

ARTÍCULO ORIGINAL

FINCA UNIVERSITARIA “EL PEDREGAL”. UNA CONTRIBUCIÓN A LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y LA TAREA VIDA EN CIENFUEGOS

UNIVERSITY FARM “EL PEDREGAL”. A CONTRIBUTION TO THE CONSERVATION OF BIODIVERSITY AND THE TASK OF LIFE IN CIENFUEGOS

José R. Mesa Reinaldo

Wilfredo R. Padrón Padrón

Michel Quevedo Cepero

Departamento de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias (FCA). Universidad de Cienfuegos
Carlos Rafael Rodríguez. Provincia Cienfuegos. Cuba.

jrmesa@ucf.edu.cu

RESUMEN

Los objetivos de la investigación fueron resumir las acciones realizadas hasta la fecha para propiciar el desarrollo de las plantaciones y sus resultados en la finca El Pedregal; evaluar el comportamiento de los principales indicadores de biodiversidad de esta en el periodo de 2013 al 2019, y valorar la relación de las acciones realizadas, con las actividades previstas en la Tarea Vida: Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático y su contribución en la provincia de Cienfuegos. Se realizó la caracterización del agro ecosistema, así como la determinación y el cálculo de los indicadores de biodiversidad. También el cálculo de la captura de carbono y la valoración de las acciones realizadas por la Tarea Vida. Se implementó un grupo de prácticas agroecológicas, que permitieron el desarrollo de las plantaciones sobre un suelo pedregoso, poco profundo, calcáreo y erosionado. Como resultado, se observó un incremento sostenido del número de plantas, de la Riqueza específica y del Índice de biodiversidad de Margalef. Ello permitió que la unidad alcanzara la condición de Jardín botánico provincial de frutales con 163 especies presentes, pertenecientes a 41 familias botánicas. Se concluyó que la finca constituye una unidad uniforme, diversa y equitativa, donde se observa total correspondencia entre el trabajo realizado y las Acciones y Tareas previstas en la Tarea Vida. Ello la convierte en unidad de referencia para la conservación de la biodiversidad, el enfrentamiento al cambio climático y el desarrollo de fincas integrales de frutales.

Palabras clave: Finca agroforestal, diversidad, agroecología, biodiversidad, Tarea Vida

ABSTRACT:

The objectives of the research were to summarize the actions carried out to date to promote the development of plantations and their results in the El Pedregal farm; evaluate the behavior of the main biodiversity indicators of this in the period from 2013 to 2019, and assess the relationship of the actions carried out, with the activities foreseen in the Life Task: State Plan for confronting climate change and its contribution to the province of Cienfuegos. The characterization of the agro-ecosystem was carried out, as well as the determination and calculation of the biodiversity indicators. Also the calculation of carbon capture and the assessment of the actions carried out by the Life Task. A group of agroecological practices was implemented, which allowed the development of plantations on stony, shallow, calcareous and eroded soil. As a result, a sustained

increase in the number of plants, the Specific Wealth and the Margalef Biodiversity Index was observed. This allowed the unit to reach the status of Provincial Botanical Garden of fruit trees with 163 species present, belonging to 41 botanical families. It was concluded that the farm constitutes a uniform, diverse and equitable unit, where total correspondence is observed between the work carried out and the Actions and Tasks provided for in the Life Task. This makes it a unit of reference for the conservation of biodiversity, the confrontation with climate change and the development of integral fruit farms.

Keywords: Agroforestry farm, diversity, agroecology, biodiversity, Life Task

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica cubana es uno de los principales valores del país, parte de la riqueza nacional y garantía de soberanía y seguridad alimentaria. 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. Desafortunadamente, esta riqueza se ha visto disminuida por diferentes presiones, fundamentalmente generadas por el hombre. Esto, unido a la fragilidad natural de los ecosistemas, hace que casi la mitad de las plantas cubanas se encuentren hoy en riesgo de extinción producto entre otras causas, de los efectos del cambio climático (García, 2016).

El archipiélago cubano posee una singular flora, con un estimado de entre 7 000 y 7 500 especies, que lo ubica como el territorio insular más rico en plantas a nivel mundial y la primera isla en número de especies por kilómetro cuadrado, con alrededor del 53 % de especies endémicas, valor que la posiciona entre las 7 islas con mayor porcentaje de endemismo en el planeta (González et al., 2016).

De ese total de plantas, se reportan para Cuba por el Instituto de investigaciones en fruticultura tropical, 249 especies de frutales, pertenecientes a 55 familias, 132 géneros, con 9 especies endémicas (Hernández et al., 2017), mientras que el Grupo Nacional de la Agricultura Urbana, reporta la localización en la Agricultura urbana cubana de 205 especies e híbridos interespecíficos de frutales, de 47 familias y 119 géneros (Rodríguez & Ramírez, 2017). Por su parte, Mesa et al. (2017), reportan en patios y parcelas de la Agricultura urbana, suburbana y familiar de la provincia, 151 especies, pertenecientes a 43 familias y 132 géneros, así como la existencia de dos Jardines botánicos de frutales y 40 patios y fincas con elevada biodiversidad de frutas. Dichas estructuras pueden ser consideradas como una vía para apoyar la conservación de la diversidad de frutales.

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos cuenta, desde el año 2009, con una finca universitaria donde aplicar tecnologías para el fomento y desarrollo de frutales en combinación con otras especies temporales. Creada por iniciativa del Profesor Consultante Wilfredo René Padrón Padrón, se denominó “El Pedregal”. Se desarrolló a partir de un área infestada de marabú y otras malezas, sobre un suelo pedregoso y degradado. El trabajo se inicia el 10 de octubre de 2009, en una superficie de 4,0 ha, incorporándose en el 2017, 3,0 ha más.

Los frutales constituyen una fuente nutritiva importante para el ser humano debido a su contenido de fibras, vitaminas, sales minerales, fitoquímicos, antioxidantes y otros elementos. Licata (2015) expone que “son, quizás, los alimentos más llamativos por su diversidad de colores y formas, pero además de lo que muestran a simple vista, forman parte de los alimentos con mayor cantidad de nutrientes y sustancias naturales altamente beneficiosas para la salud”.

La finca se fomentó como Finca Integral de frutales donde estuvieran representadas todas las especies existentes en Cuba y otras foráneas con posibilidades de adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región, además de trabajar en el rescate y diseminación de los frutales tradicionales de la huerta cubana, muchos de los cuales resultan hoy de escasa presencia y casi desconocidos para la población cubana más joven, [todo ello] con el objetivo de lograr un Jardín botánico de frutales (Padrón, Díaz y Pérez, 2014).

Los trabajos de plantación se inician en el año 2011. Estos demandaron el despliegue de un grupo importante de acciones dirigidas a revertir las características del área de intervención, caracterizada por la presencia de Matorrales Xeromorfos Costeros y Subcosteros, con muy pocas especies de plantas, de escaso valor económico y suelo degradado. Por ello, los objetivos de esta investigación son resumir las acciones realizadas hasta la fecha para propiciar el desarrollo de las plantaciones y sus resultados; evaluar el comportamiento de los principales indicadores de biodiversidad de la finca en el periodo de 2013 al 2019, y valorar la relación de las acciones realizadas, con las actividades previstas en la Tarea Vida: Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático (CITMA, 2017) y su contribución en la provincia de Cienfuegos.

DESARROLLO

El trabajo se realizó en el periodo comprendido entre enero de 2017 y julio de 2020, en la Finca El Pedregal, municipio Cienfuegos, provincia Cienfuegos. Tuvo lugar una investigación no experimental con diseño transversal que utilizó como herramientas, el análisis de los documentos existentes en la finca en el periodo de 2009 al 2019, entrevistas al productor, sus trabajadores y familiares, toma documental de fotografías de los ejemplares localizados y actualización del inventario de especies.

Se planificaron las siguientes tareas:

1. Análisis de los elementos tomados en cuenta para el Diseño de la finca

Se analizaron los criterios tomados en consideración por el productor para el diseño de la finca. Se realizó una amplia revisión bibliográfica para conocer acerca de las especies de frutales existentes en Cuba. Se sostuvo intercambios con varios agricultores sobre sus experiencias en el cultivo de frutales. Se realizó el muestreo y análisis del suelo existente para determinar propiedades y factores limitantes y se dedicó tiempo a la observación de la vegetación espontánea que crece en este tipo de suelos. Ello permitió 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.

2. Caracterización del agro ecosistema

Para la caracterización del agro ecosistema de la finca fueron utilizadas como herramientas la localización, la caracterización del tipo de suelo y el clima, así como aspectos sociales con el empleo de los métodos descritos por Socorro et al. (2005). Se estableció el análisis a partir de los elementos que se consideran en el Anexo 1.

3. Determinación de la biodiversidad y cálculo de los indicadores

Se actualizó el inventario de especies presentes, además de la toma documental de fotografías. Estas especies se dividieron en tres grandes grupos: Frutales, Forestales y Otras especies de interés económico.

Para los frutales, se evaluaron los indicadores de biodiversidad que definen la riqueza, dominancia y diversidad. Para la realización de los cálculos se emplearon los métodos propuestos por Moreno (2001), así como los de otros autores consultados.

Se utilizaron, además, los trabajos de Padrón et al. (2014), Madrazo (2015), Mesa et al. (2017), Padrón et al. (2019) y la revisión de la base de datos existente en el Jardín Botánico de Cienfuegos.

Se aplicaron las fórmulas siguientes:

Riqueza específica (S) basado en el número de especies de plantas presentes. Índice de diversidad de Margalef

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

Donde:

S= número de especies

N= número total de individuos

Dominancia: Para calcularla, se empleó el índice de Simpson: $\lambda = \sum pi^2$

Donde pi = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i , dividido entre el número total de individuos de la muestra. Se definen las especies dominantes, considerando aquellas que estén por encima de un 80 % del total de individuos del estudio o aquellas que presenten los mayores valores en el ecosistema, determinándose el Índice de Dominancia de Simpson y el de Diversidad de Simpson ($1-\lambda$).

Los datos se procesaron con la aplicación Excel del Programa Microsoft Office 2013 del Sistema Operativo Windows 7.

4. Cálculo de la captura de carbono.

Se realizó el cálculo de la Captura de carbono utilizando la metodología propuesta por Rüginitz et al. (2009), a partir de la propuesta del Centro Mundial Agroforestal (ICRAF), determinando Biomasa total, carbono en la biomasa y carbono total (t) de los frutales.

5. Acciones de capacitación

Fueron analizadas las acciones de capacitación desarrolladas en la finca durante el periodo evaluado, además, se elaboró y puso en práctica en 2019, una Estrategia de Capacitación que comprende acciones y tareas para capacitar al segmento vinculado a la finca y a otros interesados, en la temática de los frutales y prácticas agroecológicas.

6. Análisis de la factibilidad económica de la propuesta

Para determinar la factibilidad económica de la propuesta, se analizó toda la información sobre la producción obtenida en el periodo evaluado, así como los gastos incurridos y las fuentes de financiamiento.

7. 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 de Estado para el enfrentamiento al cambio climático, aprobada por el Consejo de Ministros el 25 de abril de 2017 (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente, 2017). Los resultados de dichas acciones se detallan en el análisis de cada una de las tareas planificadas en el trabajo. También fueron consultados el documento: Cuba. Metas nacionales para la diversidad biológica 2016-

2020 (Instituto de Ecología y Sistemática, 2016) y los objetivos y metas de la Agenda 2030 de desarrollo del Milenio por su relación con la Tarea vida y la importancia del trabajo de conservación de la biodiversidad vegetal realizado en la finca.

RESULTADOS

1. Diseño de la finca

La recopilación de la información sobre frutales efectuada y las observaciones realizadas, permitieron ubicar en distintas parcelas las especies.

Las plantas se ubicaron combinando en una misma hilera, frutales de porte alto, medio, bajo, arbustivos y otras especies (Anexo 2). Para ello se tomaron en consideración las exigencias de las densidades de siembra, tipo de suelo, profundidad requerida, el desarrollo de las raíces, la extensión de la copa y la 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; activar la biología del suelo para favorecer los procesos ecológicos de regulación biótica, captura de carbono y reciclado de nutrientes. A su vez, de acuerdo con el tamaño de la planta y la estructura del dosel, se observó que estas ayudan en el mantenimiento de un clima favorable, servicio que colabora con el bienestar humano y de las plantas. Este mismo diseño se utilizó para ubicar los cultivos en las calles, combinando en las hileras especies de interés agrícola de porte bajo como medicinales y hortalizas.

Stupino et al. (2014), al referirse a los efectos que provocan en el campo, la combinación de cultivos de cobertura, con policultivos, señalan que se genera un incremento de los estratos de vegetación, un aumento de la entomofauna benéfica, se activa la biología del suelo, se ven favorecidos los procesos ecológicos de regulación biótica y reciclaje de nutrientes, a la vez que, de acuerdo con el tamaño de la planta y la estructura del dosel, ayudan en el mantenimiento de un clima favorable para el desarrollo de las plantas. Todo lo cual contribuye al mantenimiento de la biodiversidad lograda. Los principios que fueron aplicados en esta finca se encuentran en total correspondencia con la Acción estratégica 4, que plantea, entre otros aspectos: Diversificar los cultivos, mejorar las condiciones de los suelos, introducir y desarrollar variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas. Se corresponde, además, con el Objetivo 15 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. Priorizar la biodiversidad, conservación, protección y mejoramiento de los recursos naturales, entre ellos: el suelo, el agua y los recursos zoo y fitogenéticos, así como recuperar la producción de semillas de calidad, la genética animal y vegetal y el empleo de productos biológicos nacionales se encuentra hoy entre las prioridades del país.

En la actualización del diseño de la finca se ha mantenido la siembra de plantas multipropósito: medicinales y melíferas, en las cuales se ha crecido en número de especies. Se fomentó y mantiene un vivero para la introducción y desarrollo de especies y variedades de frutales convencionales y exóticos obtenidos en la provincia y en varias zonas del país.

Se mantienen prácticas agroecológicas como: arrope, asociación de especies y variedades, barreras vivas y muertas y siembra de abonos verdes para cubrir la totalidad de la superficie. Se montó un área dedicada a la lombricultura, para satisfacer las necesidades de humus de los cultivos temporales que se van sembrando. Se prepara una superficie de 400 m² para convertirla en Organopónico, con el objetivo de potenciar la producción de hortalizas.

Inicialmente, el área se encontraba infestada de marabú (*Dichrostachys cinérea* (L) Wight) y otras especies arvenses, cuyo corte se comenzó en octubre de 2009. Todas las plantas cortadas

se trituraron y ese material vegetal se utilizó como arroje sobre la superficie del suelo; no se quemó ningún resto vegetal, de modo que el suelo no quedara desnudo.

Estas actividades tienen 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 (CITMA, 2017).

2. Caracterización del agro ecosistema

2.1. Localización y entidad asociada

La finca se encuentra asociada a la Cooperativa de Producción Agropecuaria “Mártires de Barbados”, municipio Cienfuegos, a la cual entrega sus producciones. Está explotada en usufructo desde el año 2009, adquirida por el Decreto Ley 259 con una superficie de 4,0 ha, que luego se extendió a 7,0 ha por el Decreto 300.

Se localiza en el Km 14 de la carretera a la Playa Rancho Luna, Consejo Popular Rancho Luna, a 38 msnm. Limita al Norte con la Finca Tierras Rojas, al Sur con el Área tanque Rancho Luna, al Este con la Carretera a Playa Rancho Luna y al Oeste con el Área de cultivo de la CPA Mártires de Barbados.

2.2. Tipo de suelo Predominante y Medidas de mejoramiento y conservación de suelos implementadas

Se localiza sobre una Rendzina Roja Típica (XIII A), poco profundo, humificado, medianamente erosionado con cuatro variantes: pedregoso en su totalidad, rocoso, calcáreo y poco fértil según Instituto de suelos (1986).

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.

Se realizaron aplicaciones dirigidas de compost y otros materiales orgánicos para elevar la fertilidad del suelo. Tuvo lugar la incorporación de abonos verdes y los restos de cosecha de los cultivos temporales que se siembran en las calles y del marabú y la restante vegetación existente inicialmente en la plantación, 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.

Se realizó 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 resultado de ello, han sido construidos más de 600 m de barrera muerta con restos de plantas y piedras a curva de nivel para la retención de la escorrentía superficial.

El suelo de la finca está catalogado como muy poco profundo, por lo que, al plantar los frutales, se mantiene 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.

Con estas actividades, se logró cumplir lo previsto en la Tarea 5: Dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas en cantidad y calidad.

2.3. Caracterización de las condiciones climáticas

Para la caracterización del clima (Anexo 3), se obtuvo la información en la Unidad provincial de Meteorología de Cienfuegos (INSMET). Se recogió los datos promedio para el periodo

evaluado, los que sirvieron para realizar propuestas sobre el manejo de los cultivos. En el caso de la lluvia, se tomaron además los valores del pluviómetro de la red del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) en Cienfuegos (INRH) existente en la zona para luego comparar los resultados. El estudio del comportamiento de las precipitaciones resultó fundamental para el diseño del sistema de riego a implementar.

Al estudiar el comportamiento de los acumulados de lluvia en el periodo evaluado, se pudo observar que en la finca, excepto en el 2017 y 2019 que presentaron un comportamiento anormal con respecto a los valores históricos (1129,3 mm), los restantes años presentan valores de lluvia en la zona, muy por debajo de la media del municipio (1276,1 mm), por lo que la misma puede ser catalogada como de bajas precipitaciones, debido a la influencia de su proximidad a la costa. Tal situación justifica la necesidad del riego y obliga a explotar con máxima eficiencia, el sistema de riego instalado en la finca. Similares resultados fueron reportados para la lluvia en la zona por Madrazo (2015) y por Padrón et al. (2019), durante el periodo comprendido de 2011 al 2018, lo que corrobora la afirmación inicial.

Respecto de los valores de temperatura y humedad relativa, estos se adaptan a los requerimientos de la mayor parte de los frutales tropicales y subtropicales, por lo que se han manejado los arreglos espaciales para garantizar los requerimientos de iluminación y temperatura de las plantas en el campo, con lo que se da respuesta a la Acción estratégica 4: ...introducir y desarrollar variedades resistentes al nuevo escenario de temperaturas.

El Glosario del material sobre la Tarea Vida consultado (CITMA, 2017), define que la Adaptación: Contempla los estudios y soluciones para disminuir en lo posible la vulnerabilidad general ante los impactos del cambio climático. En algunos sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y a sus efectos, lo que tiene total correspondencia con el trabajo realizado en la finca en función del manejo de los arreglos espaciales de las especies en el campo y la instalación del sistema de riego.

La Acción estratégica No 3 de la Tarea Vida plantea: Adaptar las actividades agropecuarias, en particular las de mayor incidencia en la seguridad alimentaria del país, a los cambios en el uso de la tierra como consecuencia de la elevación del nivel del mar y la sequía. Este aspecto fue tomado en cuenta al concebir El Pedregal como una finca agroforestal diversificada, con elevados indicadores de biodiversidad.

A partir del estudio del comportamiento de la lluvia en el área, se instaló en la finca un sistema de riego por goteo con emisores de diverso tipo, en dependencia de las posibilidades materiales (pero siempre velando por la uniformidad del sistema al momento de ubicarlo en el campo). Dicho sistema permite optimizar el uso del agua, lo que se corresponde con la Tarea 4: Asegurar el uso eficiente del agua como parte del enfrentamiento a la sequía, a partir de la aplicación de tecnologías para el ahorro y la satisfacción de las demandas locales...y con la Tarea 10. Priorizar las medidas y acciones para elevar la percepción del riesgo y aumentar el nivel de conocimiento y el grado de participación de toda la población en el enfrentamiento al cambio climático y una cultura que fomente el ahorro del agua.

Como parte de las acciones desarrolladas para aumentar el conocimiento, se evaluó la eficiencia del sistema de riego mediante el Trabajo de Diploma de un estudiante de Agronomía. Se realizaron las correcciones correspondientes a partir de lo recomendado en dicho trabajo. Se realizan Clases prácticas de la asignatura Riego y drenaje de la Carrera de Agronomía y se mantiene funcionando un Círculo de interés con niños de la Escuela primaria de la Comunidad Mártires de Barbados, en el cual reciben conocimientos acerca de la importancia de preservar el Recurso Agua.

3. Determinación de la biodiversidad y Cálculo de los indicadores

Para la determinación de los indicadores de biodiversidad, se realizó el conteo de las especies presentes en la unidad. Se definió nombre vulgar y científico, así como el número de individuos a partir del conteo físico, la biodiversidad intraespecífica del recurso, además de la toma documental de fotografías.

En la Tabla 1 se resumen los resultados del inventario realizado en el 2019 y su comparación con anteriores conteos. Ello demuestra el incremento sostenido del número de plantas y los indicadores riqueza e Índice de biodiversidad de Margalef en los frutales. Se aprecia una tendencia a la estabilidad de este último a partir del 2017. Ello pone de manifiesto el trabajo desarrollado en la búsqueda y plantación de especies en la finca, sobre todo a partir del año 2015 en que esta obtiene la condición de Jardín botánico de frutales, acción que ha contribuido a incrementar de forma notable la biodiversidad.

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.

Tabla 1. Indicadores de biodiversidad de frutales

<u>Indicador</u>	<u>2013</u>	<u>2014</u>	<u>2015</u>	<u>2016</u>	<u>2017</u>	<u>2018</u>	<u>2019</u>
Número de plantas	4680	4796	4899	4896	5180	7015	7710
Riqueza específica	80	100	123	124	158	162	163
Índice de Margalef	9,34	11,68	14,36	14,49	18,35	18,18	18,10
Dominancia de Simpson	0,831	0,862	0,859	0,861	0,859	0,864	0,870
<u>Diversidad de Simpson</u>	<u>0,168</u>	<u>0,137</u>	<u>0,141</u>	<u>0,141</u>	<u>0,140</u>	<u>0,138</u>	<u>0,140</u>

Fuente: Elaboración propia, a partir de la información recopilada.

Estos resultados superan la Riqueza reportada por Mesa et al. (2017) para el municipio Cienfuegos y se corresponden con el 65 % de las especies reportadas para Cuba por Rodríguez y Ramírez (2017). Se localizan en la finca 28 especies no reportadas por estos últimos autores, lo que constituye un aspecto novedoso y uno de los impactos de este trabajo.

En la propia tabla 1, se puede observar el comportamiento de los Índices de Dominancia y de Diversidad de Simpson. Ambos muestran que la finca constituye una unidad muy uniforme y que prácticamente no existen diferencias en sus valores durante todo el periodo evaluado. En relación a la diversidad $(1-\lambda)$, una comunidad es más diversa cuando los valores de este indicador se aproximan a 1, lo que significa que no hay una especie dominante en la población o lo que es lo mismo, que esta es muy equitativa. Ello coincide con los resultados de esta investigación.

En relación con otras especies de interés económico, también se ha mantenido un incremento en la búsqueda e introducción de otras especies en la finca. Dichas especies son intercaladas en las plantaciones de frutales, contribuyendo de esa forma al incremento de la biodiversidad, de la cobertura del suelo y de la captura de carbono.

En cuanto a la actividad forestal y su influencia en la conservación de los suelos y la biodiversidad, en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, se propone continuar incrementando la cobertura boscosa del país de acuerdo al área potencial identificada, con énfasis en los bosques protectores. Este objetivo se ha cumplido en El Pedregal.

Se calculó el Índice Equivalente de la Tierra para el año 2019, el cual alcanzó un valor de 3,6, al contar en una superficie de 7,0 ha con una existencia calculada de 25,2 ha sembradas. Ello representa un crecimiento respecto a 2018 del 16,94 % en este indicador al combinar especies frutales de diferente porte con cultivos temporales en espacio y tiempo, lo que mantiene estrecha relación con la Tarea 5: Dirigir la reforestación hacia la máxima protección de los suelos y las aguas en cantidad y calidad... y la Tarea 8. Integrar las obligaciones para Implementar y controlar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático derivadas de las políticas sectoriales en 13 programas, planes y proyectos vinculados a la seguridad alimentaria, la energía renovable, la eficiencia energética, el ordenamiento territorial y urbano, la pesca, la agropecuaria, la salud, el turismo, la construcción, el transporte, la industria y el manejo integral de los bosques.

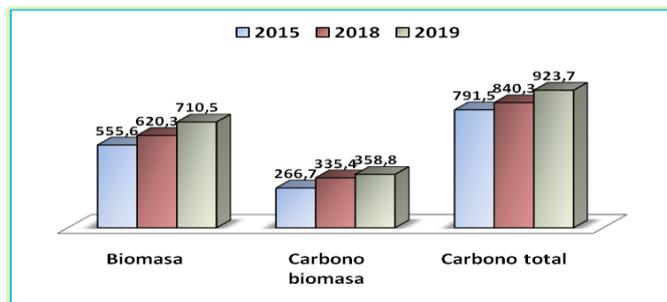
3.1. Biodiversidad intraespecífica de frutales

Respecto de este indicador, aguacate con 28 variedades o cultivares y mango con 16, resultan las especies con mayor biodiversidad intraespecífica, seguidos por guayaba con siete y mamey colorado con cinco clones respectivamente. Se destaca como especie dominante la guanábana (*Annona muricata*, L.) con una población de 1750 plantas, a pesar de no alcanzar los valores propuestos por Moreno (2001) para considerar una especie como dominante. El trabajo realizado con la guanábana, fue objeto de reconocimiento personal de nuestro Comandante en Jefe en carta al productor en el año 2014 (Anexo 4).

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

4. Captura de carbono y enfrentamiento al cambio climático

En la figura 1 se presenta el resultado del cálculo de la biomasa total, la captura de carbono en la biomasa y carbono total en el periodo 2015-2019, en función del crecimiento de los árboles y del número de plantas. Es posible observar el incremento sostenido de estos indicadores, los que resultan fundamentales para la mitigación de los efectos del cambio climático y motivan que la finca se haya convertido en un sumidero de carbono. Además, dan respuesta a la Tarea 8. Implementar y controlar las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático derivadas de las políticas sectoriales en los programas, planes y proyectos vinculados a la seguridad alimentaria, la energía renovable, la eficiencia energética, el ordenamiento territorial y urbano, la pesca, la agropecuaria, la salud, el turismo, la construcción, el transporte, la industria y el manejo integral de los bosques, así como con el Objetivo de Desarrollo Sostenible No 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.



Fuente: Elaboración propia, a partir de la información recopilada.

Figura 1. Biomasa total, carbono en la biomasa y carbono total (t)

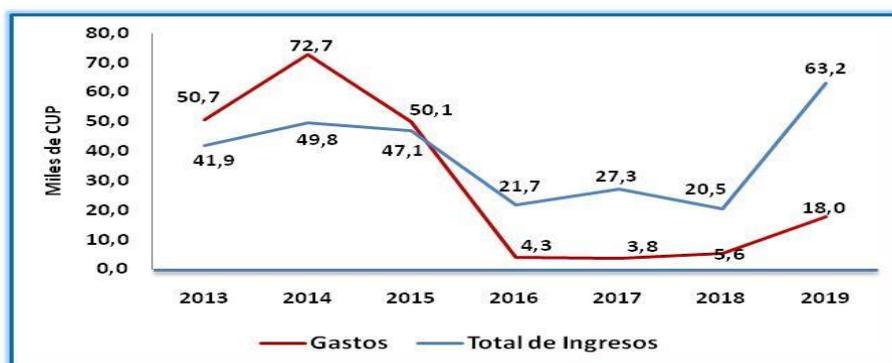
En el Glosario del material Tarea Vida: Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático (CITMA, 2017), se define como Mitigación: los estudios y soluciones para reducir las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) sin comprometer el desarrollo económico y social del país. Entre las soluciones que propone se incluye aquellas que persiguen la absorción de los GEI (emisiones netas); por ejemplo: la absorción del CO₂ en sumideros biológicos como los bosques o la captura del CO₂ en depósitos subterráneos u oceánicos. Ello se corresponde con el trabajo realizado en la finca en función del incremento sostenido del número de plantas y del crecimiento de los árboles que la convierten en un sumidero de carbono.

5. Valoración económica del trabajo realizado

En la figura 2 se muestran los resultados de la valoración económica de los resultados de la finca. Es posible observar que, a partir del año 2015, se produce el punto de inflexión cuando los ingresos generados superan a los gastos incurridos al concluirse en lo fundamental, el fomento de las plantaciones de mango, mamey y aguacate, con independencia de que el objetivo de la unidad nunca ha sido obtener grandes niveles de producción, sino alcanzar elevados valores de biodiversidad y convertirse en una finca de referencia de las tecnologías de frutales y Jardín botánico.

Uno de los aspectos principales que pone en riesgo la biodiversidad en general, y de los agroecosistemas en particular, 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. Estos valores abstractos no siempre son percibidos claramente por la sociedad, poniendo en riesgo la biodiversidad (Stupino et al., 2014).

Para lograr este resultado económico, se estableció en la finca un vivero para la producción de todas sus posturas de anonáceas, fruta bomba y otras especies obtenidas a partir de semillas como una forma de reducir los gastos, además de la incorporación de la producción de cultivos de ciclo corto dentro de las plantaciones de frutales establecidas en los primeros años.



Fuente: Elaboración de los autores a partir de la información recopilada en el período.

Figura 2. Valoración económica

6. Acciones de capacitación desarrolladas

En la finca se mantiene un Círculo de interés con estudiantes de primaria de la escuela de la comunidad Mártires de Barbados, así como el uso de la finca en clases teórico-prácticas y Trabajos de Diploma de Estudiantes de Agronomía y Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias. Además, se han desarrollado dos ediciones de un Curso Internacional de Agroforestería en colaboración con la Universidad de Laval (Canadá). Igualmente, han tenido lugar asesorías y tutorías de tesis a 6 estudiantes canadienses en periodos de 15 días hasta seis meses. Se han realizado varios cursos y talleres nacionales, así como seis Trabajos de Diploma de estudiantes de la carrera de Agronomía y Licenciatura en Economía. Por todo ello, la finca de frutales tropicales y subtropicales “El Pedregal” resulta un sitio obligado no solo para biólogos, agrónomos, taxonomistas y estudiosos de la botánica, sino también para amantes de la naturaleza que pueden encontrarse en un breve tiempo y espacio en un mundo de frutales percibiendo aromas, paisajes y enigmas propios de la biodiversidad, así como deleitar una exquisita fruta natural, además de adquirir conocimientos.

Un aspecto novedoso del trabajo en la finca lo constituye la confección y distribución entre los productores de frutales, campesinos y personal que visita la unidad (desde el 2009 hasta la fecha) de más de 40 mil ejemplares de un grupo de folletos relacionados con el trabajo desarrollado en ella, los frutales, la Agroforestería y otras prácticas agroecológicas. Dichos folletos han sido confeccionados por el productor y otros colaboradores con el propósito de contribuir a elevar el conocimiento de productores y amantes de la naturaleza. Sus creadores se preparan actualmente para editar un libro digital (Anexo 5).

El desarrollo de manuales y guías para apoyar las actividades de capacitación es consistente con la Tarea 10 que prioriza las medidas y acciones para elevar la percepción del riesgo y aumentar el nivel de conocimiento y el grado de participación de toda la población en el enfrentamiento al cambio climático y contribuye así a la mejora de la conciencia sobre los valores ambientales globales y la gestión del conocimiento.

CONCLUSIONES

En la finca El Pedregal

- se ha implementado un grupo importante de prácticas agroecológicas que permitieron el desarrollo de las plantaciones sobre un suelo pobre, pedregoso y calcáreo.
- se logra el 100 % de cobertura pues se combinan armónicamente especies de porte alto, medio, bajo y arbustivas con más de 180 especies y variedades y un Índice equivalente de la tierra de 3,6 en una superficie de 7,0 ha.
- las medidas implementadas han permitido la recuperación paulatina de las propiedades físicas y químicas de los suelos.
- existe un incremento sostenido de los principales indicadores de biodiversidad, la Absorción de Gases de efecto invernadero y del equilibrio biológico en la regulación de plagas y enfermedades.
- se observa una total correspondencia entre el trabajo realizado en la finca y las Acciones y Tareas previstas en la Tarea Vida: Plan del estado cubano para el enfrentamiento al cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CITMA. (2017). Tarea Vida: Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente. 2017. 38 p.
- García, M. (2016). Prólogo. En: Lista roja de la flora de Cuba. Bissea 10 (número especial 1):7.
- González, L.R., Palmarola, A., González, L., Bécquer, E.R., Testé, E., y Barrios, D. (Eds.). Lista roja de la flora de Cuba. Bissea 10 (número especial 1):1352. 2016.
- Hernández, M. R., Ramos, L., Oliva, H., Zamora, D. Velázquez, B., Rodríguez, M.E., Noriega, C., Pérez, F., Noda, M., Rodríguez, J.L., Guzmán, Y., Rodríguez, Y., Jiménez, R., Fuentes, V., Rodríguez, N.N., Álvarez, J., Martínez, F., Moreno, D., Acosta, D., y Arévalo, Y. (2017). FRO-5. Estrategias para búsqueda, conservación y socialización de los recursos fitogenéticos de frutales con un enfoque sostenible en Cuba. Unidad Científico Tecnológica de Base. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. En: Libro de resúmenes V Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical / IX Simposio Internacional de Piña. "Fruticultura 2017". La Habana. Cuba. 43-44.
- Instituto de Ecología y Sistemática. (2016). Cuba. Metas nacionales para la diversidad biológica 2016-2020.
- Instituto de suelos. (1986). Ministerio de la Agricultura, estudio de Suelos, 1:25 000 de la provincia de Cienfuegos, II Clasificación genética de los suelos de Cuba.
- Licata, M. (2015). Las frutas, sus propiedades y su importancia en la alimentación diaria. 2015. <http://www.zonadiet.com/nutrición>.
- Madrazo, D.T. (2015). Indicadores de Biodiversidad de frutales en seis fincas del municipio Cienfuegos. Tesis Inédita en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- Mesa, J. R., Socarras, Y., Padrón, W.R., León, J., Ponce, L., Soto, R.; Sánchez, D., Vázquez, M., Costa, I., Dubra, J., y García, C. (2017). Biodiversidad de frutales en la agricultura urbana, suburbana y familiar de la provincia de Cienfuegos. Premio Anual a la Investigación Científica 2017. CITMA. Cienfuegos. Cuba.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 2001. 84 pp.
- Padrón, W.R., Díaz, M., y Pérez, Y. (2014). De un suelo pobre, pedregoso y calcáreo a un suelo productivo. Agricultura Orgánica, año 20, número 2 de 2014. 1-4
- Padrón, W.R., Mesa, J. R., Quevedo, M., Padrón, W.R., León, J., Palacios, D. D., y Delgado, C. (2019). Finca Universitaria "El Pedregal". Una contribución a la conservación de la biodiversidad de frutales y a la Tarea Vida en Cienfuegos. Premio Provincial del CITMA (Investigación Científica 2019).
- Rodríguez, A.A., y Ramírez, M. M. (2017). Las Especies de frutales en Cuba. Editora Agroecológica. La Habana. 2017. 216 p.
- Rügnitz, M. T., Chacón, M. L., y Porro R. (2009). Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales. 2009.-- 1. ed. -- Lima, Perú.: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica (IA). 79 p.
- Socorro, A.R., Padrón, W.R., Pretell, R., y Parets, E.R. (2005). Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola. Edición Especial para la Asignatura Práctica Agrícola. Editorial Universo Sur. Universidad de Cienfuegos. 2005. 300 p. ISBN 959-257-080-8

Stupino, S. A., Iermanó, M. J., Gargoloff, N. A. y Bonicatto, M. M. (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En: Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables /Santiago Javier Sarandón... [et.al.]; coordinado por Santiago Javier Sarandón y Claudia Cecilia Flores. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. 2014. 131-158

Anexo 1

Componentes agroecológicos a caracterizar.

Nº	Componentes	Información	Fuente
1	Elementos de diseño y Localización	Ubicación geográfica	Recopilación de informes de la finca 2009-2019. GeoCuba, Google Maps
2	Suelos	Tipo y subtipo de suelos, factores limitantes y agro productividad.	Ministerio de la Agricultura, estudio de Suelos, 1:25 000 de la provincia de Cienfuegos, II Clasificación genética de los suelos de Cuba. (Instituto de suelos, 1986) y análisis de laboratorio UCTB Suelos Cienfuegos en 2009 y 2019.
3	Clima	Datos climáticos: Precipitaciones, Temperatura, Humedad relativa.	Unidad provincial de Meteorología de Cienfuegos (Período 2013-2019). Pluviómetro del INRH ubicado en el área de la finca.
4	Social	Población	Entrevista al dueño de la finca, su familia y sus trabajadores, así como a directivos de las instituciones vinculadas al trabajo de la finca.

Fuente: Socorro et al., 2005

Anexo 2. Elementos considerados en la ubicación espacial de las especies

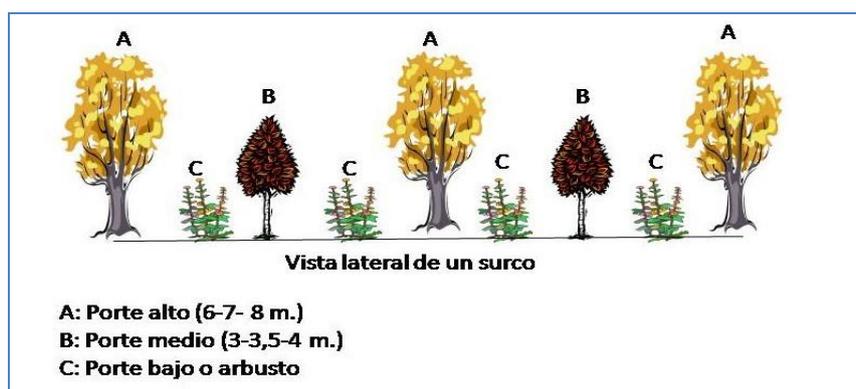


Figura 1: Diseño de las hileras

Anexo 3

Caracterización de las condiciones climáticas

Parámetros	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
------------	------	------	------	------	------	------	------

Lluvia Cienfuegos	1543,6	1067,0	1166,1	963,8	1568,5	1442,7	1181,0
Lluvia Rancho Luna	816,0	849,5	1084	736,3	1634,9	1343,3	1442,7
Humedad relativa	78,25	76,75	79,25	77,16	77,0	79,83	77
Temperatura	25,89	26,0	26,5	25,77	25,78	25,59	25,6

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos aportados por INSMET e INRH Cienfuegos.

Anexo 4. Reconocimiento personal del Comandante en Jefe

Carta de Fidel (Transcripción)

Muy estimado profesor Wilfredo René Padrón:

El compañero Cosme nos informó del encuentro con usted tan pronto regresó de su visita a Cienfuegos para ver a Regino, tan pronto este le informo de una plantación de Guanábana en la zona del Escambray, ambos prosiguieron hasta su plantación. Ellos no tenían idea del esfuerzo realizado por usted. Allí Cosme tomó decenas de fotos cuando usted le expresó su disposición a colaborar.

Resultó ser usted la primera persona en impulsar la siembra masiva de Guanábana, una de las frutas que conocí en Birán cuando tenía ocho o diez años y siempre me pareció maravillosa. Llevábamos varias semanas seleccionando semillas de dos tipos: la cubana y la Venezolana. La nuestra tiene un excelente sabor y la mitad o un tercio de las semillas que posee la venezolana, que es también agradable y con mayor peso promedio que la nuestra, pero en mi opinión no tan agradable. Todos los que la hemos probado coinciden en este punto de vista. Sin embargo, no se puede opinar nada con carácter definitivo. Tal vez en la propia Venezuela hay otras variedades que las conocidas por nosotros por las frutas de ese gran país que el inolvidable compañero Hugo Chávez nos enviaba.

No dispongo de tiempo para extenderme más en este momento pues Cosme espera por la nota y debe salir temprano para verlo a usted, después de encontrarse con Regino, le añadiría solo que Lazarito otro excelente y sabio promotor de la agricultura científica y altamente productiva, posee dos árboles de una guanábana, de frutas gigantes obtenidas de un injerto de Guanábana con un patrón de otra planta de origen ecuatoriano que produce frutas de unas guanábanas que llegan a pesar decenas de libras. Lo que haya sobre eso se lo comunicamos a usted.

Cuente con la seguridad de que libraremos la batalla para que usted reciba las hectáreas que necesita y nuestra cooperación decidida en lo que usted pueda necesitar que estén a nuestro modesto alcance.

Espero conocerlo pronto personalmente, aquí o en el Pedregal.

Mientras tanto lo felicitamos y le rogamos prosiga usted prestándole a nuestro país el enorme caudal de sus conocimientos.

Gracias por los obsequios que nos envió.

Firma. Fidel Castro Ruz

Julio 24 de 2014

2 y 32 a.m.

Anexo 5. Relación de materiales de capacitación producidos.

No	TITULOS	Página	Ejemplares entregados
1	Agroecodesarrollo Sostenible (Los Pequeños agricultores, sí pueden)	12	500
2	Algunas especies de Árboles frutales en Cuba. A los agricultores, una guía para Facilitar el conocimiento de los principales árboles frutales presentes en Cuba y la selección de especies a sembrar en su finca agroforestal.	84	480
3	Algunas especies de Árboles Maderables en Cuba. Una guía para facilitar el conocimiento de los principales árboles maderables presentes en Cuba y la selección de especies para las fincas agroforestales.	60	350
4	Producción de biofertilizantes y su utilización en la agricultura para la obtención de producciones más sanas y ecológicamente estables.	11	100
5	Biodigestores para la producción de Biogás, Abono orgánico, Disminuir las contaminaciones y las emisiones de GEI.	14	12000
6	Diseños y/o esquemas para la interpretación de biodigestores de cúpula fija.	12	5000
7	Consejos prácticos para el funcionamiento de los biodigestores	8	3000
8	Compost. Una buena alternativa para la nutrición de sus cultivos y mejorar el suelo	8	600
9	Conceptos para un manejo integral de la finca ECOSISTEMA + hombre =AGROECOSISTEMA MIP: Manejo Integrado de Plagas. MAF: Manejo Agroecológico de la finca. MIF: Manejo Integrado de la Finca. MIC: Manejo Integrado de Cultivos.	8	3500
10	En defensa de la Agroecología en medianas y grandes fincas agropecuarias	20	2500
11	La Finca Agroforestal y otras Prácticas Agroecológicas. Importancia de los árboles en la finca y en el entorno para la producción agropecuaria	20	1400

12	Fincas agroforestales, asociación de cultivos y otras prácticas agroecológicas para una mayor eficiencia energética y económica en la producción de viandas, hortalizas y granos.	22	1200
13	Fincas agroforestales, policultivos y otras prácticas agroecológicas en fincas pecuarias	18	400
14	La Guanábana <i>Annona muricata</i> L y sus propiedades	8	3500
15	La Agroecología y la Agricultura Orgánica para un desarrollo sostenible	12	400
16	Prácticas Agroecológicas para el Incremento de la Biodiversidad, Beneficios en la regulación de plagas y la eficiencia energética de la finca. Biodiversidad: ¿Qué es, dónde se encuentra y por qué es importante?	19	1250
17	Moringa oleífera Lam. Un árbol con enormes potencialidades	10	2500
18	Cómo podar su frutal	24	1300
19	Política para el cultivo de los frutales y otros aspectos tecnológicos	24	1500
20	Sábila o Sávila (<i>Aloe vera</i> L). Cultivo y sus propiedades	4	1000
21	Roedores: Especies nocivas en Cuba. Clasificación e identificación	6	50
22	El picudo rojo de las palmáceas. <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> Jenkins.	19	30
23	Manejo sostenible de suelo. Transformación de un suelo improductivo (Árido, calcáreo y pedregoso) a un suelo productivo.	20	50
24	Humus de lombriz: una alternativa de fertilización al alcance de todos	12	300
26	Aguacatero (<i>Persea americana</i> Mill.) Familia: Lauraceae. Grupos ecológicos; Comportamiento floral y Variedades más importantes	24	250
27	Tecnología de producción de microorganismos eficientes, a partir de recursos locales.	10	1000
28	Microorganismos eficientes. ¿ME-UCf, que es y cómo aplicarlo?	4	1200
29	Manejo de Biofertilizantes en Cuba.	16	200
30	Folleto anual de la finca. Listado de especies	14	1200
31	Almanaque del año y Calendario Lunar.	14	1000