida y los Objetivos 13 y 15 de la Agenda 2030, consolidando a El Pedregal como un referente clave para la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático en Cienfuegos.

Palabras clave:

Acciones; Agroecosistema; Conservación; Biodiversidad.

ABSTRACT

The actions carried out between July 2021 and December 2024 to conserve plant biodiversity at the El Pedregal University Farm, Botanical Garden of Fruit Trees in Cienfuegos are described. This effort responds to the need to create spaces dedicated to teaching, research and conservation of tropical and subtropical fruit species and medicinal plants, benefiting students of Agronomy and Biology, as well as farmers and managers in training in fruit growing. Methods



such as the characterization of the agroecosystem, the calculation of biodiversity and carbon capture indicators, and the monitoring of edaphic properties were used. The results show the implementation of agroecological practices that improved soil conditions, increased biodiversity and generated positive economic impacts, in addition to contributing to the mitigation of climate change through carbon capture. Likewise, an educational space was established for children from a nearby primary school, promoting knowledge about fruit trees and medicinal plants. The work carried out is aligned with the Life Task and Objectives 13 and 15 of the 2030 Agenda, consolidating El Pedregal as a key reference for the conservation of biodiversity and adaptation to climate change in Cienfuegos.

Keywords: Actions; Agroecosystem; Conservation; Biodiversity.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la actividad humana ha generado una rápida disminución de la biodiversidad y un deterioro significativo de los ecosistemas a nivel mundial (Díaz et al., 2019). De acuerdo con el informe de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, 2019), más de un millón de especies enfrentan el riesgo de desaparecer como consecuencia de acciones como la tala de bosques, la contaminación ambiental, el cambio climático y la explotación excesiva de recursos naturales. Esta crisis no solo pone en peligro la estabilidad de los ecosistemas, sino que también compromete su capacidad para brindar servicios esenciales que son fundamentales para la vida humana y el bienestar (Cardinale et al., 2012).

La región de América Latina y el Caribe (ALC) es especialmente rica en biodiversidad, cerca del 16% de la superficie terrestre del planeta alberga el 50% de la diversidad biológica, esta rica y predominante biodiversidad sustenta servicios ecosistémicos fundamentales, pero enfrenta amenazas como la transformación de hábitats y el cambio climático (Maldonado & Moreno-Sánchez, 2022).

Según González et al. (2016), "La diversidad biológica cubana es uno de los principales valores del país, parte de su riqueza nacional y garantía de soberanía y seguridad alimentaria y nutricional. Cuba es considerada la isla con mayor número de especies de plantas por kilómetro cuadrado en el mundo, con más de la mitad de ellas exclusivas de su territorio".

Esta riqueza se ha visto disminuida por diferentes presiones, fundamentalmente generadas por el hombre o producto de fenómenos atmosféricos. Esto, unido a la fragilidad natural de los ecosistemas, hace que casi la mitad de las plantas cubanas se encuentren hoy en peligro de extinción, por lo que el resultado que se propone,

resume las acciones realizadas durante el período de julio 2021 a diciembre 2023 para conservar e incrementar la biodiversidad vegetal existente en el Jardín Botánico de frutales El Pedregal, el cual es escenario de proyectos de I+D+i de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cienfuegos.

Como antecedentes de este trabajo, estuvo la necesidad de fomentar con fines de docencia, investigación y conservación ex situ e in situ de la biodiversidad, un espacio donde representar los frutales tropicales y subtropicales, reportados para Cuba y otras áreas geográficas, con posible adaptación al país, que sirviera como escenario para el trabajo en las carreras de Agronomía y Biología de la Universidad de Cienfuegos, la superación de directivos, técnicos y agricultores, en la preservación del medio ambiente y la fruticultura, la introducción de un grupo de alternativas sostenibles para el enfrentamiento a la degradación de los suelos, combatir los efectos del cambio climático y lograr la seguridad alimentaria en las comunidades vinculadas, unido al desarrollo de un sistema de monitoreo del comportamiento de las propiedades físico-químicas de los suelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante el período de julio 2021 a diciembre 2023, en la finca El Pedregal del municipio Cienfuegos; para cumplimentarlo, se realizaron las siguientes actividades:

1. Caracterización del ecosistema y recopilación de las acciones realizadas para su reconversión.

Para la caracterización del agro ecosistema de la finca, se utilizó como herramienta la Guía elaborada por un Equipo de profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias, vinculados a diferentes proyectos de investigación y se estableció un análisis de los siguientes factores; elementos para el diseño de la finca, localización, tipo de suelo y acciones desarrolladas para establecer las plantaciones sobre un suelo degradado, pedregoso y calcáreo.

2. Identificación botánica, inventario florístico y cálculo de los indicadores de biodiversidad de las especies.

Para la identificación botánica, inventario florístico y elaboración de los listados de especies existentes, se contó con la participación de especialistas del Jardín Botánico de Cienfuegos; se utilizó el documento Plantas Vasculares de Cuba. Inventario preliminar, de Greuter & Rankin (2017), considerado como libro de consulta obligado por el Grupo de Expertos en Plantas Cubanas.

La determinación del endemismo y las categorías de amenazas en la flora del área en estudio se realizó por la Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba (Oviedo & González, 2015).

Para la determinación de la biodiversidad y cálculo de los indicadores, se actualizó mediante conteo el inventario de especies presentes, además de la toma documental de fotografías. Se evaluaron los indicadores de biodiversidad que definen la riqueza y dominancia. Para los cálculos se emplearon los métodos propuestos por Moreno (2001), donde se calculó la Riqueza específica (S) basado en el número de especies de plantas presentes y el Índice de diversidad de Margalef como se muestra en la ecuación (1):

$$Dmg = \frac{S - 1}{\ln N} \quad (1)$$

Donde:

Dmg=Índice de diversidad de Margalef

S= número de especies.

N= número total de individuos.

3. Análisis de los servicios ecosistémicos que el escenario oferta y cálculo del impacto económico del trabajo realizado.

Se determinaron los servicios ecosistémicos que el espacio brinda y se calculó el impacto económico-ambiental del trabajo realizado. Para ello, se utilizaron como referencia, trabajos de autores como Rangel et al. (2013) y Portela et al. (2019). Se realizó el cálculo de la captura de carbono (toneladas), utilizando la metodología propuesta por Rüginitz et al. (2009a), a partir del Centro Mundial Agroforestal (ICRAF).

4. Relación de las acciones realizadas, con las actividades previstas en la Tarea Vida.

Se realizó un estudio detallado de las acciones realizadas en la finca y su correspondencia con las acciones y tareas previstas para la provincia y el país en la Tarea Vida, Plan del estado para el enfrentamiento al cambio climático por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA, 2017).

RESULTADOS-DISCUSIÓN

Caracterización del ecosistema

1.1. Localización y entidad asociada

La finca El Pedregal, se encuentra asociada a la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) "Mártires de Barbados", municipio Cienfuegos. Está ubicada en el Consejo Popular Rancho Luna, Km 14 y sus límites: Al Norte: Finca Tierras rojas, Sur: Área tanque Rancho Luna, Este: Carretera a playa Rancho Luna y Oeste: Área de cultivo de la CPA Mártires de Barbados.

1.2. Tipo de suelo predominante y medidas de mejoramiento y conservación de suelos implementadas

El Pedregal, se encuentra asentado sobre una Rendzina Roja Típica (XIII A), poco profunda, medianamente erosionada con cuatro variantes: pedregoso en su totalidad, rocoso, calcáreo y poco fértil según Hernández et al. (2015). Como factores limitantes para el uso agrícola se encuentran la erosión en toda el área, la pedregosidad, la rocosidad y la poca profundidad efectiva en algunas áreas.

El área de intervención, se encontraba inicialmente, infestada de marabú (*Dichrostachys cinérea* (L) Wight), otras especies forestales invasoras y especies arvenses, cuyo corte se realiza, las plantas cortadas se trituran y ese material vegetal se utiliza como arropo sobre la superficie del suelo, de modo que el suelo se mantuviera cubierto.

1.3 Diseño

Para el diseño de las áreas, se parte de una amplia revisión bibliográfica para conocer acerca de las especies de frutales y plantas medicinales existentes en Cuba, intercambios con varios agricultores sobre sus experiencias en el cultivo de frutales, muestreo y análisis del suelo existente para determinar sus propiedades y factores limitantes, lo que permite elaborar una propuesta para ubicar en parcelas las diferentes especies, teniendo en cuenta la correspondencia entre las exigencias edáficas de cada una y las características del suelo.

A partir del trabajo inicial de acondicionamiento del área, las plantas se ubican combinando en una misma hilera, especies de porte alto, medio, bajo, arbustivos y otras especies de interés económico y social como las plantas medicinales. Para ello se toman en consideración las exigencias de densidad de siembra, suelo, desarrollo del sistema radicular, extensión de la copa y sombra que proyectaban las plantas de diverso porte, con el objetivo de proveer cobertura al suelo, generar un incremento de los estratos de vegetación, un aumento de la entomofauna benéfica y activar la biología del suelo. Todo esto, para favorecer los procesos ecológicos de regulación biótica y reciclado de nutrientes. A su vez, de acuerdo con el tamaño de la planta y la estructura del dosel, facilitar el mantenimiento de un clima favorable, servicio que colabora con el bienestar humano y de las plantas.

Stupino et al. (2014), al referirse a los efectos que provocan en el campo, la combinación de cultivos de cobertura, con policultivos, señalan que ayudan en el mantenimiento de un clima favorable para el desarrollo de las plantas, todo lo cual contribuye al mantenimiento de la biodiversidad lograda, principios que son aplicados en este lugar.

1.4 Acciones

Para el incremento de la biodiversidad vegetal, desde el inicio del trabajo, se realiza un proceso intenso de prospección y búsqueda de especies de frutales, forestales y

plantas medicinales, para lo que reciben la colaboración de personas que se dedican a estos cultivos en los alrededores de Cienfuegos: Guaos, Pepito Tey, Tulipán, Reina en Cienfuegos, en el municipio Cruces y en otras provincias como Villa Clara y Sancti Spíritus, así como del Jardín Botánico de Cienfuegos (JBC) que ha colaborado en esta tarea con el aporte de posturas, semillas y partes de plantas de numerosas especies. Esta interacción con cultivadores y el JBC les proporcionan adquirir nuevas plantas, así como conocimientos sobre sus diferentes usos.

Para el mantenimiento de estas plantas, se aplican prácticas agroecológicas como el arrope, asociación de especies y variedades, barreras vivas y muertas, siembra de abonos verdes para cubrir la totalidad de la superficie, así como la creación de un área dedicada a la lombricultura, para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos y el vivero.

Al mismo tiempo, se desarrolla un área de producción de compost donde se reciclan todos los desechos generados por la poda y otras actividades culturales, aplicando los principios de la Economía circular, el cual es utilizado en la nutrición de los cultivos.

Se realizan aplicaciones dirigidas de compost y otros materiales orgánicos a los cultivos para elevar la fertilidad, incorporación de los restos de cosecha de los cultivos temporales que se siembran en las calles y del marabú existente inicialmente en las plantaciones para incrementar el porcentaje de materia orgánica. Otra medida realizada fue asegurar una elevada densidad de población, con el objetivo de garantizar la incorporación de gran cantidad de biomasa al suelo producto del proceso de caída de las hojas y su posterior incorporación mediante la humificación.

Otra actividad realizada, fue la recogida de las piedras sueltas para facilitar el desarrollo de las atenciones culturales a los cultivos y utilizarlas para actividades de conservación de suelos en la finca, construcción de terrazas y relleno de cavidades, con el objetivo de revertir los procesos de erosión.

Como el suelo de la finca está catalogado como muy poco profundo, al plantar los frutales, se realiza la apertura de un orificio de 60 x 60 cm, en el cual se mezcla suelo con materia orgánica, con el objetivo de crear condiciones para el desarrollo de las especies frutales de raíz profunda, y adecuar los cultivos según sus exigencias a la profundidad, a las condiciones del terreno.

Se ha mantenido la siembra de plantas multipropósito: medicinales y melíferas, en las cuales se ha crecido en número de especies.

Se fomenta en la unidad, un vivero para la introducción y desarrollo de especies y variedades obtenidas en otras áreas de la provincia y varias zonas del país.

Estas actividades, mantienen total correspondencia con la Acción estratégica 4: Diversificar los cultivos, mejorar las condiciones de los suelos, introducir y desarrollar variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas y la Tarea 5: Dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas en cantidad y calidad, ambas de la tarea Vida (CITMA, 2017).

2. Identificación botánica, inventario florístico y cálculo de los Indicadores de biodiversidad

Para la determinación de los indicadores de biodiversidad, se realiza del conteo de las especies presentes, de las cuales se define nombre vulgar y científico, el número de individuos a partir del conteo físico y la biodiversidad intraespecífica.

A partir del año 2016, se realiza periódicamente el inventario florístico de la biodiversidad vegetal existente en El Pedregal, se elaboran y publican los listados de plantas que demuestran poseer un volumen importante de ejemplares en desarrollo.

Los listados son actualizados por el equipo de trabajo y los especialistas del Jardín botánico de Cienfuegos y cuentan con datos de familia, género, especie y nombres vulgares o vernáculos con los que son conocidas las especies en la comunidad, así como una carpeta de imágenes de las mismas (ver tabla 1)

Tabla 1. Listado de especies “El Pedregal”.

No	Nombre científico	Género	Familia	Nombre vulgar
1	Acca sellowiana (O. Berg.) Burret	Acca	Myrtaceae	Guayabita del Brasil
2	Adanasonia digitada L	Adanasonia	Bombacaceae	Pan de manos

3	Aegle marmelos (L.) Correa	Aegle	Rutaceae	Aegle, Bael
4	Aleurities trisperma (Blanco) Airy Shaww	Aleurities	Euphorbiaceae	Nogal de la India
5	Aleurities moluccana (L.) Willd	Aleurities	Euphorbiaceae	Nogal prieto

Fuente: elaboración propia.

Al resumir el inventario, se determina que en la finca se cuenta con una existencia de 166 especies de frutales, pertenecientes a 46 familias botánicas, de 104 géneros y un total de 202 especies de frutales, forestales y plantas medicinales, con lo que se demuestra el incremento sostenido del número de plantas y los indicadores riqueza e Índice de biodiversidad de Margalef en los frutales.

Este resultado representa el 81 % del total de especies frutales, reportadas para Cuba por Rodríguez & Ramírez (2017) y supera lo reportado por Vargas et al. (2019), al estudiar la composición, diversidad y distribución de especies frutales en fincas suburbanas de Santiago de Cuba.

Al analizar las familias botánicas predominantes en la finca, la primera resulta Rutaceae con 21 especies, seguida por Myrtaceae (14), Annonaceae (12) Sapotaceae (9) y la Moraceae con ocho y se destaca el incremento en el número de individuos de otras especies de interés económico que se ha mantenido de manera constante.

Se realiza la señalización de las áreas y las plantas existentes, las cuales cuentan con una tablilla de identificación que recoge nombre científico y vulgar o vernáculo de la especie y familia botánica, trabajo que se debe replicar con las nuevas especies introducidas.

El comportamiento de los indicadores de biodiversidad evaluados, se puede observar la dinámica del número de plantas, los indicadores de biodiversidad calculados y su comparación con anteriores censos, lo que demuestra el crecimiento sostenido de la biodiversidad, (ver tabla 2).

Tabla 2. Indicadores de Biodiversidad.

Riqueza específica			Número de plantas			Índice de Margalef		
2020	2022	2023	2020	2022	2023	2020	2022	2023
153	164	166	8130	8540	8950	18,22	18,12	18,13

Fuente: elaboración propia.

Se demuestra el incremento sostenido de los indicadores Riqueza específica e Índice de biodiversidad de Margalef, con una tendencia a estabilizarse este último a partir del 2020, lo que pone de manifiesto el trabajo desarrollado en la búsqueda y plantación de especies, acción que ha contribuido a incrementar de forma notable la biodiversidad.

Los indicadores de biodiversidad analizados muestran tendencias relevantes entre 2020 y 2023, lo que refleja una recuperación parcial del ecosistema, asociada a esfuerzos de conservación y restauración ecológica (Damkjaer & Taylor, 2017). Sin embargo, este incremento no necesariamente garantiza una mejora en la funcionalidad del ecosistema, ya que la riqueza específica no considera la abundancia relativa de las especies (Magurran, 2021).

El número de plantas también muestra un aumento constante, relacionado con la recuperación de la vegetación después de realizar prácticas de manejo sostenible como refiere (Balvanera et al., 2014).

Por otro lado, el Índice de Margalef, que mide la diversidad considerando la equitatividad de las especies, muestra una ligera disminución entre (2020-2023). Esto sugiere la presencia de dominancia de especies, lo que podría reducir la resiliencia del ecosistema (Cardinale et al., 2012; Díaz et al., 2019). En conjunto, estos resultados resaltan la necesidad de estrategias de conservación que no solo aumenten el número de especies, sino que también mantengan la equitatividad y funcionalidad de los ecosistemas.

Moreno (2001), plantea que el Índice de biodiversidad de Margalef es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, y que medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales.

Uno de los aspectos principales que pone en riesgo la biodiversidad de los agroecosistemas, es que pertenece a aquellos recursos o bienes que tienen valor, pero no tienen precio. Si bien el manejo de la biodiversidad suele estar

asociado a un valor de uso, puede presentar otros valores que no pueden generalmente ser traducidos a valores monetarios (Stupino et al., 2014).

3. Servicios ecosistémicos y cálculo de los impactos del trabajo realizado.

Se identifican los principales Servicios ecosistémicos que brinda la Finca y Jardín botánico de frutales El Pedregal:

Como principal Servicio ecosistémico, se identifica, el convertirse en un escenario de Conservación ex situ de la biodiversidad de frutales y plantas medicinales y aromáticas en Cienfuegos, con elevados indicadores que le otorgan la condición de Jardín Botánico de frutales en la Agricultura urbana de Cienfuegos, con 166 especies de frutales, pertenecientes a 46 familias y 103 géneros y un total de 202 especies de frutales, forestales y plantas medicinales en perfecto estado de conservación.

Otro Servicio ecosistémico importante relacionado con la existencia del jardín, lo constituye la producción de frutales y plantas medicinales.

Lograr un equilibrio espacial entre especies, ha resultado un servicio ecosistémico importante aportado por la finca, dirigido a garantizar la estabilidad del paisaje, mediante el manejo armónico de las diferentes especies, con la creación de tres estratos vegetales armónicamente combinados y su integración en procesos productivos, en este caso, producción de frutales y plantas medicinales.

El Pedregal brinda además el servicio de recreación, relacionado con la belleza natural de sus espacios y la riqueza de su flora y fauna, en el cual se puede desarrollar la práctica de excursiones y el senderismo, actividad en la que se ha incursionado en coordinación con CATEX y el MINTUR de Cienfuegos.

Un servicio importante lo constituye el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los suelos de la finca según análisis de laboratorio. Existe el valor de legado o herencia, que refleja la utilidad de preservar un determinado bien para su disfrute por las generaciones futuras, en este caso, la conservación de las especies de plantas presentes y el conocimiento asociado a su uso y cultivo.

La finca presta también el servicio de Educación ambiental, dado por el desarrollo de un Círculo de interés formado con niños de la Escuela primaria de la comunidad Mártires de Barbados y un Aula universitaria en la que realizan prácticas estudiantes de Agronomía y otras carreras de la FCA y lugar donde se han desarrollado numerosos cursos de capacitación para productores, técnicos y directivos del MINAG.

El valor de legado o herencia asociado a la conservación de especies vegetales y el conocimiento tradicional vinculado a su uso tiene implicaciones importantes para las generaciones futuras. Como señalan IPBES (2019), la

preservación de recursos genéticos vegetales es esencial para enfrentar desafíos futuros relacionados con el cambio climático y la seguridad alimentaria. Además, el servicio de educación ambiental brindado por El Pedregal, a través del círculo de interés con niños y las prácticas universitarias, refuerza su papel como un espacio educativo clave. UNESCO (2021) argumenta que la integración de estudiantes y comunidades locales en actividades de conservación y capacitación es vital para construir capacidades técnicas y promover un desarrollo rural sostenible.

Cálculo de los impactos del trabajo realizado

Con el objetivo de determinar el impacto del trabajo realizado, se realiza una aproximación a la valoración económica de algunos de los servicios prestados:

Producción de frutales y plantas medicinales: alcanza en el 2023 un valor de acuerdo con los precios establecidos por el MINAG y Salud para estos productos y sus derivados, de \$ 81 500,00 anuales.

Incremento de los indicadores de biodiversidad y la cobertura boscosa en la finca: 28 907,90 USD (se adopta el precio unitario de 4 129.70 USD/ha según Rangel et al., 2013), por la técnica de costos de reposición. El valor total se estima multiplicando este precio por la superficie boscosa del ecosistema (7,0 ha), lo que equivale a \$ 693 789,60 al tipo de cambio oficial de 24 CUP/USD vigente en julio 2023.

Valor del potencial farmacéutico: 9 846,56 USD (se calcula asumiendo el precio de 2461.64 USD/ha (Rangel et al., 2013), a partir del método de beneficio bruto, multiplicado por el mantenimiento de 4,0 ha de plantas con propiedades medicinales en el ecosistema, lo que equivale \$ 236 317,44 al tipo de cambio oficial vigente.

Retención de Carbono: 1288,30 t (se realizó el cálculo utilizando la metodología propuesta por Rüginitz et al., 2009a).

Valor de la retención de carbono: 38 649.00 USD. (Como precio de referencia de la tonelada de carbono retenida se toma el de 30 USD/t, según International Carbon Action Partnership (ICAP, 2022) y se multiplica por la retención de carbono, lo cual representa un valor de \$ 927 576,00 al tipo de cambio oficial.

Se calcula el Índice Equivalente de la Tierra para el año 2023, el cual se mantiene en un valor de 4,07, al contar en una superficie de 7,0 ha con una existencia calculada equivalente a 28,5 ha sembradas.

La finca se ha convertido en un sumidero de carbono, en total correspondencia con las Acciones Estratégicas 3 y 4 de la Tarea Vida y los Objetivos 13 y 15 de la Agenda 2030 (Organización de las Naciones Unidas, 2015), el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES)

hasta 2030 por el Ministerio de Economía y Planificación. (2016).

Se ha logrado el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de los suelos de la finca según análisis de laboratorio, lo cual no es económicamente cuantificable, pero tiene un impacto medioambiental de consideración.

Estos resultados, equivalen a un impacto anual de \$ 1 939 183,04, además de los que no pudieron ser contabilizados como el valor de legado que se produce, el valor del potencial turístico del área, el servicio de Educación ambiental, el mejoramiento de las propiedades de los suelos y los otros impactos ambientales logrados.

La finca se ha convertido en un modelo de sostenibilidad, alineándose con las Acciones Estratégicas de la Tarea Vida, los ODS 13 Acción por el Clima y 15 Vida de Ecosistemas Terrestres, además del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta 2030. El Índice Equivalente de la Tierra y la capacidad de la finca como sumidero de carbono evidencian su contribución a la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad. Estos resultados coinciden con las conclusiones de (Bio-Bridge, et al. (2022) y ICAP (2022), quienes destacan el papel de los ecosistemas forestales en la captura de carbono y la provisión de servicios ecosistémicos.

De aquí que: el conjunto de prácticas agroecológicas implementadas, permite la reconversión de un Ecosistema frágil y degradado en escenario de conservación ex situ e in situ de un grupo importante de plantas y la creación de un Jardín botánico de frutales.

Se logra el 100 % de cobertura del suelo al combinar especies de porte alto, medio, bajo y arbustivas.

Existe un incremento sostenido de los principales indicadores de biodiversidad, que pone de manifiesto el trabajo desarrollado en la búsqueda y plantación de especies.

Se produce un impacto económico anual en el 2023 de \$ 1 939 183,04, la captura de 1288,30 t de carbono además de los resultados que no pudieron ser contabilizados como el rescate e incremento del conocimiento asociado al empleo de las plantas medicinales en el territorio, el valor de legado, el valor del potencial turístico del área y los otros impactos ambientales logrados.

Existe total correspondencia entre el trabajo realizado y las Acciones y Tareas previstas en la Tarea Vida: Plan de estado para el Enfrentamiento al cambio climático.

CONCLUSIONES

El conjunto de prácticas agroecológicas implementadas, permitió la reconversión de un Ecosistema frágil y degradado en escenario de conservación ex situ e in situ de un

grupo importante de plantas y la creación de un Jardín botánico de frutales.

Se logra el 100 % de cobertura del suelo al combinar especies de porte alto, medio, bajo y arbustivas.

Existe un incremento sostenido de los principales indicadores de biodiversidad, que pone de manifiesto el trabajo desarrollado en la búsqueda y plantación de especies.

Se produce un impacto económico anual en el 2023 de \$ 1 939 183,04, la captura de 1288,30 t de carbono además de los resultados que no pudieron ser contabilizados como el rescate e incremento del conocimiento asociado al empleo de las plantas medicinales en el territorio, el valor de legado, el valor del potencial turístico del área y los otros impactos ambientales logrados.

Existe total correspondencia entre el trabajo realizado y las Acciones y Tareas previstas en la Tarea Vida: Plan de estado para el Enfrentamiento al cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balvanera, P., Siddique, I., Dee, L., Paquette, A., Isbell, F., Gonzalez, A., Byrnes, J., O'Connor, M. I., Hungate, B. A., & Griffin, J. N. (2014). Linking biodiversity and ecosystem services: current uncertainties and the necessary next steps. *Bioscience*, 64(1), 49-57. <https://doi.org/10.1093/biosci/bit003>
- Bio-Bridge, M. F., Contreras, del Valle F. Starnfeld. C. (2022). *Guía para la Valoración Económica de Servicios Ecosistémicos Marinos y Costeros*. https://www.international-climate-initiative.com/fileadmin/iki/Dokumente/Publikationen/Projekte/13_I_039/GIZ_VESEMAR_Brochure_ES.pdf
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., Wardle, D. A., Kinzig, A. P., Daily, G. C., Loreau, M., Grace, J. B., Larigauderie, A., Srivastava, D. S., & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486 (7401), 59-67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Damkjaer, S., & Taylor, R. (2017). The measurement of water scarcity: Defining a meaningful indicator. *Ambio*, 46(5), 513-531. <https://doi.org/10.1007/S13280-017-0912-Z/FIGURES/8>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Guéze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366 (6471), eaax3100. <https://doi.org/10.1126/science.aax3100>

- Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. (IPBES). (2019). Informe global sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos. Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. <https://www.ipbes.net/global-assessment>
- González Torres, L. R., Palmarola, A., González Oliva, L., Bécquer, E. R., Testé, E., & Barrios, D. (Eds.). (2016). Lista roja de la flora de Cuba. *Bissea*, 10 (1), 352. https://www.planta.ngo/wp-content/uploads/2016/10/red_list_of_the_flora_of_Cuba.pdf
- Greuter, W., & Rankin Rodríguez, R. (2017). Plantas vasculares de Cuba: Inventario preliminar. GEPC (Grupo de Expertos en Plantas Cubanas).
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. INCA.
- International Carbon Action Partnership. (ICAP). (2022). Emissions trading worldwide: Status report 2022. International Carbon Action Partnership. https://icapcarbonaction.com/system/files/document/220419_ICAP_Report_ExSum_ES.pdf
- Magurran, A. E. (2021). Measuring biological diversity. *Current Biology*, 31(19). <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.07.049>
- Maldonado, J. H., & Moreno-Sánchez, R. del P. (2023). Servicios ecosistémicos y biodiversidad en América Latina y el Caribe. Políticas para la respuesta al cambio climático y la preservación de la biodiversidad; Caracas: CAF-Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2051>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). (2017). *Tarea Vida: Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático* [Plan de Estado]. Consejo de Ministros. <https://www.citma.gob.cu/tarea-vida-4/>
- Ministerio de Economía y Planificación. (2016). *Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social 2030 de Cuba* [Documento rector]. Sistema Nacional de Planificación. <http://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-desarrollo-economico-y-social-2030-de-cuba-0>
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, 1, 1-84.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (UNESCO). (2021). Educación ambiental para el desarrollo sostenible: Estrategias globales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://www.unesco.org/es/education-sustainability>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible - Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Oviedo, R., & González, L. (2015). Lista nacional de plantas invasoras y potencialmente invasoras en la República de Cuba. *Bissea*, 9 (2), 1-88. <https://agris.fao.org/search/en/providers/124448/records/664c45a5a67e8594770fb965>
- Portela Peñalver, L., Rivero Galván, A., & Portela Peñalver, L. (2019). Valoración económica de bienes y servicios ecosistémicos en montañas de Guamuhaya, Cienfuegos, Cuba. *Universidad y Sociedad*, 11 (3), 47-55. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202019000300047&script=sci_arttext
- Rangel, R. A., Durán Zarabozo, O., Gómez País, G., Ferro Azcona, H., Barranco Rodríguez, G., Sánchez Celada, M., Abraham Alonso, A. N., Cuadrado, L., Herrera Oliver, P., & Vilamajó Alberdi, D. (2013). Valoración económico-ambiental de recursos naturales seleccionados en la cuenca del río Guanabo. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 20, 45-55. https://ddd.uab.cat/pub/revibec/revibec_a2013m6v20/revibec_a2013m6v20p45.pdf
- Rodríguez, A. A., & Ramírez, M. M. (2017). Las especies de frutales en Cuba. Editora Agroecológica.
- Rügnitz, M. T., Chacón, M. L., & Porro, R. (2009a). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales (1ª ed.). Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF)/Consórcio Iniciativa Amazônica (IA).
- Stupino, S. A., Lermanó, M. J., Gargoloff, N. A., & Bonicatto, M. M. (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables.
- Vargas Batis, B., González Amita, R., Rodríguez Fonseca, R., & Garcés Castillo, W. (2019). Composición, diversidad y distribución de especies frutales en fincas suburbanas de Santiago de Cuba. *Universidad y Sociedad*, 11 (4), 1-10. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>