



Editores:

Dr.C. Nancy Esther Ricardo Nápoles

Dr.C. Eudalys Ortiz Guilarte

Dr.C. Francisco Cejas Rodríguez

Dr.C. Dalia María Salabarría Fernández

Ing. Marina Espinosa Barbat

Programa Nacional de Ciencia
Uso Sostenible de los componentes
de la Diversidad Biológica: Aportes 2015-2019

**PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA USO
SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES
DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:**

Aportes 2015-2019

Dr.C. Nancy Esther Ricardo Nápoles
Dr.C. Eudalys Ortiz Guilarte
Dr.C. Francisco Cejas Rodriguez
Dr.C. Dalia Maria Salabarría Fernández
Ing. Marina Espinosa Barbat



Autoría y Edición

Dr.C. Nancy Esther Ricardo Nápoles¹
Dr.C. Eudalys Ortiz Guilarte²
Dr.C. Francisco Cejas Rodríguez³
Dr.C. Dalía María Salabarría Fernández⁴
Ing. Marina Espinosa Barbat⁵

Colaboradores

Dr.C. Maira Fernández Zequeira¹
Dr.C. Mayra Camino Vilaró⁶
Dr.C. Jorge Luis Fontenla Rizo¹
Dr.C. Amnerys González Rossell⁴
Dr.C. Daysi Vilamajó Alberdi¹
Dr.C. Roberto Alonso Bosch⁷
Dr.C. Alicia Mercadet Portillo⁸
MSc. Hermen Ferrás Álvarez¹

¹Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba

²Instituto de Ciencias del Mar, La Habana, Cuba

³Instituto de Geografía Tropical, La Habana, Cuba

⁴Centro Nacional de Áreas Protegidas, La Habana, Cuba

⁵Agencia de Medio Ambiente, La Habana, Cuba

⁶Jardín Botánico Nacional, La Habana, Cuba

⁷Universidad de La Habana, La Habana, Cuba

⁸Instituto de Investigaciones Agroforestales, La Habana, Cuba

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, citándola de forma siguiente:

Ricardo N, Ortiz E, Cejas F, Salabarría D, Espinosa M. (Eds.). 2021. Aportes 2015-2019 del Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación de Interés Nacional "Uso Sostenible de los Componentes de la Diversidad Biológica en Cuba". ISBN: 978-959-300-204-2, 978-959-300-203-5. Agencia de Medio Ambiente. Editorial AMA. La Habana, Cuba.



Realizado con la contribución financiera de los de los proyectos internacionales GEF/PNUD "Un enfoque paisajístico para conservar ecosistemas montañosos amenazados" y Programa de Asociación de País CPP-OP-15.

Contenido

1. Introducción	1
1.1. Objetivos del programa	5
1.1.1. Conservación de la diversidad biológica.....	5
1.1.2. Uso y gestión de la diversidad biológica.....	5
1.2. Entidades científicas, docentes y productivas	10
2. Aportes al conocimiento de la Diversidad Biológica	12
2.1. Enfoques estratégicos	12
2.2. Colecciones de Ciencias Naturales.....	18
2.3. Profundización en el conocimiento de los componentes de la diversidad biológica cubana.....	19
2.4. Inventarios actualizados de grupos biológicos.....	20
2.5. Estado de conservación de los hongos en Cuba	20
2.6. Restauración ecológica de ecosistemas.....	22
2.7. Conservación y uso sostenible en hábitats naturales de los macizos montañosos Guaniguanico, Guamuhaya y Nipe-Sagua-Baracoa	23
2.8. Esfera productiva agropecuaria y forestal de los macizos montañosos Guaniguanico, Guamuhaya y Nipe-Sagua-Baracoa.....	23
2.9. Manejo y salud de los cultivos y del suelo, funcionamiento de agroecosistemas productivos de montaña.....	28
2.10. Diversidad y uso potencial de organismos marinos y terrestres	30
2.11. Potencialidades agrobiológicas de especies de la flora en agroecosistemas productivos de montaña	36
2.12. Consideraciones biológicas ambientales de especies y ecosistemas marinos	37
2.13. Gestión de información sobre diversidad biológica.....	39
3. Impactos Científicos, Medio Ambientales y Sociales	42
3.1. Impactos Científicos	42
3.2. Impactos Medio Ambientales	50
3.3. Impactos Sociales.....	51
4. Publicaciones	54
4.1. Revistas especializadas	54
4.2. Libros	79
4.3. Series divulgativas	80

4.4. Folletos divulgativos	81
5. Tesis de doctorados, maestrías, de especialidad y trabajos de diplomas relacionados con los proyectos del programa.....	82
6. Proyectos terminados	89
6.1. Año 2015.....	89
6.2. Año 2016	92
6.3. Año 2017	93
6.4. Año 2018	95
6.5. Año 2019	101
7. Proyectos del programa.....	111
7.1. Proyectos en ejecución	111



1. Introducción

1. Introducción

Presidente: Dr.C. Nancy E. Ricardo Nápoles

Secretaria: Ing. Marina Espinosa Barbat

Se conocen múltiples resultados científico - técnicos desde el siglo pasado que sustentan la importancia de la diversidad biológica, su conservación y el papel que tiene en los programas socioeconómicos. Ésta es el resultado de un complejo y largo proceso histórico natural en relación con el medio ambiente donde coexiste con sus interacciones mutuas, con todos los elementos que la componen y que forman unidades funcionales que aportan y aseguran servicios básicos para la supervivencia humana. Es la fuente potencial para subvenir sus necesidades actuales y futuras, garantizando su bienestar y equilibrio. Tenemos, entonces, la gran responsabilidad de realizar los máximos esfuerzos para asegurar su permanencia y sostenibilidad.

El uso y beneficio de la diversidad biológica ha contribuido al desarrollo de la cultura humana, principalmente desde los puntos de vista sistémico, funcional, ecológico, económico y científico. Es organizadora natural de los flujos de energía y materia, al regular y estabilizar la tierra con la trama que forma la capa vegetal en las zonas montañosas, amortiguando la acción mecánica de elementos como el viento y las aguas de escorrentía. Actúa, además, en los procesos de recuperación y reconversión de desechos y nutrientes, en los intercambios y efectos de las masas continentales y los océanos con la atmósfera, que son resultado de los elementos vivos como el efecto albedo, la evapotranspiración, el ciclo de carbono, entre otros.

La diversidad biológica recibe numerosas presiones por la destrucción de los ecosistemas naturales o seminaturales, incrementando el riesgo de extinción de muchas especies que ya son vulnerables. Entre las múltiples causas están la degradación, la pérdida y fragmentación de hábitats, la introducción de especies, la sobre-explotación, la contaminación y degradación de los suelos, la contaminación del aire y las aguas, la explotación selectiva de especies y el agotamiento del ozono estratosférico. Estas condiciones se agravan por la acción y los efectos del cambio climático.

No solo numerosas especies están en riesgo de extinción por procesos naturales y actividades humanas, también el cambio climático se añade a estas presiones, especialmente en el caso de aquellas especies que necesitan condiciones climáticas específicas y/o hábitat restringido.

Los cambios globales, especialmente el cambio climático, pueden ocasionar grandes afectaciones en los ecosistemas naturales, por la pérdida de especies y las modificaciones en su comportamiento, reduciendo la cantidad de sus individuos. De esa forma facilita la entrada de especies exóticas con repercusión e impactos en ecosistemas naturales y agroforestales y en la salud humana. A su vez, tienen lugar cambios en la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas, en la reducción de la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, en las afectaciones a los manglares y ecosistemas costeros, así como en el incremento de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos costeros y de tierras interiores, principalmente montañosas, y en la celeridad de los procesos de aridez, entre otras consecuencias.

Por los antecedentes mencionados con anterioridad, se mantiene la vigencia del pensamiento del líder histórico de la Revolución cubana, Fidel Castro Ruz, cuando expresó en la Cumbre de La Tierra en Río de Janeiro, el 12 de junio de 1992: "...Una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre...".

Por ello, según las prioridades nacionales establecidas en cuanto a las proyecciones estratégicas del país y teniendo en cuenta la necesidad de lograr un desarrollo sostenible, así como por las actuales tendencias mundiales del desarrollo científico y tecnológico, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma) aprueba y emite el Dictamen No. 04/2014 donde declara la pertinencia de la ejecución, a partir del año 2015, del Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación de Interés Nacional "Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba"; dirigido científicamente por el Instituto de Ecología y Sistemática y gestionado por la Agencia de Medio Ambiente del Citma.

Este Programa se nutre de experiencias y conocimientos que aportaron:

- Programa Nacional "*Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano*"
- Programa Ramal "*Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Cubano*"
- Programa Ramal "*Diversidad Biológica*"
- Programa Ramal "*Sistemática y Colecciones Biológicas*"

En la ejecución de este Programa se priorizaron, con enfoques ecosistémicos, el intercambio teórico, metodológico y práctico mediante el aporte al conocimiento científico, a la comprensión, funcionamiento y gestión eficiente del medio ambiente, ejecutando investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico y social del país. Además, estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la sostenibilidad del desarrollo científico y socioeconómico del país. Se destacaron los referidos a la conservación y el uso racional de la diversidad biológica, con toda la variedad de formas de vida (especies), desde los microorganismos hasta el hombre, los complejos ecológicos de los que forman parte (ecosistemas), la variedad de genes que contiene y las diversas funciones e interacciones que ocurren en los diferentes niveles. Se hace énfasis en el nivel ecosistémico como reflejo palpable de la relación indisoluble de los componentes de la diversidad biológica y los recursos abióticos del medio ambiente, que resultan indispensables para su subsistencia.

Se ejecutaron acciones de suma importancia para la educación ambiental e investigaciones que permiten la gestión integrada de la ciencia, la tecnología, la innovación y el medio ambiente, orientadas al incremento de la producción de alimentos, la salud humana y animal. Se perfeccionan los métodos de introducción de resultados y se prioriza el desarrollo científico y tecnológico dirigido a la conservación y al uso racional y sostenible de los recursos naturales.

Se cumplieron los objetivos de este Programa al profundizar en el conocimiento integral de los recursos naturales, ecosistemas y diversidad biológica de Cuba, con propuestas y ejecución de medidas de protección, remediación, restauración, rehabilitación y adaptación que logran su conservación, uso y gestión sostenible, durante la implementación del modelo cubano de desarrollo socioeconómico. Se realizaron investigaciones que benefician al medio ambiente, la naturaleza y las comunidades humanas, tomando medidas efectivas y urgentes para detener la degradación de los recursos naturales, de los ecosistemas y la pérdida de la diversidad biológica. Todo esto con el fin de asegurar su capacidad de recuperación restituyendo su resiliencia para que continúen suministrando servicios esenciales al país.

Se incrementaron conocimientos sobre la información contenida en colecciones de historia natural, biológicas y de recursos genéticos. Se profundiza en indicadores de sostenibilidad ambiental, en la taxonomía y ecología de especies endémicas, amenazadas, indicadoras, útiles o potencialmente útiles o con vacíos de información; en el monitoreo de recursos naturales y en la preparación de planes de restauración y/o rehabilitación de ecosistemas.

Los proyectos que finalizaron y los que están en ejecución en este programa, aportan resultados sinérgicos relacionados con problemáticas ambientales. Con la finalidad de lograr de manera sostenible el uso y la gestión de los recursos naturales, los ecosistemas y la diversidad biológica durante la implementación del modelo de desarrollo socioeconómico cubano; los resultados tributan, entre otros, al Plan de Estado conocido como "Tarea Vida" que no es más que el enfrentamiento al Cambio Climático en la República de Cuba.

Los resultados se corresponden con los principios de interrelación continua entre el hombre y la naturaleza, desde las comunidades locales hasta las nacionales y contribuyen con la toma de decisiones en los diferentes niveles. Se aportan la base experimental e informativa imprescindible para la gestión y propuesta de áreas protegidas requerida por el Centro Nacional de Áreas Protegidas. Esta información científica responde a las principales convenciones internacionales referentes al Medio Ambiente, de las que Cuba es signataria, al Programa Nacional para la Diversidad Biológica de la República de Cuba 2016-2020, la Estrategia Nacional Ambiental y a las Metas Aichi.

1.1. Objetivos del programa

Generar nuevos conocimientos que permitan incrementar la conservación y uso racional de la diversidad biológica con énfasis en el nivel ecosistémico, así como en sus interrelaciones entre sus entidades y los componentes abióticos (Tabla 1.1).

Que está enfocado en dos vertientes:

1.1.1. Conservación de la diversidad biológica

Generar nuevos conocimientos sobre los componentes de la diversidad biológica que garanticen su conservación.

Abordar las causas subyacentes de la fragmentación para lograr la conectividad de los ecosistemas.

Identificar indicadores ambientales que incidan sobre la diversidad biológica y desarrollar metodologías para la valoración de los servicios de los ecosistemas de montaña, marino costero y agroecosistemas.

1.1.2. Uso y gestión de la diversidad biológica

Desarrollar propuestas de planes de restauración y/o rehabilitación de los ecosistemas priorizados.

Implementar el uso de bioindicadores y ecotecnologías dirigidas a la aplicación de la biorremediación y al tratamiento de los principales contaminantes.

Realizar investigaciones para el planeamiento de la diversidad biológica.

Crear capacidades en materia de acceso y distribución de beneficios del uso de la diversidad biológica.

Realizar la formulación diferenciada de medidas de adaptación y mitigación para evitar la pérdida de la diversidad biológica.

El funcionamiento de este Programa permitió estrechar vínculos con proyectos internacionales con el tributo y realización de acciones coordinadas:

- Un Enfoque Paisajístico Para La Conservación De Ecosistemas Montañosos Amenazados. Proyecto GEF/PNUD.
- Programa de Asociación de País "Apoyo Al Programa De Lucha Contra La Desertificación Y La Sequía" (OP-15). Proyecto GEF/PNUD/PNUMA/FAO.
- VI Informe Nacional al Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Mejorar la prevención, control y manejo de Especies Exóticas Invasoras, en ecosistemas vulnerables en Cuba". Proyecto GEF/PNUD.

Tabla 1.1. Proyectos terminados según objetivos específicos del Programa.

Año de terminación	Proyectos según objetivos específicos del Programa
1. Conservación de la diversidad biológica	
1.1 Generar nuevos conocimientos sobre los componentes de la diversidad biológica que garanticen su conservación	
2015	PNAP Inventario de grupos de hongos en la Ciénaga de Zapata, Cuba III
2015	P211LH005- 001 Parámetros poblacionales de las especies de caballito de mar <i>Hippocampus reidi</i> e <i>Hippocampus erectus</i> en diferentes zonas de la costa Norte y Sur de Cuba
2017	P211LH005- 002 Caracterización de las poblaciones de <i>Tursiops truncatus</i> (Cetacea Delphinidae) en la costa norte central de Cuba
2019	P211LH005- 005 Diversidad de bacterias heterótrofas aisladas de ecosistemas marinos y costeros de Cuba
2017	P211LH005- 006 Colecciones Zoológicas, su conservación y manejo II

2019	P211LH005- 009 Historia Natural de algunos grupos de la biota del Caribe, su exhibición y divulgación
2018	P211LH005- 011 Sistema de Información virtual para la gestión de la información y del conocimiento sobre diversidad biológica y el medio ambiente en Cuba I
2015	P211LH005- 012 Ecología de las especies invasoras marinas en Cuba: Pez león (<i>Pterois volitans/miles</i>) y Mejillón verde (<i>Perna viridis</i>)
2018	P211LH005- 017 Diversidad biológica en ecosistemas de montaña del macizo Nipe- Sagua- Baracoa
2018	P211LH005- 018 Evaluación y diversificación de recursos fitogenéticos en diferentes zonas edafoclimáticas en Cuba
2018	P211LH005- 024 Diversidad y conservación de hongos en tres humedales cubanos
2014	PNAP 1416 Inventario de grupos de hongos en la Ciénaga de Zapata, Cuba

1.2 Abordar las causas subyacentes de la fragmentación para lograr la conectividad de los ecosistemas

2018	P211LH005- 008 Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica en los ecosistemas montañosos Guamuhaya y Guaniguanico bajo un enfoque paisajístico
------	---

1.3 Identificar indicadores ambientales que incidan sobre la diversidad biológica y desarrollar metodologías para la valoración de los servicios de los ecosistemas de montaña, marino costero y agroecosistemas

2019	P211LH005- 033 Conservación y uso sostenible de la Diversidad Biológica en ecosistemas forestales y ganaderos bajo Manejo Sostenible de Tierras en Guamuhaya y Cuenca del Cauto
------	---

2. Uso y gestión de la diversidad biológica

2.1. Desarrollar propuestas de planes de restauración y/o rehabilitación de los ecosistemas prioritizados

2018	P211LH005- 022 Impactos de la Agricultura de Conservación sobre propiedades del suelo en áreas de diferentes agro-ecosistemas del país
2018	P211LH005- 023 Propuesta de Programa de Restauración Ecológica para Sitios Degradados en la Zona Semiárida de la Provincia de Guantánamo
2018	P211LH005- 027 Manejo y conservación de especies forestales nativas en humedal y manigua costera en Matanzas y Pluvisilva en Granma
2018	P211LH005- 028 Reforestación para la rehabilitación de terrenos degradados por la minería a cielo abierto en el norte de la provincia de Holguín
2018	P211LH005- 020 Prácticas de manejo sostenible de tierra en una sección de la cuenca hidrográfica del río Chambas, a partir de la integración y actualización de la base cognoscitiva

2.2. Implementar el uso de bioindicadores y ecotecnologías dirigidas a la aplicación de la biorremediación y al tratamiento de los principales contaminantes

2018	P211LH005- 013 La diversidad biológica de las lagunas costeras del Archipiélago Sabana - Camagüey en el contexto del cambio climático global. Pautas para su manejo y conservación
------	--

2.3. Desarrollar el planeamiento de la Diversidad biológica

2016	P211LH005- 007 Actualización de la Estrategia Nacional de Diversidad biológica y Plan de Acción
------	---

2.4. Crear capacidades en materia de Acceso y Distribución de Beneficios del Uso de la Diversidad Biológica

2015	P211LH005- 003 Evaluación de las potencialidades químicas y farmacológicas de nuevos productos obtenidos de fuentes marinas con vistas a su aplicación como antimutagénicos y anticancerígenos en el hombre
2015	P211LH005- 004 Estudio químico y farmacológico a partir de organismos marinos para su posible uso en la industria farmacéutica y biomédica
2019	P211LH005- 010 Empleo de bacterias luminiscentes para la detección de xenobióticos en la zona costera cubana
2019	P211LH005- 015 Uso sostenible y beneficios de un extracto obtenido a partir de la planta marina <i>Thalassia testudinum</i>
2019	P211LH005- 016 Evaluación de las potencialidades farmacológicas de metabolitos obtenidos a partir de microorganismos de ecosistemas marinos
2018	P211LH005- 021 Efecto del uso de los sedimentos de embalses en la cuenca del río Cauto combinados con materiales orgánicos en producciones agrícolas de bajo insumo
2018	P211LH005- 025 Diversidad biológica y funcionamiento de sistemas silvopastoriles en áreas suburbanas de La Habana
2019	P211LH005 -026 Diagnóstico y manejo de la diversidad biológica funcional para contribuir a la regulación de plagas y conservación de sus reguladores naturales en fincas suburbanas

2.5. Realizar la formulación diferenciada de medidas de adaptación y mitigación, para evitar la pérdida de la diversidad biológica

2018	P211LH005- 014 Dinámica en comunidades bénticas de arrecifes de coral sometidos a diferente grado de severidad ambiental
2019	P211LH005- 036 Estudio de la diversidad de rizobios asociados a legumbres para la adaptación al cambio climático en agroecosistemas de Cuba
2019	P211LH005- 039 Protección a las fuentes de abasto de agua en el sector hidrogeológico CA-I-5 de la cuenca norte de la provincia Ciego de Ávila

Se ejecutaron proyectos de instituciones de la capital del país, Artemisa, Pinar del Río, Mayabeque, Matanzas, Sancti Spiritus, Ciego de Ávila, Villa Clara, Camagüey, Las Tunas, Holguín, Santiago de Cuba, Granma y Guantánamo.

1.2. Entidades científicas, docentes y productivas

Participaron de forma activa en proyectos de investigación, gestión y desarrollo, entidades científicas, docentes y productivas del país aportando la intra, inter y multidisciplinariedad que permitieron ejecutar proyectos integrales, entre ellas:

- Instituto de Ecología y Sistemática, IES
- Instituto de Geografía Tropical, IGT
- Instituto de Geofísica y Astronomía, IGA
- Instituto de Ciencias del Mar, ICIMAR
- Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, MNHNC
- Acuario Nacional de Cuba, ANC
- Centro Nacional de Áreas Protegidas, CNAP
- Instituto de Ciencia Animal, ICA
- Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, INISAV
- Instituto de Investigaciones Agroforestales, INAF
- Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, INIFAT
- Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", IIHLD
- Instituto de Suelos, IS
- Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, CENSA

- Centro de Investigaciones Marinas, CIM
- Centro Oriental de Ecosistemas y Diversidad biológica, BIOECO
- Unidad de Servicios Ambientales Alejandro de Humboldt
- Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, CIEC
- Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, CISAT Holguín
- Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales, ECOVIDA
- Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, IIFT
- Jardín Botánico Nacional, JBN
- Facultad de Biología, Universidad de La Habana
- Universidad de Matanzas
- Universidad de Granma
- Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana
- Universidad de Cienfuegos
- Universidad de Camagüey
- Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo
- INSMET provincial Guantánamo
- Unidades de Medio Ambiente del país, UMA
- Parque Nacional Ciénaga de Zapata
- Parque Nacional Caguanes, Sancti Spiritus
- Centro de Desarrollo de la Montaña, CDM
- Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales, INIVIT
- Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
- Estación Experimental de Pastos y Forrajes Camagüey
- Unidad Administrativa Parque Nacional Turquino
- Unidad Administrativa Pico La Bayamesa
- Estación Experimental de Pastos y Forrajes Sancti Spiritus
- Estación Experimental de Pastos y Forrajes Villa Clara
- Empresa Forestal Integral Matanzas
- Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Holguín
- Empresa Forestal Integral Mayarí
- Empresa Municipal Agropecuaria Moa
- Dirección Provincial de Suelos, DPS de Ciego de Ávila
- GEOCUBA de Ciego de Ávila



Editores:

- Dr.C. Nancy Esther Ricardo Nápoles
- Dr.C. Eudalys Ortiz Guilarte
- Dr.C. Francisco Cejas Rodríguez
- Dr.C. Dalia María Salabarría Fernández
- Ing. Marina Espinosa Barbat

Programa Nacional de Ciencia



2. Aportes al conocimiento de la Diversidad Biológica

2. Aportes al conocimiento de la Diversidad Biológica

2.1. Enfoques estratégicos

- La actualización de la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y el Plan de Acción, permitió realizar las evaluaciones con las cuales se elaboraron el V Informe a la COP de Diversidad Biológica, CITMA 2014, y el VI Reporte Nacional de Cuba al Convenio de Diversidad Biológica, sobre la base de la actualización de las Metas nacionales para la diversidad biológica 2016-2020 (Tabla 2.1, Figura 2.1)
- La Estrategia Nacional de Diversidad Biológica y el Plan de Acción tributaron información clave para el plan estratégico del Convenio de la Diversidad Biológica (CDB) dentro del marco del desarrollo nacional y sectorial, contribución significativa a los esfuerzos de Cuba hacia la aplicación del Plan Estratégico del CDB 2011-2020 a nivel nacional
- Se logró: la planificación de la diversidad biológica, renovada y participativa, formulando estrategias y objetivos cuantificables para su conservación y uso sostenible; la integración de la diversidad biológica en los sectores de la economía y la sociedad (Subprograma para el Sistema Nacional de Educación en Cuba), el aseguramiento del valor de los bienes y servicios de los ecosistemas, la identificación de los retos y oportunidades basados en el proceso de adaptación al cambio climático y la resiliencia de los ecosistemas, la evaluación periódica del cumplimiento del compromiso de sus obligaciones en el desarrollo socioeconómico cubano y las Metas Aichi

Tabla 2.1. Estimación del estado de conocimiento y conservación de la diversidad biológica cubana hasta 2014 (V Informe a la Conferencia de las Partes de la Convención de Diversidad Biológica, COP, Citma 2014). Tendencias en el reconocimiento de temas y avances en la toma de decisiones. Leyenda: colores verde-alto, amarillo-medio, rojo-bajo.

Estimación del estado de conocimiento y conservación de la diversidad biológica	Valoración	
<p>Importancia de la diversidad biológica para el país</p> <p>Se ha avanzado en la sensibilización y comprensión de la relación de la diversidad biológica con temas importantes del desarrollo socio económico, aunque aún se requiere profundizar en el entendimiento de ésta.</p>		
<p>Diversidad vegetal y estado de conservación</p> <p>Se identificaron 5778 taxones nativos de plantas con semilla, con 51,4% de endémicos, 2236 nuevos taxones categorizados, 47% con algún grado de amenaza, de ellos 1725 taxones de preocupación menor y 683 con datos insuficientes.</p>		
<p>Diversidad de vertebrados y estado de conservación</p> <p>Se registraron 655 especies de vertebrados, 165 con algún grado de amenaza, de ellos 52 en peligro crítico, 42 en peligro, 63 vulnerables y 8 sin datos.</p>		
<p>Diversidad de invertebrados y estado de conservación</p> <p>Se reconocieron 11954 especies de invertebrados, donde los moluscos constituyen el grupo más amenazado con 34 especies vulnerables, 31 en peligro crítico y 9 en peligro; los insectos con 7 vulnerables, 10 en peligro crítico y 4 en peligro; y arácnidos con 3 especies vulnerables, 5 en peligro crítico y 1 en peligro.</p>		

Diversidad de especies marinas

El número de invertebrados marinos registrados en Cuba sobrepasa las 5 700 especies y la de cordados más de 1 060 (principalmente peces). Se determinaron 9 ecozonas costero - marinas, considerando el nivel de conocimientos de la diversidad de organismos marinos, las características oceanográficas, físicas y biológicas.

Diversidad forestal

Cobertura forestal del 2000 fue de 2 434,98 miles ha y en el 2012 de 3 056.50 miles ha, con un incremento medio anual de superficie cubierta de bosque de 51.79 miles ha·a⁻¹. Índice de boscosidad al cierre de 2012 de 28,7%. Los Bosques Productores solo representan 31,3% del total de la superficie cubierta, en tanto que los Bosques Protectores y los Bosques de Conservación representan, en conjunto, 66,9% de la superficie cubierta del país. El estudio de 10 cuencas de interés nacional permitió identificar los índices de boscosidad mayores a la media nacional (27,3%).

Diversidad fúngica y estado de conservación

Se seleccionaron 201 especies de hongos y mixomicetes, de ellas se categorizaron 108: 20 en Peligro Crítico (CR), 20 en Peligro (EN), 34 Vulnerables (VU), 13 Casi Amenazado (NT) y 21 Datos Insuficientes (DD).

Sistema Nacional de Áreas Protegidas

Se identificaron 211 áreas protegidas lo que representa 20,2% del territorio nacional, incluyendo la plataforma insular marina hasta la profundidad de 200 m (17,2% de la parte terrestre y 25% de la plataforma marina). Se aprobaron 103 áreas protegidas en seis Acuerdos del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, lo que representa 15,8% (2 847 349.44 ha terrestres y marinas) del territorio nacional. Representados por el SNAP: un total de 34 formaciones vegetales, 30 muy bien o bien representadas; de los 49 géneros endémicos monotípicos de la flora se estudiaron 39; especies amenazadas de la flora 50 y un total de 92,4% especies de vertebrados autóctonos (exceptuando peces dulceacuicolas).

Desarrollo y mantenimiento de las colecciones biológicas

Creada una Red Nacional de Herbarios (10 provincias de 16, cuentan con herbarios establecidos). Funcionamiento estable de la Red de Jardines Botánicos. Las colecciones zoológicas cuentan con una representatividad de 49,7% de las especies de la fauna.

Humedales

El humedal Ciénaga de Zapata, el mayor del Caribe insular, presenta 1370 taxones vegetales infragenéricos, incluidos en 708 géneros y 155 familias, con un endemismo de 11%, Incluido en el SNAP. Sitio Ramsar.

Manglares

Ocupan del territorio nacional 5,1% representados en más del 50% de las costas. Constituyen la primera barrera frente a las penetraciones del mar y el efecto del cambio climático. Al evaluar 24 tensores se identificaron que 30% de los sectores de mangle presentan una salud Alta y Muy alta; 45% Media y 25% Baja.

Pastos marinos

Ocupan más de la mitad de los fondos de la plataforma insular. Captura de carbono 2.20 Tg C año⁻¹.

Arrecifes coralinos

La mayoría de localizan (98%) en el borde de la plataforma marina, con tendencia anual de decrecimiento del cubrimiento de 0,3% y deterioradas las crestas arrecifales en 92%. En el año 2012 el blanqueamiento de los corales fue pobre.

Restauración de ecosistemas

Pocos ejemplos. Playas del Este, La Habana. Significativo el desarrollo de un vivero de especies estabilizadoras de arenas dunares y técnicas para obtención, multiplicación y siembra, así como la aplicación de un Sistema de monitoreo y evaluación a partir del año 1982 que permitió constatar un retroceso de la línea de costa de 26 m +/- 7 m en los últimos 27 años, a un ritmo promedio de 0,9 m/año, en una de las localidades.

Valoración económica de servicios ecosistémicos

Pocos avances. Ej.: En tres ecosistemas presentes en la cuenca del río Guanabo, La Habana: cuabal, franja hidrorreguladora y carso, fueron identificadas 37 funciones ambientales y no se logró llegar a la valoración económica de todas.

Conocimientos tradicionales asociados a la diversidad biológica

Existencia de múltiples estudios etnobiológicos. Paquete informativo en desarrollo con 1396 registros. Desde el punto de vista legal, se han producido avances en el reconocimiento del Consentimiento Fundamentado Previo ante la posible utilización de material biológico, y se continúa trabajando en el completamiento del marco legal para la protección de los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales asociados.

Agrodiversidad biológica

La Comisión Nacional de Recursos Genéticos reporta avances en el plan de acción, el éxito de las ferias de agrodiversidad biológica con repercusión sociocultural y económica, el reconocimiento de los huertos familiares como forma de Agricultura Familiar en el que priman la conservación de conocimientos tradicionales, el uso sostenible de la diversidad biológica y el enfoque de género.

Cambio climático

Evaluaciones de los impactos esperados del cambio climático en la diversidad biológica marina (corales), costera (manglares) y en la fauna terrestre. Posible reducción de hábitats. Impactos en la diversidad forestal. Buena integración entre especialistas de ambas temáticas.

Especies exóticas invasoras

Diseñado e implementado el Sistema de Alerta Temprana y Respuesta Rápida para EEI. Incluye 13 especies vegetales y 14 especies animales. Abarca áreas naturales y protegidas, ecosistemas productivos, agrícolas, forestales, ganaderos, pesqueros y otros.

Fragmentación. Conectividad

La fragmentación de la cobertura vegetal natural y seminatural está en el intervalo de alta a media. Las formaciones vegetales que mantienen fragmentos de 100 a 1000 km² tienen amplia cobertura ecopaisajística. Se cuenta con pocos estudios de conectividad y los corredores biológicos aún están en fase de propuesta. Solo está declarado el Corredor Biológico en el Caribe.

Contaminación

Se cuenta con inventario de fuentes contaminantes principales. Se evalúa anualmente la variación de carga contaminante a nivel nacional, en las principales cuencas hidrográficas, los macizos montañosos y las principales bahías. Se conocen los incrementos de la carga contaminante orgánica a nivel nacional a partir de los años 2012 y 2013.

Incendios forestales

Se reportaron 422 incendios, 296 abarcaron 5 hectáreas o menos (70%). Se observan avances en la mayor detección, combate, control y extinción de los incendios. Las afectaciones provocadas por los incendios forestales han tenido un comportamiento variable, en dependencia de elementos meteorológicos, las condiciones de peligro existentes, el estado de los caminos y vías de acceso para llegar a los lugares donde surgen estos siniestros, además de las acciones requeridas para dar respuesta.

Productos y servicios de la diversidad biológica marina

Bioprospección de la diversidad biológica marina por más de 20 años y obtención de nuevos compuestos de interés biotecnológico. Indicadores de calidad ambiental, identificados para las zonas más deterioradas en las playas del Este de La Habana donde se concentra el turismo nacional e internacional.

Recursos pesqueros marinos

Prácticamente todas las pesquerías marinas de las aguas cubanas se encuentran plenamente explotadas, con fenómenos de sobrepesca. Aplicación y cumplimiento de vedas permanentes y anuales, así como otras regulaciones a especies comerciales.

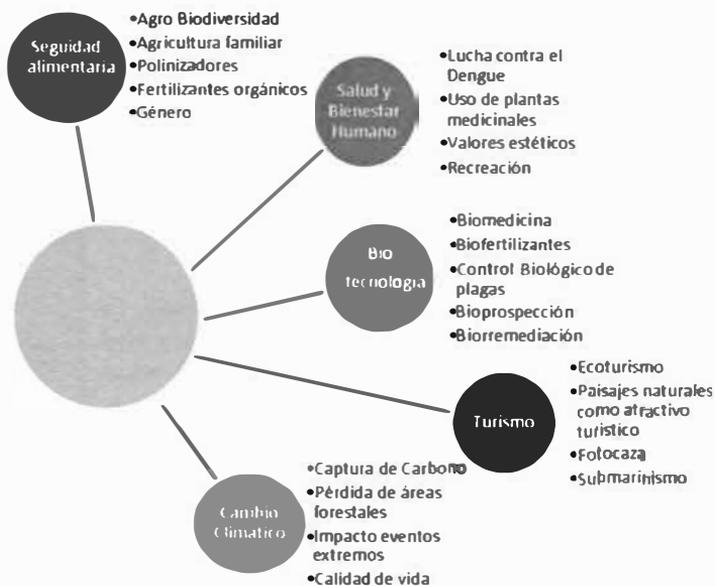


Figura 2.1. Temas asociados a la diversidad biológica nacional (V Informe a la COP de Diversidad Biológica, Citma 2014).

2.2. Colecciones de Ciencias Naturales

- Aporta y enriquece el conocimiento de la historia natural de grupos de la biota, de especies en peligro de extinción, estado de conservación, manejo y nivel de representatividad en el Caribe y Neotrópico, avalado por los principios, métodos y fines de clasificación de la diversidad biológica
- Seguimiento de los procedimientos curatoriales e incremento de las bases de datos de bacterias marinas en ICIMAR, incluso con organismos que no estaban representados en su Colección de Bacterias Marinas y zoológicas del IES
- Se establecieron las condiciones de cultivo para el crecimiento y emisión de luminiscencia de la especie *Vibrio harveyi*, que incluyeron la selección de intervalos de temperatura, pH, salinidad y composición de nutrientes

- Educación ciudadana acerca de la diversidad fúngica y de otros grupos presentes en áreas protegidas, y sensibilización del individuo con el entorno como soporte para el estudio y conservación de la diversidad faunística
- Enriquecimiento de las colecciones de mariposas en el MNHNC y las micológicas, de Entomología, Malacología, Aracnología, Helmintología, Peces, Herpetología, Mamíferos, Paleontología y Aves en el IES (Figura 2.2)



Figura 2.2. Muestra de colecciones enriquecidas.

2.3. Profundización en el conocimiento de los componentes de la diversidad biológica cubana

- Selección de organismos y especies de arácnidos, incluida una tesis doctoral sobre la familia Biantidae, pseudoescorpiones, cucarachas, reptiles y bacterias y bacterias luminiscentes para su estudio taxonómico
- Redacción de guías de campo y profundización en la historia natural de coleópteros, moluscos y aves

- Valoración de fenómenos biológicos y ecológicos de interés en mariposas
- Caracterización taxonómica de los aislados bacteriales
- Implementación de estrategias para la conservación de la diversidad biológica, descripción de nuevas especies y reportes en diferentes ecosistemas para la ciencia, en Cuba, Las Antillas y América

2.4. Inventarios actualizados de grupos biológicos

- Inventarios actualizados de grupos taxonómicos y funcionales de hongos, fundamentalmente en las áreas protegidas como la Reserva de la Biosfera “Península de Zapata”, Refugio de Fauna “Las Picúas-Cayo Cristo” y Refugio de Fauna “Golfo de Batabanó”

2.5. Estado de conservación de los hongos en Cuba

- Las investigaciones sobre los hongos de Cuba y el Caribe, hasta 2018, permitieron realizar la propuesta de estatus de conservación de las especies de hongos, la confección de la primera Lista Roja de los Hongos para Cuba, modelar los impactos del cambio climático y cartografiar especies seleccionadas en diferentes escenarios climáticos según las categorías de amenaza (Figura 2.3)
- Se confeccionó la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba y el Plan de Acción, lo que permitió implementar a corto plazo las metas y acciones que dieron cumplimiento a Metas nacionales para la diversidad biológica 2016-2020.

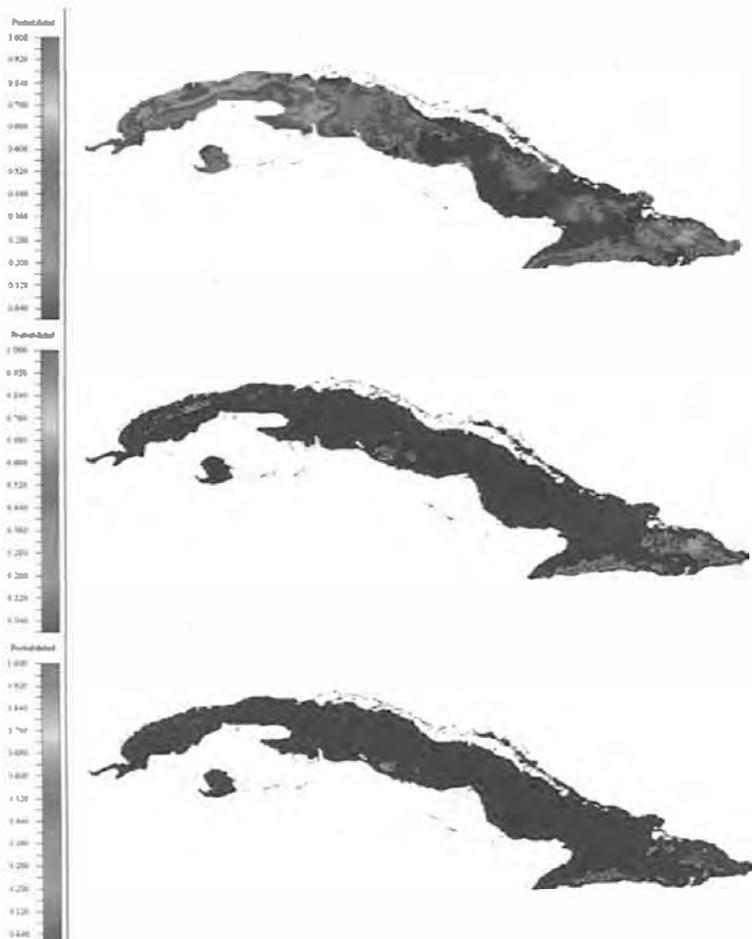


Figura 2.3. Resultado de la modelación del efecto del cambio climático de acuerdo con el modelo IPSL_CM5A_LR sobre la distribución potencial de *Arcyriacinerea*. De arriba hacia abajo: distribución potencial actual, distribución potencial para el año 2070 con FR de 2,6 W/m² y FR de 8,5 W/m².

2.6. Restauración ecológica de ecosistemas

- Caracterización biofísica y análisis de la variabilidad de suelos y vegetación de tres sitios degradados en la zona semiárida de la provincia Guantánamo: El Rosal, Los Cerezos y Veguita del sur
- Recuperación de zonas degradadas por la minería a cielo abierto, en el norte de la provincia Holguín, para el incremento de la producción forestal a partir de la selección de especies de interés y la aplicación de micorizas
- Determinación de las zonas de protección sanitaria (ZPS) de las fuentes de abasto humano en el Sector Hidrogeológico CA-I-5 de la cuenca norte de Ciego de Ávila y confección de mapa integrado de la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas, zonas de protección sanitarias y de carga contaminante (Figura 2.4)
- Se evidenció el incumplimiento de la Norma Cubana 27/2012 que establece los límites máximos permisibles para el vertimiento de aguas residuales a las aguas subterráneas

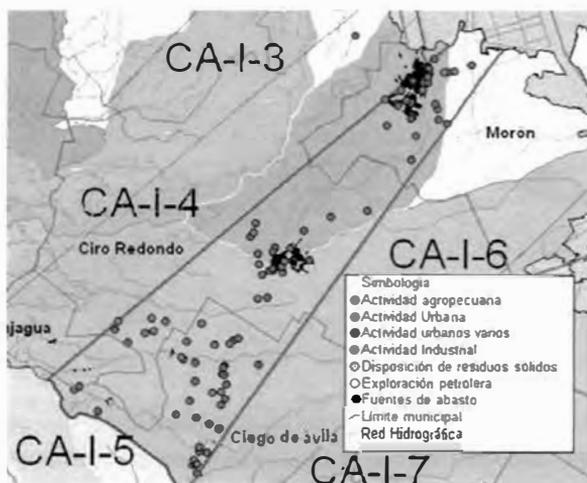


Figura 2.4. Fuentes contaminantes por actividad en el sector hidrogeológico CA-I-5.

2.7. Conservación y uso sostenible en hábitats naturales de los macizos montañosos Guaniguanico, Guamuhaya y Nipe-Sagua-Baracoa

- Actualizado el conocimiento científico-técnico sobre las características, vulnerabilidades y amenazas que enfrenta la diversidad biológica (flora, fauna, hongos y otros) en áreas naturales, seminaturales y protegidas
- Identificadas las áreas núcleos y sitios conectores para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales por las comunidades residentes, para establecer corredores biológicos
- Analizados diferentes usos potenciales como agricultura ecológica de conservación, agricultura de subsistencia, forestal de protección, turismo de naturaleza, apicultura, entre otras
- Capacitación y educación ambiental para los productores, tenentes de tierra y comunidades locales

2.8. Esfera productiva agropecuaria y forestal de los macizos montañosos Guaniguanico, Guamuhaya y Nipe-Sagua-Baracoa

- Caracterización socioeconómica, productiva y de la diversidad biológica de agroecosistemas de montaña
- Caracterizadas y evaluadas las potencialidades de componentes de los agroecosistemas
- Evaluadas fuentes alternativas de alimentos potencialmente utilizables
- Caracterización de la percepción y el manejo de la diversidad biológica por los actores sociales y realizadas acciones de educación ambiental con los diferentes actores sociales

- Caracterizadas las reservas de carbono en el suelo
- Evaluadas las prácticas de la agricultura de conservación sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo
- Evaluado el empleo de sedimentos de cinco embalses de la cuenca del río Cauto combinados con materiales orgánicos (humus de lombriz, compost de estiércol vacuno, cachaza y cascarilla de arroz), en producciones agrícolas de bajos insumos (organopónicos, huertos intensivos, agricultura urbana y sub-urbana)
- Diseñados Modelos de Ordenamiento Ambiental a partir del análisis e integración de información ambiental disponible de los macizos Guaniguánico, Guamuhaya y las propuestas de matrices de los corredores biológicos

Las Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible (REDS) en Guamuhaya están conformadas por 17 unidades ambientales ubicadas en tres provincias, cinco municipios y otros elementos político- administrativos claves, para la ejecución de propuesta armónica de desarrollo con base en la conectividad del paisaje. A partir del análisis del uso potencial de las Unidades Ambientales se obtuvo como resultado la selección de ocho sectores productivos y naturales. Los sectores de Protección/Conservación, Forestal de protección, Apícola, Café y Turismo de Naturaleza fueron los que presentaron la mayor cantidad de Unidades Ambientales con valores elevados de potencial (Figura 2.5).

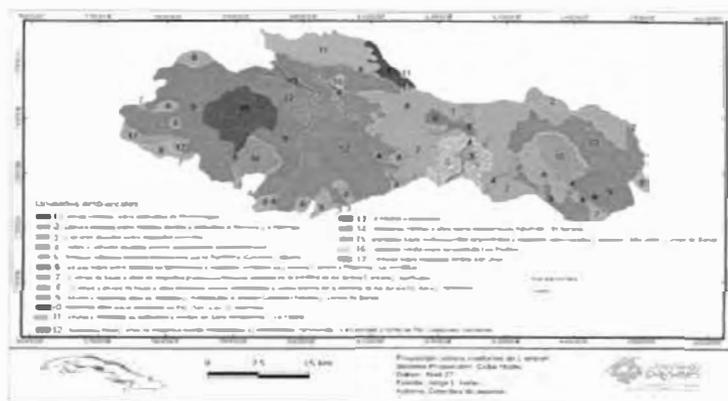


Figura 2.5. Mapa de Unidades Ambientales identificadas en el Modelo de Ordenamiento Ambiental de la REDS Guamuhaya.

- Analizadas las medidas de conservación y mejoramiento de cultivos para la toma de decisiones en la cuenca hidrográfica del Río Chambas, Ciego de Ávila
- Determinadas las plagas en las producciones de hortalizas, viandas, frutales, frijoles, tomate, pimiento, fresa, guayaba, papa, plátanos, bananos, aguacate, cucurbitáceas y fruta bomba en la producción agrícola suburbana, producción animal y apícola en Artemisa
- Propuestas acciones de manejo en las producciones de frutos menores, leguminosas, cucurbitáceas y frutales en Artemisa
- Evaluados el manejo y la conservación de especies forestales nativas de humedal y manigua costera, en Matanzas y en el bosque pluvisilva, en Granma; las potencialidades de propagación y conservación *in situ* de especies forestales nativas y se identificaron las amenazas que afectan las especies bandera
- Determinada la diversidad de rizobios asociada a 10 leguminosas (garbanzo, frijol común, soya, mani, gandul, frijol adzuki, poroto, frijol chino, frijol mambi y frijol caupi) para la adaptación al cambio climático en agroecosistemas
- Seleccionadas las mejores cepas de rizobios de acuerdo a sus características metabólicas
- Recolectadas, regeneradas, multiplicadas y evaluadas las respuestas de 10 leguminosas, ante diferentes condiciones de estrés abiótico (temperatura, pH y salinidad) (Figura 2.6)

Distribución de los aislados por cultivo

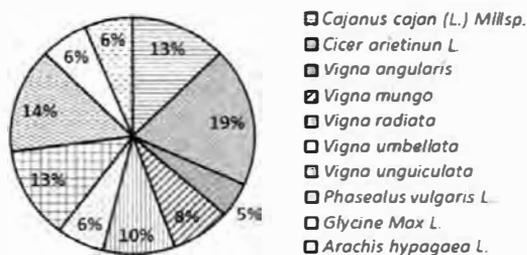


Figura 2.6. Porcentaje de aislados por cultivo.

- Caracterizados los agroecosistemas productivos (cafetaleros, cacaoteros, cocoteros y agrosilvopastoriles) de montaña del macizo Nipe-Sagua-Baracoa (Figura 2.7).



Figura 2.7. Diversidad biológica agrícola en agroecosistemas de montaña.

Los agroecosistemas de montaña evaluados (48 fincas campesinas, ubicadas en 11 localidades de 4 municipios de las provincias Guantánamo (Yateras, Manuel Tames y Baracoa) y Holguín (Sagua de Tánamo)), constituyen importantes nichos para la conservación de la diversidad biológica agrícola (especies, variedades, clones, razas y genotipos criollos). Esta constituye fuente de alimento, tanto para el hombre como para los animales y desempeña un papel importante en la economía familiar. No obstante, en muchos de estos agroecosistemas (que clasifican como tradicionales y deberían caracterizarse por múltiples asociaciones de cultivos y de especies animales) se encontró una diversidad biológica agrícola simplificada.

En los distintos usos del suelo (agroecosistemas de café, cacao, coco y silvopastoriles), los componentes alfa y beta de la flora arbustiva y arbórea (Tabla 2.2) presentaron variación espacial demostrando la influencia en la diversidad biológica regional. A nivel de paisaje se encontró que las islas están altamente anidadas (Tabla 2.3) y presentan interacciones en su organización no distribuidas al azar, lo que se identifica como una característica que mantiene la diversidad biológica y la coexistencia de las especies en las comunidades. Esta estructura de los ensambles y las probabilidades de ocurrencia de las especies puede servir para mejorar los programas de conservación en el territorio.

Tabla 2.2. Riqueza de especies de la vegetación leñosa por categoría de uso del suelo.

Categoría de uso del suelo	Abundancia	Riqueza de especies observadas	Riqueza de especies no detectadas	Estimador de Riqueza de especies Chao1
Café	2 890	77	6	83
Silvopastoril	582	50	48	98
Coco	1 711	44	36	80
Cacao	600	11	0	11
Bosque	140	2	0	2
Bosque Natural	686	27	Inf	Inf

Tabla 2.3. Análisis de anidamiento de ensamblajes de especies (vegetación leñosa) entre categorías de usos del suelo.

Categoría uso suelo	Grupo de especies	Número de especies	Número de islas	Temperatura del sistema	Probabilidad
Todas	Todas	121	34	6,77	<0,001
	Nativas	84	34	3,66	<0,001
Café	Todas	77	15	19,52	<0,001
	Nativas	47	15	15,57	0,004
Silvopastoril	Todas	50	3	40,54	0,77
	Nativas	37	3	27,03	0,16
Coco	Todas	44	11	6,15	<0,001
	Nativas	29	11	6,43	0,02
Cacao	Todas	11	2	0,73	<0,001
	Nativas	5	2	0,66	<0,001
Bosque	Todas	29	3	17,13	0,74
	Nativas	24	3	1,18	<0,001

Los agroecosistemas de montaña constituyen sistemas productivos, económicamente importantes que funcionan como refugio para diversas especies indicadoras de la flora y la fauna silvestre (orquídeas epifitas, anfibios, hormigas, coleópteros, aves). Ellas desempeñan un trascendental rol ecológico en estos sistemas para lo cual requieren adecuada cobertura arbórea. El agroecosistema cafetalero presentó la mayor importancia para la conservación de estos grupos taxonómicos (Tabla 2.4).

Tabla 2.4. Riqueza de especies indicadoras de flora y fauna.

Grupos Biológicos	AGROECOSISTEMAS							
	Abundancia				Riqueza de Especies			
	Café	Silvopastoril	Coco	Cacao	Café	Silvopastoril	Coco	Cacao
Orquídeas	496	58	5	204	17	10	3	11
Epifitas								
Anfibios	242	10	96	64	6	1	4	4
Hormigas	22 976	1 075	7 477	4 752	6	3	4	4
Coleópteros	293		62	30	3	3	3	3
Aves	1 475	118	138	314	59	14	22	36

2.9. Manejo y salud de los cultivos y del suelo, funcionamiento de agroecosistemas productivos de montaña

A partir de indicadores relacionados con el manejo y la salud del cultivo y del suelo, se valoró el nivel de sostenibilidad en fincas con diferentes tipos de agroecosistemas (café, cacao, coco y silvopastoril), las que presentaron índice de sostenibilidad por encima del umbral, aunque los indicadores más deteriorados fueron Sistema de manejo y Erosión para el manejo y salud del cultivo (Figura 2.8) y del suelo (Figura 2.9), respectivamente. Estos resultados permitieron establecer un plan de medidas para cada finca que formó parte de una estrategia innovadora de conversión agroecológica de fincas, que combina la diversificación de cultivos y el mejoramiento orgánico del suelo.

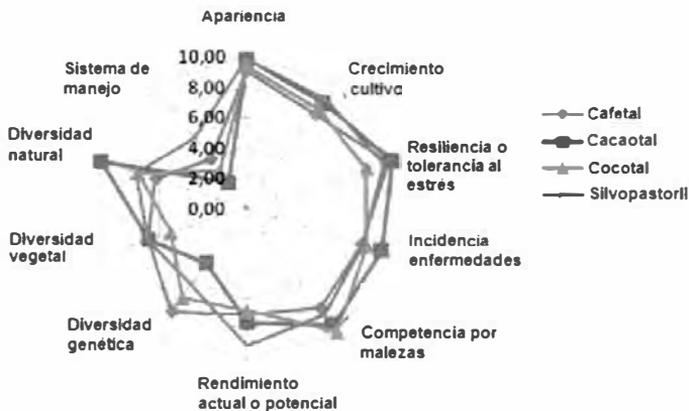


Figura 2.8. Indicadores de salud del cultivo

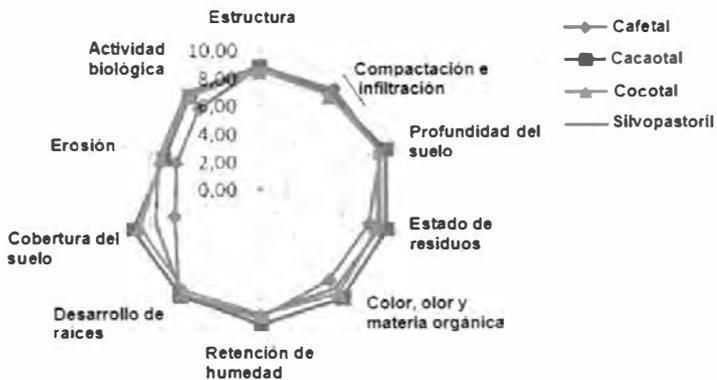


Figura 2.9. Indicadores de salud del suelo.

- Evaluado el indicador ambiental manejo sostenible de tierras, en Guamuhaya y la Cuenca del Cauto y los bioindicadores: calidad biológica del suelo, calidad biológica del agua, macrofauna edáfica, calidad de la cobertura vegetal y manejo amigable con la diversidad biológica para gestionarla en sistemas productivos, incluyendo el manejo ecológico de plagas

- Caracterizada la diversidad biológica en sistemas silvopastoriles, el mantenimiento de bancos de germoplasma *ex situ* e implementado un modelo dinámico que simula el funcionamiento de estos pastizales.

2.10. Diversidad y uso potencial de organismos marinos y terrestres

- Aporte de nuevos conocimientos sobre la caracterización metabólica de 392 cultivos de bacterias heterótrofas, procedentes de diferentes ecosistemas marinos y costeros; de aguas alledañas a los arrecifes coralinos del archipiélago Jardines de la Reina, playas y manglares de la península de Guanahacabibes, Hicacos y la Ciénaga de Zapata; así como en playas de la provincia Guantánamo que pertenecen al Sistema Nacional de Áreas Protegidas
- El 53,3% de los cultivos mostraron actividades relacionadas con la degradación de fuentes de carbono de naturaleza glucosídica, hidrocarburos y fenoles, producción de enzimas hidrolíticas, interacción con compuestos del ciclo del nitrógeno y el fósforo, entre otras (Figura 2.10)
- La caracterización taxonómica de los aislados demostró que el género *Bacillus* presentó mayor actividad biológica y los géneros *Listeria*, *Ochrobacterium*, *Pasteurella*, *Planococcus* y *Sphingomonas* presentaron amplias capacidades metabólicas
- Caracterización taxonómica y fisiológica de bacterias luminiscentes aisladas de ecosistemas marinos de Cuba, con vistas a su utilización en bioensayos para la detección de contaminantes
- Se representaron condiciones similares a las encontradas en las aguas de la plataforma costera cubana de donde fueron aisladas
- Los cultivos mostraron sensibilidad a la exposición de diferentes sales de metales pesados (Hg, Cu, Cr, Ag, Fe) y compuestos empleados en la industria agrícola en Cuba (Cuproflow, Sphere Max, Kospi-sc 130, Envidor)

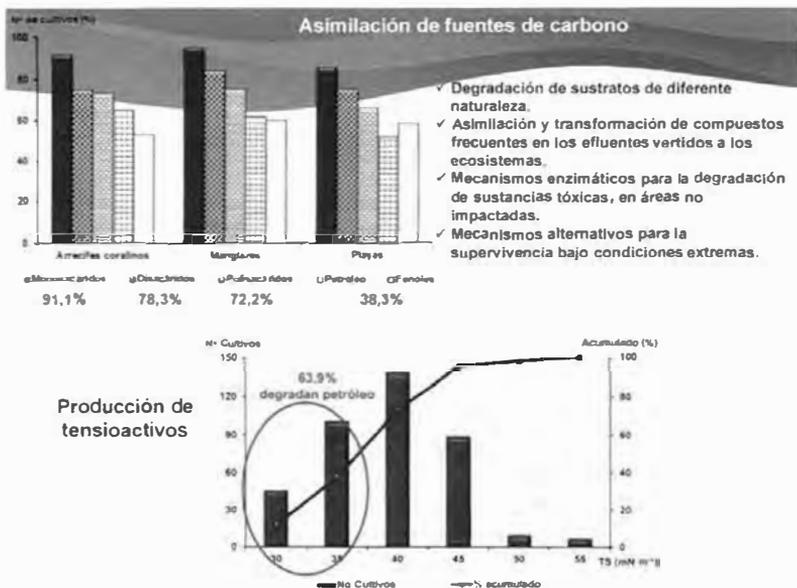


Figura 2.10. Asimilación de fuentes de carbono.

- La luminiscencia de las cepas evaluadas experimentó disminución entre 30 y 32% frente a muestras naturales, evidenciando su sensibilidad y posible uso como bioindicador de toxicidad
- Se amplió el conocimiento sobre la diversidad biológica marina de Cuba a partir de la caracterización química y farmacológica de cinco especies de algas y angiospermas (Figura 2.11)
- Estudiadas las propiedades antimutagénicas y genoprotectoras de extracto del alga verde *Ulva lactuca*
- Identificados péptidos de las anémonas *Stichodactyla helianthus* y *Actinostella flosculifera* con potencialidades para el tratamiento de enfermedades neurológicas
- Demostrada la actividad antiviral del alga roja *Laurencia obtusa* frente a los *Herpes virus* tipo I y II, a dosis bajas y con alto índice de selectividad

Caracterizados mas de 50 extractos de fuentes marinas

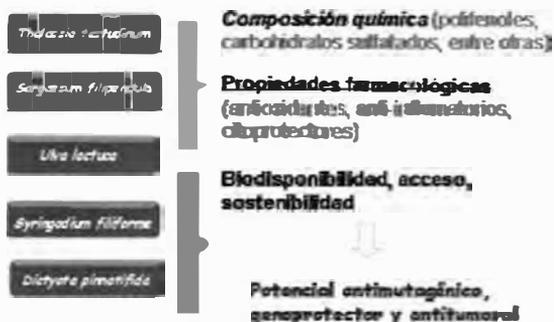


Figura 2.11. Caracterizados cincuenta extractos de fuentes marinas.

- Ampliada la caracterización de las propiedades químicas y farmacológicas de extractos/compuestos obtenidos a partir de seis organismos marinos
- Establecidas las épocas de colecta y las condiciones para mejorar los rendimientos en el proceso de obtención y caracterización química de los compuestos bioactivos a partir de los extractos de *T. testudinum* y *S. filiforme*
- Establecida metodología en las condiciones de laboratorio del Centro de Bioproductos Marinos (CEBIMAR) para el aislamiento y purificación de Thalassiolina B, como componente mayoritario del extracto acuoso de *T. testudinum* con pureza aceptable (87%)
- Informadas por primera vez, las propiedades antimutagénicas y moduladoras de los sistemas que metabolizan los compuestos extraños al organismo y antitumorales de extracto obtenido de la angiosperma *Thalassia testudinum* (Figura 2.12)
- Se desarrollaron nuevas metodologías y protocolos para el trabajo de investigación, así como para la obtención y desarrollo de nuevos productos con potencial aplicación en la industria biofarmacéutica del país

Efectos sobre los Sistemas que metabolizan los xenobióticos

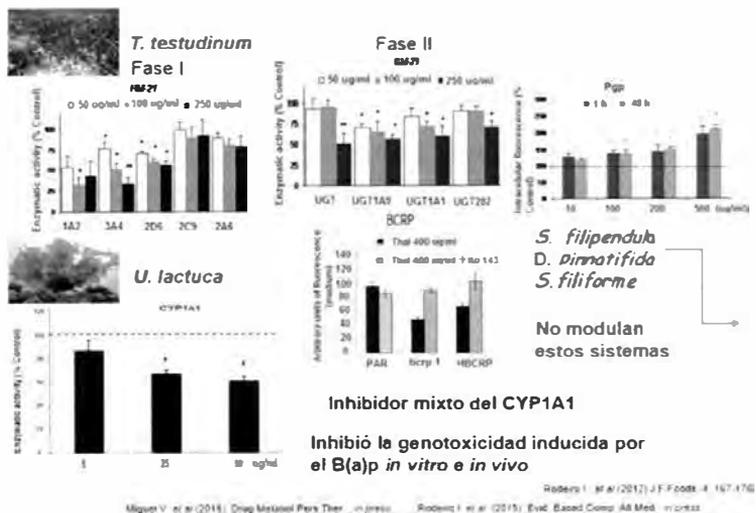


Figura 2.12. Efectos sobre los sistemas que metabolizan los xenobióticos.

- El extracto de *T. testudinum* obtenido bajo criterios de optimización, propiedades antitumorales y neuroprotectoras, posee rendimiento adecuado para un producto natural y es estable por un año
- Las interacciones farmacológicas y de toxicología preclínica sugieren amplio margen de seguridad para el producto
- Por primera vez, se demuestra la factibilidad de una metodología analítica para cuantificar Thalassiolina B, compuesto que puede representar hasta un 40% del extracto total. Asimismo, los estudios de disponibilidad de biomasa sugieren cosechar cada 120 días, como opción más factible
- Se obtuvieron evidencias acerca de novedosas propiedades biológicas de extractos obtenidos a partir de microorganismos marinos de alto potencial en la terapia del cáncer y neurodegenerativas, lo que posibilita su utilización como candidatos a productos con fines biofarmacéuticos

- Evaluada la composición química y diversidad peptídica del veneno de *Rhopalurus junceus* Herbst (*Scorpiones: Buthidae*) (Figura 2.13) que abarcó el sector fitogeográfico *Moanicum* del oriente de Cuba, la secuencia de un péptido a partir de su veneno que modula canales de potasio en células nerviosas de mamíferos (Figura 2.14) y la secuencia de una toxina a partir de este, que modula canales de sodio en células de insectos (Figura 2.15)

Desde el punto de vista práctico, estos estudios permitieron establecer el primer código de barras para la identificación químio-taxonomica del veneno de escorpión *R. junceus*. Además, revela potencial para el empleo de los péptidos Rj1m1 y Rj1m2 en estudios de enfermedades asociadas a canalopatias y para el empleo del péptido RjAa12, asociado a baculovirus, en el combate de plagas de insectos en cultivos agrícolas.

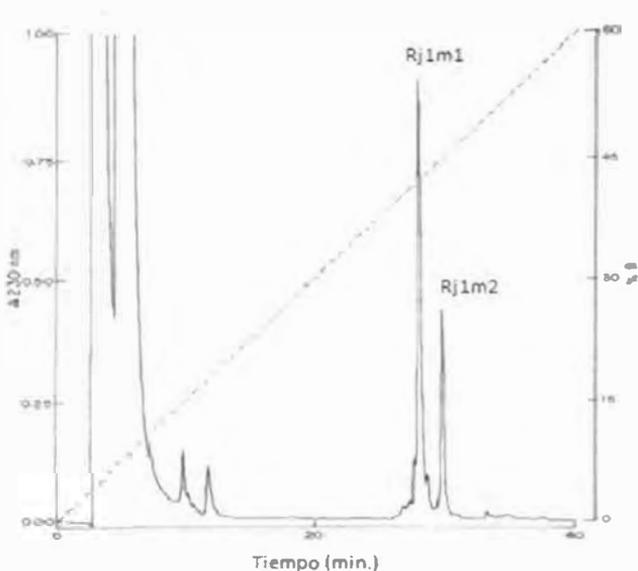


Figura 2.13. Componentes específicos del veneno.

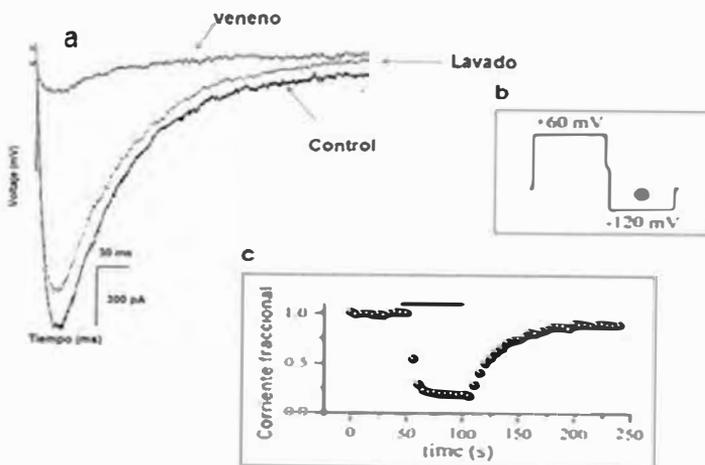


Figura 2.14. Actividad sobre canales iónicos de K^+ .

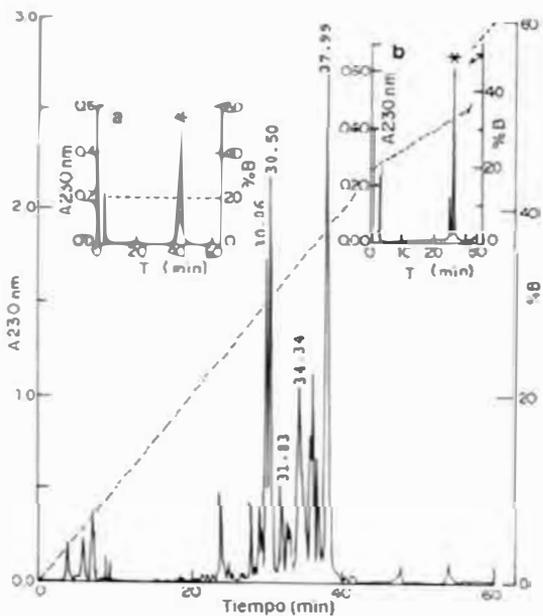


Figura 2.15. Perfil cromatográfico de NaScTx aisladas del veneno.

2.11. Potencialidades agrobiológicas de especies de la flora en agroecosistemas productivos de montaña

El potencial agrobiológico y medicinal de especies de la flora, a partir de la caracterización química cualitativa de 42 especies reveló los grupos de metabolitos más frecuentes: triterpenos/esteroides, los compuestos fenólicos y los flavonoides, seguidos de los carbohidratos y glicósidos. Estos se asocian frecuentemente a funciones ecológicas de importancia para las plantas y a actividades biológicas de interés agrobiológico y médico - farmacéutico. Esto se corroboró con la actividad antifúngica exhibida por varias especies de la flora (*Citrus reticulata* L., *Citrus aurantium* L., *Citrus paradisi* L., *Agave americana* L. var. *Americana* y *Euphorbia pulcherrima* Willd Ex Koltz) frente a hongos fitopatógenos (Figura 2.16). Los resultados evidencian las potencialidades de especies de la flora como fuente de sustancias bioactivas.



Figura 2.16. Actividad antifúngica de *Citrus reticulata* L., *Citrus aurantium* L., *Citrus paradisi* L., *Agave americana* L. var. *Americana* y *Euphorbia pulcherrima* Willd ex Koltz.

2.12. Consideraciones biológicas ambientales de especies y ecosistemas marinos

- Se incrementó el conocimiento sobre la biología y el estado de las poblaciones naturales de la especie *Hippocampus reidi* en Cuba y a nivel mundial
- Se catalogó como crítico el estado actual de las poblaciones de *H. reidi* en la costa norte de Cuba, teniendo en cuenta que la disminución de su densidad poblacional en el transcurso del tiempo, su bajo potencial reproductivo, baja movilidad, alta fidelidad al sitio, indican que es una especie muy vulnerable a la sobre-explotación (Figura 2.17)



Figura 2.17. Distribución de *Hippocampus reidi* en Cuba.

- En las estructuras artificiales de las estaciones de Barracuda y Caleta, se encontraron las mayores densidades de caballitos, posiblemente relacionado con el mayor número de hábitats existente. Las macroalgas del género *Caulerpa* constituyen excelentes sustratos de apoyo para la especie *H. reidi*

- Se dictaron medidas de control y manejo dirigidas a disminuir el impacto del pez león (*Pterois volitans* y *Pterois miles*) y mejillón verde (*Perna viridis*) en los ecosistemas marinos del archipiélago cubano y fundamentalmente, en sectores estratégicos como el económico (Figura 2.18)

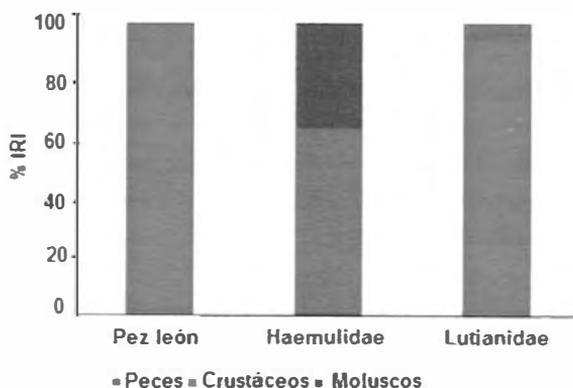


Figura 2.18. Porcentajes calculados para las entidades alimentarias en la dieta del pez león (*Pterois volitans/miles*) y los peces nativos, según el % IRI en la localidad de Caibarién. IRI: Índice de Importancia Relativa.

- Diagnóstico de comunidades bénticas de arrecifes de coral sometidos a diferente grado de severidad ambiental; como parte de las acciones de conservación que el Estado ha previsto en la Tarea Vida para el enfrentamiento del cambio climático con la identificación de medidas para la mitigación y adaptación de sus efectos
- Por primera vez, en Cuba, se evalúan y dan soluciones ambientales para la recuperación y/o conservación de lagunas costeras con enfoque ecosistémico en el Archipiélago Sabana - Camagüey
- Se analizaron los avistamientos, abundancia y distribución, características grupales de delfines en Varadero; la modelación de su crecimiento y el análisis del crecimiento corporal

- El estado de salud de las poblaciones naturales de *Tursiops truncatus* permitió conocer las principales patologías que la afectan, lo que constituye un indicador de la degradación del hábitat debido a los cambios antropogénicos (Figura 2.19)

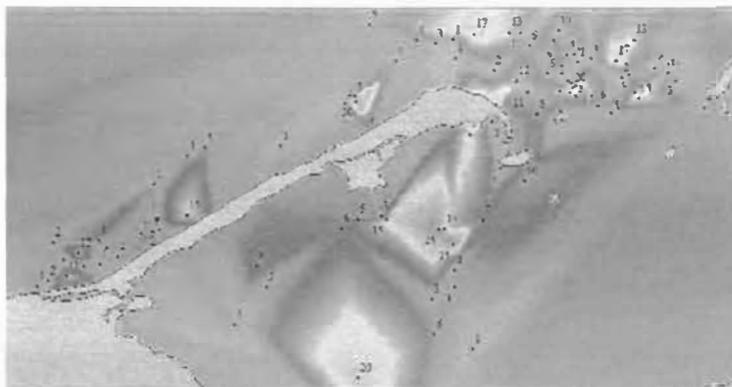


Figura 2.19. Distribución de los avistamientos de grupos de delfines en la costa norte de Matanzas, Cuba. Los números indican el tamaño del grupo y los colores reflejan la función kernel de interpolación, desde rojo (máxima densidad) hasta azul (mínima densidad).

2.13. Gestión de información sobre diversidad biológica

- En la búsqueda de la gestión del conocimiento sobre la diversidad biológica y el medio ambiente en Cuba, se creó el Repositorio de Información de Medio Ambiente de Cuba (RIMAC), una plataforma de libre acceso en ambiente web que facilita y salvaguarda la valiosa información sobre el patrimonio científico, producido en las últimas décadas



- Se fortaleció la capacidad tecnológica y científica de varias instituciones, proyectos y revistas en el campo de las ciencias ambientales
- Se implementó un portal de revistas virtuales del medio ambiente otorgando alta visibilidad e inmediatez a dos de las principales revistas de botánica y zoología de Cuba, entre otras



- La creación de una mapoteca digital actualizada e histórica que es referencia obligada para estudios espaciales, ya sean biológicos, geográficos, geológicos o de otra índole



- Se formó personal técnico y profesional de diversas instituciones y Programas de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente mediante cursos y entrenamientos para el manejo de las herramientas requeridas para el buen funcionamiento de la gestión informativa del conocimiento sobre la diversidad biológica y el medio ambiente en Cuba. Paralelamente se editó el Manual de Ayuda para los usuarios

