



Actualización del Plan de Acción de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba

Action Plan actualization of the Strategy for the Conservation of Fungal Diversity in Cuba

¹J. Mena-Portales^{1,*}, ²M. Camino Vilaró¹, ³D.W. Minter²

RESUMEN

¹ Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), La Habana, Cuba.

² CABI, Bakeham Lane, Egham, Surrey, TW20 9TY, Reino Unido.

* Correspondencia: jmena@ecologia.cu

Recibido: 22 de octubre de 2022

Aceptado: 25 de noviembre de 2022

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: JMP: administración de proyecto. JMP y MCV: conceptualización. JMP y MCV: redacción del borrador original. JMP, MCV y DWM: revisión y edición final. **Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons



<https://cu-id.com/2402/v221e12>

La Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba se concluyó durante la ejecución del proyecto “Fungi of the Caribbean” (1997-2000), que fue financiado por la Iniciativa Darwin del Reino Unido. Desde entonces, la estrategia ha constituido un documento de referencia, ejecutándose diferentes acciones en proyectos nacionales e internacionales desarrollados en este periodo. Por el tiempo transcurrido desde su elaboración, urgía actualizar su Plan de Acción para hacerlo corresponder con el Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB) para el periodo 2016-2020. La actualización se realizó mediante sesiones de discusión en grupo en talleres donde participaron los integrantes y colaboradores del proyecto “Implementación de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba”, además de especialistas invitados relacionados con la temática. En estas sesiones se analizó el Plan de Acción de la estrategia nacional fúngica para que respondiera a las metas y acciones del PNDB. Se identificaron 65 acciones, de las cuales, la mayor cantidad (10) se incluyeron en la meta 1 relacionada con la sensibilización ciudadana sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que la misma brinda, seguida de la meta 5 que aborda la gestión sostenible de zonas destinadas a la agricultura y la silvicultura y la 18 que trata sobre la transferencia y aplicación del conocimiento, la base científica y las tecnologías en apoyo al PNDB, con 5 acciones per cápita. Mientras que las que menor cantidad de acciones acumularon, con una cada una, fueron las metas 4, 10 y 14; las dos primeras relacionadas con los ecosistemas marino-costeros y la última con la disminución de la degradación de hábitats, ecosistemas y paisajes.

Palabras clave: Planeación estratégica, gestión, acciones nacionales, micobiota cubana

ABSTRACT

The Strategy for the Conservation of Fungal Diversity in Cuba was concluded during the implementation of the “Fungi of the Caribbean” project (1997-2000), which was financed by the Darwin Initiative of the United Kingdom. Although, since then, the strategy has constituted a reference document executing different actions in national and international projects developed in this period. Due to the time elapsed since its preparation, it was urgent to update its Action Plan to make it correspond to the National Program on Biological Diversity (NPBD) for the period 2016-2020. Updating was carried out through group discussion sessions in workshops where members and collaborators of the project “Implementation of the Strategy for the Conservation of Fungal Diversity in Cuba” and relevant invited specialists participated. In these sessions, the Action Plan of the fungal strategy was analyzed so that it corresponded to the NPBD goals and actions. Sixty-five actions were identified, of which ten are included in Goal 1, related to public awareness of biological diversity and the ecosystem services it provides, followed by Goal 5 that addresses the sustainable management of areas for agriculture and forestry and Goal 18 dealing with the transfer and application of knowledge, the scientific base and technologies in support of the NPBD, with 5 actions each; while those with the fewest number of actions one each, were Goals 4, 10 and 14; the first two related to marine-coastal ecosystems and the last to reduction of the degradation of habitats, ecosystems and landscapes.

Keywords: Strategic planning, management, national actions, Cuban mycobiota

INTRODUCCIÓN

Como resultado de la habilidad de los hongos para ocupar y explotar un amplio rango de sustratos pueden degradar prácticamente cualquier tipo de materia orgánica, interviniendo en los ciclos y transferencia de nutrientes (Pointing *et al.*, 2005). Además, por sus funciones ecológicas y fisiológicas constituyen un componente vital en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Schmit y Mueller, 2007). La importancia de los hongos trasciende su gran diversidad y los servicios ecosistémicos que prestan por incluir aplicaciones en la industria y otras áreas como la medicina, la agricultura y la biorremediación, así como diversos usos tradicionales por diferentes culturas (Allen y Lendemer, 2015; Gupta *et al.*, 2017; Igiehon y Babalola, 2017; Barrech *et al.*, 2018; Yadav *et al.*, 2020; Baron y Rigobelo, 2022). También, algunas especies participan en procesos de biodeterioro (Allsopp *et al.*, 2004), mientras que otras son patógenas de plantas y animales, incluido el hombre (Hyde *et al.*, 2018).

Aunque se conoce que el número de especies fúngicas en el mundo es considerable, es difícil de precisarlo con exactitud. Para estimar su riqueza global los especialistas han utilizado diferentes métodos (Bhunjun *et al.*, 2022). Hawksworth (1991) calcula que en el mundo existían 1.5 millones de especies de hongos basándose en la relación (1:6) entre el número de plantas vasculares y hongos. Esta estimación ha sido la más aceptada durante dos décadas (Hyde *et al.*, 2020). O'Brien *et al.* (2005), a partir del análisis de muestras de ADN ambiental de las comunidades del suelo, estima el número de especies de hongos en 3.5 a 5.1 millones. Blackwell (2011) plantea que existen 5.1 millones de especies basándose en métodos de detección de alto rendimiento. Hawksworth (2012) sitúa esta cifra en unos 3 millones de hongos teniendo en cuenta los resultados de las investigaciones sobre la diversidad fúngica en regiones tropicales y la aplicación de técnicas moleculares en la identificación de especies. Hawksworth y Lücking (2017) estiman que hay de 2.2 a 3.8 millones de especies según la tasa de descripción de nuevas especies, especies crípticas, hábitats inexplorados y especies procedentes de muestras de ADN ambiental. Ese estimado se basa en una proporción del número de plantas vasculares con respecto a los hongos de 1:9.8. Por su parte, Wu *et al.* (2019) calculan que hay entre 11.7 y 13.2 millones de especies según la información generada por estu-

dios independientes y dependientes del crecimiento en medios de cultivo de las mismas muestras, donde la relación entre el número de hongos cultivados y las unidades taxonómicas operativas se determinó en 1:8.8.

A pesar de esa gran riqueza de especies e importancia, los hongos no han sido considerados lo suficiente en los esfuerzos globales por conservar la naturaleza y no están incluidos explícitamente en ningún acuerdo internacional sobre biodiversidad. En los planes de acción y reportes nacionales de los países para la Convención sobre Diversidad Biológica en el 2011 no se mencionan los hongos en la mayoría, por lo que no reciben un reconocimiento adecuado como parte de la biodiversidad de cada nación y no se tienen en cuenta las necesidades de su conservación (Abdel-Azeem y Minter, 2011).

Las razones son en gran parte históricas, ya que por mucho tiempo han sido considerados parte del reino vegetal (Senn-Irlet *et al.*, 2007), como un grupo de organismos poco conocidos y difíciles de estudiar debido a su naturaleza críptica (Dahlberg *et al.*, 2010), con un gran número de especies dañinas o venenosas (Plantlife International y Fungus Conservation Forum, 2008). No obstante, en las últimas cuatro décadas, el interés mundial por la conservación de hongos ha ido en constante aumento. Sin embargo, los esfuerzos se han concentrado mayormente en hongos macroscópicos y en países europeos donde existe un amplio conocimiento sobre la micobiota y aspectos de su distribución y ecología (Senn-Irlet *et al.*, 2007; Dahlberg *et al.*, 2010; Heilmann-Clausen *et al.*, 2015; Allen y Lendemer, 2015).

Entre las primeras acciones a favor de la conservación de estos organismos se puede resaltar la elaboración de la primera Lista Roja nacional para hongos en la antigua República Democrática Alemana en 1982, el establecimiento del Consejo Europeo para la Hongos en 1985 (Dahlberg *et al.*, 2010) y de un grupo de especialistas en hongos dentro de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en 1991 (Heilmann-Clausen *et al.*, 2015), que contemplaba únicamente a hongos macroscópicos (la mayoría de los basidiomicetes) y líquenes.

Al final de la primera década del presente siglo, 33 de los 44 estados europeos tiene Listas Rojas de hongos y existe una lista editada de alrededor de 1 700 espe-

cies para su evaluación y conformación de la Lista Roja a nivel europeo (Dahlberg *et al.*, 2010). Algunos países, incluidos Finlandia, Noruega, Suecia y el Reino Unido habían lanzado planes de acción para proteger hábitats y especies fúngicas, y en al menos 12 países europeos se consideraron especies de hongos para la selección y aprobación de reservas naturales (Senn-Irlet *et al.*, 2007; Dahlberg *et al.*, 2010). Un hito importante fue la conformación de una estrategia nacional para la conservación de los hongos en el Reino Unido que tuvo sus antecedentes en estrategias producidas en Escocia y Gales (Plantlife International y Fungus Conservation Forum, 2008).

Fuera de Europa y de la región noroeste del Pacífico de EE.UU., las iniciativas para conservar la diversidad fúngica son escasas y están más dispersas (Heilmann-Clausen *et al.*, 2015). Por ejemplo, según Dahlberg y Mueller (2011) solo dos de las 35 listas rojas nacionales existentes en ese momento se producen fuera del continente europeo, específicamente en Nueva Zelanda y Japón. Sin embargo, este panorama ha ido cambiando en los últimos años. Esto se evidencia por los muchos grupos de conservación de hongos establecidos durante este período. La actividad y la expansión de estos grupos ilustra la creciente comprensión de la importancia de los hongos en las esferas académica, política y pública. Al mismo tiempo destaca el creciente reconocimiento de que los hongos, como otros organismos ecológicamente importantes, deben ser incluidos en el estudio, la conservación y la planificación de la biodiversidad (Abdel-Azeem y Minter, 2011; Minter, 2012; Mueller *et al.*, 2014; Heilmann-Clausen *et al.*, 2015; Allen y Lendemer, 2015).

En este contexto no se puede dejar de mencionar el proyecto “Conservation of microfungi: a voice for unprotected and vulnerable organisms” financiado por la Iniciativa Darwin del Reino Unido (2007-2010) que promovió y extendió las acciones de conservación a los hongos microscópicos en varios países y regiones. Entre los resultados se destacan la propuesta y establecimiento de cinco grupos de especialistas en hongos en la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN, la celebración en Whitby (Reino Unido), de la reunión “Fungal Conservation: science, infrastructure and politics, que contó con la participación de micólogos de todos los continentes y con directivos de la UICN y que constituyó la primera de su tipo a nivel global, la creación de nuevos grupos para la

conservación de los hongos en diversas regiones, incluido el de América Latina y el Caribe, la fundación de la Sociedad Internacional para la Conservación Fúngica (ISFC), la celebración del Tercer Congreso Internacional sobre Conservación Fúngica en Turquía, reconocido como el primer evento dedicado, explícita y exclusivamente, a la protección de los hongos en el mundo y la iniciativa de una lista roja global de hongos (IUCN, 2009; Hayova, 2010; Minter, 2012, 2013; Camino *et al.*, 2012; Mueller *et al.*, 2014; Heilmann-Clausen *et al.*, 2015; Allen y Lendemer 2015).

En Cuba, los avances alcanzados en la conservación de la diversidad fúngica en los últimos 25 años están vinculados fundamentalmente al desarrollo de proyectos conjuntos entre instituciones cubanas y foráneas. La Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba (Mena *et al.*, 2000), pionera a nivel mundial, se concluyó durante la ejecución del proyecto “Fungi of the Caribbean” financiado por la Iniciativa Darwin del Reino Unido. Una versión electrónica del documento integro está disponible online en el sitio web Cybertruffle (<http://www.cybertruffle.org.uk/cubacons>) y parte de su contenido ha sido publicado en español e inglés como un artículo y dos capítulos de dos libros (Minter, 2001; Mena *et al.*, 2003, 2008). Por su importancia, se consideró una estrategia sectorial de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (Vilamajó *et al.*, 2002).

Desde entonces, la estrategia constituyó un documento de referencia, ejecutándose diferentes acciones en proyectos nacionales e internacionales dirigidas a estudiar la diversidad fúngica de zonas ecológicamente sensibles y amenazadas y de áreas incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (Camino y Pérez, 2001; Camino *et al.*, 2008; 2013; 2021; Blanco *et al.* 2011; Maldonado *et al.*, 2013; Cantillo-Pérez *et al.*, 2014; Mena-Portales *et al.*, 2018), la evaluación del estado de conservación de especies fúngicas según los criterios de la UICN y la conformación de la lista roja de los hongos y myxomycetes de Cuba (Mena *et al.*, 2013), la predicción de los impactos del cambio climático en la distribución de especies de la clase Myxomycetes y la familia Meliolaceae (Ferrás *et al.*, 2012), la divulgación y educación ciudadana con diferentes grupos meta como estudiantes de diferentes niveles de enseñanza y la inclusión de micólogos en grupos nacionales e internacionales relacionados con la diversidad biológica y su conservación. Sin embargo, por el tiempo transcurrido desde

su elaboración, era necesario actualizar su Plan de Acción en concordancia con el Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB) para el periodo 2016-2020 (CITMA, 2016).

El PNDB 2016-2020, que tiene como una de sus acciones la implementación de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica, está en concordancia con el Plan Estratégico del Convenio sobre la Diversidad Biológica 2011-2020 (Metas de Aichi), Informes Nacionales al Convenio sobre la Diversidad Biológica, resultados obtenidos en la implementación de la Estrategia Ambiental Nacional (2007-2010 y 2011-2015) y en otros marcos estratégicos específicos como el Programa Forestal Nacional, el Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (2014-2020) y el Plan de Acción Nacional de Bioseguridad y con las acciones que dan respuesta a los compromisos internacionales asumidos por Cuba en el tema de la diversidad biológica.

Por las razones anteriormente mencionadas, el objetivo de este trabajo fue actualizar el Plan de Acción de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba para hacerlo corresponder con el PNDB 2016-2020. Esta contribución será relevante para el manejo y conservación de la diversidad de los hongos en Cuba y sus resultados puede ser extrapolados a otros países de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

La actualización del Plan de Acción de la estrategia se realizó mediante sesiones de discusión en grupo en talleres donde participaron los integrantes y colaboradores del proyecto “Implementación de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba”, además de especialistas invitados relacionados con la temática (Anexo 1). En estas sesiones se analizó el Plan de Acción de la estrategia de los hongos (incluidos otros organismos tradicionalmente estudiados por micólogos) para que se correspondiera con las metas y acciones del PNDB 2016-2020. Se identificaron las acciones de la estrategia de los hongos que estaban contenidas en el PNDB y se incorporaron las que no estaban, redactándose todas de nuevo en correspondencia con las metas del programa nacional.

RESULTADOS

El Plan de Acción de la Estrategia para la Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba quedó confor-

mado por 65 acciones, de las 70 que originalmente lo componían y cada acción se vinculó a las metas correspondientes del PNDB 2016-2020 (Anexo 2). La meta 1, relacionada con la sensibilización ciudadana sobre la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos que la misma brinda, fue la que mayor número de acciones acumuló con 10, seguida de la meta 5 que aborda la gestión sostenible de zonas destinadas a la agricultura y la silvicultura, y la 18 que trata sobre la transferencia y aplicación del conocimiento, la base científica y las tecnologías en apoyo al PNDB, con cinco acciones per cápita. En contraste las que menor cantidad de acciones acumularon, con una cada una, fueron las metas 4, 10 y 14; las dos primeras relacionadas con los ecosistemas marino-costeros y la última con la disminución de la degradación de hábitats, ecosistemas y paisajes (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Las acciones definidas en la actualización de la estrategia dan respuesta a los problemas que se presentan en la conservación de los hongos en Cuba, pero en general también se corresponden con los que se enfrentan a nivel regional y mundial. La sensibilización ciudadana en relación con la necesidad de conservar los hongos por su riqueza e importancia se identificó como una prioridad desde la concepción inicial de la estrategia nacional de conservación de la diversidad fúngica (Mena *et al.*, 2000). Desde entonces, disímiles acciones educativas y divulgativas se incluyeron en diferentes proyectos de investigación y de gestión, pero aun hoy continúa como aspecto de vital importancia para la conservación de estos organismos. Por esa razón, en la actualización de la estrategia se identificaron el mayor número de acciones relacionadas con la sensibilización de la sociedad cubana en general y sobre todo de algunos grupos meta, como estudiantes de diferentes niveles de enseñanza, profesores, trabajadores de áreas protegidas, especialistas, pobladores de comunidades, líderes y decisores. En la estrategia también se identificaron un número significativo de acciones relacionadas con la investigación científica e innovación tecnológica, monitoreo y evaluación de la diversidad fúngica y fortalecimiento institucional.

Se debe resaltar que, en los esfuerzos globales y regionales para la conservación de los hongos, en especial en regiones como Europa y América del Norte, también se ha promovido la educación y conciencia-

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Tabla 1. Acciones relacionadas con los hongos por cada una de las metas del Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica 2016-2020.
Table 1. Actions related to fungi for each of the goals of the National Program on Biological Diversity 2016-2020.

Objetivos y Metas	Acciones
Objetivo A: Abordar las causas subyacentes de la pérdida de la diversidad biológica	
1. Se ha alcanzado una mayor sensibilización de la sociedad sobre el valor de la diversidad biológica, y los servicios ecosistémicos que la misma brinda, mediante la educación ambiental para el desarrollo sostenible, la concienciación y la participación ciudadana.	10
2. Favorecida la integración de los valores de la diversidad biológica en los marcos programáticos sectoriales y territoriales, armonizando los objetivos de conservación y uso sostenible en las políticas y estrategias de desarrollo del país, así como en los procesos de adopción de decisiones a todos los niveles.	3
3. Se cuenta con instrumentos económicos e incentivos que contribuyan a detener la pérdida de la diversidad biológica.	4
Objetivo B: Controlar las amenazas principales a la diversidad biológica y promover la utilización sostenible	
4. Se recuperan los ecosistemas marino-costeros y acuícolas a través de una gestión sostenible.	1
5. Se gestionan de manera sostenible zonas destinadas a agricultura y silvicultura, a partir de la aplicación efectiva de herramientas de ordenación jurídica y territorial.	5
6. Se reduce la contaminación ambiental a límites ecológicamente seguros para la salud humana, animal y vegetal.	3
7. Se han establecido las medidas pertinentes que garantizan el uso seguro y pacífico de los agentes biológicos y organismos genéticamente modificados.	3
8. Se controlan otras presiones directas a la diversidad biológica.	2
9. Implementadas directrices, metodologías, procedimientos y planes de gestión orientados a la predicción, vigilancia, detección, erradicación, manejo y control de las especies exóticas invasoras, en ecosistemas naturales y productivos y en su ambiente circundante, para la conservación de la diversidad biológica cubana.	4
10. Se han reducido las múltiples presiones antropogénicas sobre los arrecifes de coral, pastos marinos, manglares y playas, vulnerables al cambio climático.	1
Objetivo C: Promover la conservación de ecosistemas, hábitat, especies y genes	
11. Se logra conservar el 20% de las zonas terrestres y el 27% de las zonas marinas y costeras, de importancia para la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos, por áreas protegidas ecológicamente representativas, administradas de manera eficaz y equitativa u otras formas de conservación eficaces, basadas en áreas, bien conectadas e integradas en amplios paisajes terrestres y marinos.	2
12. Se mejora o mantiene el estado de conservación de las especies identificadas con categoría de amenaza.	2
13. Se mantiene y salvaguarda la diversidad genética de las especies autóctonas y las de valor socioeconómico.	4
Objetivo D: Favorecer la restauración y conservación de los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales para todos	
14. Se disminuye la degradación de hábitats, ecosistemas y paisajes, mediante la restauración/rehabilitación de ecosistemas, la reducción de la fragmentación, el incremento de la resiliencia, el mejoramiento de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos y la adaptación y mitigación del cambio climático.	1
15. Garantizado el acceso adecuado a los recursos genéticos y distribución de los beneficios acorde con el Protocolo de Nagoya.	2
Objetivo E: Mejorar las capacidades nacionales para la implementación del Convenio sobre la Diversidad Biológica	
16. Se aprueba el Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB) 2016-2020 y se pone en práctica el mecanismo participativo de seguimiento y control.	4
17. Se ha avanzado en el fomento de los recursos humanos que apoyen la aplicación del PNDB.	4
18. Se ha avanzado, compartido, transferido y aplicado el conocimiento, la base científica y las tecnologías en apoyo al PNDB.	5
19. Establecidos los instrumentos jurídicos y los procedimientos para la protección de los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales de las comunidades locales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.	2
20. Se ha logrado la movilización de recursos financieros provenientes de todas las fuentes para aplicar de manera efectiva el Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB) 2016-2020.	3
Total de acciones	65

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

ción sobre la diversidad fúngica y su importancia como una meta esencial que incluye el trabajo y la participación con diferentes actores de la sociedad, como micólogos aficionados, académicos, formuladores de políticas y administradores de tierras, así como la construcción de capacidades y transferencia del conocimiento para la conservación de estos organismos (Senn-Irlet *et al.*, 2007; Plantlife International y Fungus Conservation Forum, 2008; Dahlberg *et al.*, 2010; Allen y Lendemer, 2015).

Las causas que influyeron en que solamente se identificara una única acción en las metas 4 y 10 relacionadas con los ecosistemas acuícolas y marino-costero fueron, fundamentalmente, la ausencia de especialistas en hongos que investiguen la diversidad fúngica en esos hábitats y la escasa información actualizada que existe sobre estos organismos marinos y dulceacuícolas. Mientras que lo que pudo incidir en la meta 14 fue la poca percepción que existe del papel de los hongos en hábitats, ecosistemas y paisajes y sobre todo en la incidencia que pueden tener en la disminución de la degradación de estos (Mena *et al.*, 2021).

La conformación de estrategias nacionales y regionales, conjuntamente con la obtención de un mayor conocimiento sobre la diversidad y ecología de los hongos, la sensibilización ciudadana en temas micológicos, la evaluación del estado de conservación de especies según los criterios de la UICN y la subsecuente publicación de listas rojas, se han identificado como las acciones fundamentales para lograr la conservación de la diversidad fúngica (Senn-Irlet *et al.*, 2007; Dahlberg *et al.*, 2010; Allen y Lendemer, 2015). No obstante, hasta el presente, solo existen en el mundo dos estrategias nacionales para la conservación de los hongos, la del Reino Unido (Plantlife International y Fungus Conservation Forum, 2008) y la de Cuba (Mena *et al.*, 2000).

Diversos factores han influido en esta situación, pero uno de los más importantes es que entre los micólogos no existe unidad de criterios en la factibilidad de conformar estrategias de conservación de la diversidad fúngica que incluyan las necesidades de conservación de todos los grupos de hongos y que, aunque integradas a las estrategias nacionales de la diversidad biológica, sean específicas para estos organismos (Senn-Irlet *et al.*, 2007; Plantlife International y Fungus Conservation Forum, 2008; Dahlberg *et al.*, 2010; Heilmann-Clausen *et al.*, 2015). Una de las alternati-

vas propuestas es desarrollar estrategias separadas por grupos funcionales o taxonómicos, al considerar que un solo enfoque para la conservación de hongos es insostenible e indeseable debido a su gran diversidad, la inmensa variación en sus ciclos de vida y estrategias ecológicas y la variedad de vínculos entre estos organismos y las personas (Heilmann-Clausen *et al.*, 2015).

En conclusión, la experiencia cubana ha demostrado que conformar una estrategia nacional para la conservación de un grupo tan diverso, importante y a la vez ignorado, como son los hongos, es posible y además fundamental para avanzar en el empeño de preservar, no solo la micobiota, sino también los hábitats, ecosistemas y paisajes donde estos organismos tienen un rol protagónico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue uno de los resultados obtenidos en el proyecto “Implementación de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba” del Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación “Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba”. Se le agradece a Daysi Vilamajó Alberdi la revisión crítica del Plan de Acción de la estrategia nacional de conservación de los hongos y sus acertadas sugerencias.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Azeem A, Minter DW. 2011. The Rio Convention and Fungi: a review of recent national biodiversity action plans and reports. *Fungal Conservation*. 1: 29-32.
- Allen JL, Lendemer JC. 2015. Fungal conservation in the USA. *Endangered Species Research*. 28: 33-42.
- Allsopp D, Seal KJ, Gaylarde CC. 2004. *Introduction to biodeterioration*. Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Baron NC, Rigobelo EC. 2022. Endophytic fungi: a tool for plant growth promotion and sustainable agriculture. *Mycology*. 13: 39-55.
- Barrech D, Ali I, Tareen M. 2018. A Review on Mycoremediation- the fungal bioremediation. *Pure and Applied Biology*. 7: 343-348.
- Blackwell M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species? *American Journal of Botany*. 98: 426-438.

- Blanco N, Herrera S, Ortiz JL, Mena J, Mercado A, Iglesias H, *et al.* 2011. Diversidad fúngica de las reservas de la biosfera de Cuba. *Monteverdia*. 4: 7-11.
- Bhunjun CS, Niskanen T, Suwannarach N, Wannathes N, Chen YJ, McKenzie EHC, *et al.* 2022. The numbers of fungi: are the most speciose genera truly diverse? *Fungal Diversity*. 1-76.
- Camino MC, Pérez Martínez JM. 2001. Los *Myxomycetes* de la Reserva Ecológica "Alturas de Banao" (El Naranjal) Sancti Spiritus. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. 22: 109-117.
- Camino MC, Stephenson SL, Krivomaz T, Wrigley de Basanta D, Lado C, Estrada-Torres A. 2008. Biodiversity survey for myxomycetes in the mountain of central Cuba. *Revista Mexicana de Micología*. 27: 39-51.
- Camino MC, Denchev CM, Minter DW, Mueller G, Scheidegger C. 2012. Introducing the Fungal Specialist Groups of the IUCN Species Survival Commission. *Fungal Conservation*. 2: 5-10.
- Camino MC, Blanco N, Mena-Portales J, Maldonado SG, Cabarroi M, Ortiz JL, Herrera S, *et al.* 2013. Estudio de vacío de hongos y Myxomycetes en las áreas protegidas. En: Centro Nacional de Áreas Protegidas (eds.). *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2014-2020*, 153-154, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana.
- Camino MC, Mena-Portales J, Cantillo-Pérez T, Castro-Hernández L, Abreu-Herrera Y, Jiménez Gómez I. 2021. Diversidad fúngica de la Ciénaga de Zapata: estados asexuales de Ascomycota y Myxomycetes. *Acta Botánica Cubana*. 220: 0001400014.
- Cantillo-Pérez T, Mena-Portales J, Jiménez Gómez I. 2014. Nuevos registros de Hifomicetes de la Ciénaga de Zapata, Cuba. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*. 38: 3-8.
- CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 2016. *Cuba metas nacionales para la diversidad biológica 2016-2020*. Escandón Impresos, Sevilla.
- Dahlberg A, Mueller GM. 2011. Applying IUCN red-listing criteria for assessing and reporting on the conservation status of fungal species. *Fungal Ecology*. 4: 147-162.
- Dahlberg A, Genney DR, Heilmann-Clausen J. 2010. Developing a comprehensive strategy for fungal conservation in Europe: current status and future needs. *Fungal Ecology*. 3: 50-64.
- Ferrás H, Camino MC, Martell A, López A, Blanco N, Pons R. 2012. Possible impacts of climate change on fungal diversity in Cuba: a pilot study on members of the *Meliolaceae*. *Fungal Conservation*. 2: 33-38.
- Gupta S, Wali A, Gupta M, Annepu SK. 2017. Fungi: An Effective Tool for Bioremediation. En: Singh D, Singh H, Prabha, R. (eds.), *Plant-Microbe Interactions in Agro-Ecological Perspectives*, 593-606, Springer, Singapore.
- Hawksworth DL. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*. 95: 641-655.
- Hawksworth DL. 2012. Global species numbers of fungi: are tropical studies and molecular approaches contributing to a more robust estimate? *Biodiversity and Conservation*. 21: 2425-2433.
- Hawksworth DL, Lücking R. 2017. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *Microbiology spectrum*. 5: 5-4.
- Hayova V. 2010. Information about Fungal Conservation meeting in Whitby. European Council for the Conservation of Fungi. *Newsletter*. 15: 3.
- Heilmann-Clausen J, Barron ES, Boddy L, Dahlberg A, Griffith GW, Norden J, Ovaskainen O, Perini C, Senn-Irlé B, Halme P. 2015. A fungal perspective on conservation biology. *Conservation Biology*. 29: 61-68.
- Hyde KD, Al-Hatmi AMS, Andersen B, Boekhout T, Buzina W, Dawson Jr TL, *et al.* 2018. The world's ten most feared fungi. *Fungal Diversity*. 93: 161-194.
- Hyde KD, Jeewon R, Chen YJ, Bhunjun CS, Calabon MS, Jiang HB, *et al.* 2020. The numbers of fungi: is the descriptive curve flattening? *Fungal Diversity*. 103: 219-271.
- Igiehon NO, Babalola OO. 2017. Biofertilizers and sustainable agriculture: exploring arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 101: 4871-4881.
- IUCN 2009. Specialist Group News. Five fungi Specialist Groups formed. En: Species e-Bulletin. News from the IUCN Species Survival Commission and the IUCN *IUCN SSC e-bulletin* (Species Programme. <http://www.iucn.org/wildtalk>).
- Maldonado SG, Cabarroi M, Camino MC, Recio GM, Mena J, Blanco N. 2013. Hongos y Myxomycetes. En: Centro Nacional de Áreas Protegidas (eds.), *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas*

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

- 2014-2020, 21-22. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
- Mena J, Blanco N, Camino MC, Herrera S, Cabarroi M, Ortiz JL, Maldonado SG, *et al.* 2013. Lista Roja de hongos y Myxomycetes de Cuba. En: Centro Nacional de Áreas Protegidas (eds.), *Plan del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 2014-2020*, 154-155. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana.
- Mena Portales J, Camino Vilaró M, Furrázola Gómez E, Castro Hernández L, Ortiz Medina JL, Ley Rivas JF *et al.* 2021. Implementación de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba. Informe Final de Proyecto, Programa Uso sostenible de los componentes de la Diversidad Biológica en Cuba (PS211LH003-004). Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana.
- Mena-Portales J, Cantillo-Pérez T, Jiménez-Gómez I. 2018. Hifomicetes de la Reserva de la Biosfera "Ciénaga de Zapata", Cuba. *Acta Botánica Cubana*. 217: 96-108.
- Mena Portales J, Herrera Figueroa S, Mercado Sierra A, Minter DW (eds.). 2000. Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba. Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana.
- Mena Portales J, Herrera Figueroa S, Mercado Sierra A, Minter DW, Iglesias Brito H, Blanco Hernández N, *et al.* 2003. Estrategia para la conservación de la diversidad fúngica en Cuba. En: IV Convención Internacional de Medioambiente y Desarrollo, La Habana (2-6 de junio).
- Mena Portales J, Minter DW, Herrera Figueroa S, Mercado Sierra A, Iglesias Brito H, Blanco Hernández N, *et al.* 2008. La Estrategia para la conservación de la diversidad fúngica en Cuba : una propuesta integradora en el ámbito iberoamericano. En: Heredia Abarca G. (ed.), *Tópicos sobre diversidad, ecología y biotecnología de los hongos microscópicos*, 103-126, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) e Instituto de Ecología, A.C., Xalapa.
- Minter DW. 2001. Fungal conservation in Cuba. En: Moore D, Nauta MM, Evans SE, Rotheroe M (eds.), *Fungal Conservation: Issues and Solutions*, 182-196, Cambridge University Press, Cambridge.
- Minter DW. 2012. Raising the profile of fungal conservation. *Fungal Conservation*. 2: 11-18.
- Minter, DW. 2013. Third International Congress on Fungal Conservation. *IMA Fungus*. 4 (2): 39 <https://doi.org/10.1007/BF03449310>.
- Mueller GM, Dahlberg A, Krikorev M. 2014. Bringing fungi into the conservation conversation: the Global Fungal Red List Initiative. *Fungal Conservation*. 4: 12-15.
- O'Brien HE, Parrent JL, Jackson JA, Moncalvo JM, Vilgalys R. 2005. Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. *Applied and Environmental Microbiology*. 71: 5544-5550.
- Plantlife International, Fungus Conservation Forum. 2008. Saving the forgotten kingdom: A strategy for the conservation of the UK's fungi: 2008-2015. Plantlife International, Salisbury.
- Pointing SB, Pelling AL, Smith GJD, Hyde KD, Reddy CA. 2005. Screening of basidiomycetes and xylariaceous fungi for lignin peroxidase and laccase gene-specific sequences. *Mycological Research*. 109: 115-124.
- Schmit JP, Mueller GM. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodiversity Conservation*. 16: 99-111.
- Senn-Irlet B, Heilmann-Clausen J, Dahlberg A. 2007. Guidance for the conservation of mushrooms in Europe. Document prepared for the European Council for Conservation of Fungi (ECCF) within the European Mycological Association (EMA). Council of Europe, Strasbourg.
- Vilamajó Alberdi D, Vales García MA, Capote López RP, Salabarría Fernández D. 2002. *Estrategia Nacional para la Diversidad Biológica y Plan de Acción en la República de Cuba*. Editorial Academia, La Habana.
- Wu B, Hussain M, Zhang W, Stadler M, Liu X, Xiang M. 2019. Current insights into fungal species diversity and perspective on naming the environmental DNA sequences of fungi. *Mycology*. 10: 127-140.
- Yadav AN, Kour D, Kaur T, Devi R, Yadav N. 2020. Functional annotation of agriculturally important fung for crop protection: Current research and future challenges. En: Yadav A, Mishra S, Kour D, Yadav N, Kumar A. (eds.), *Agriculturally important fungi for sustainable agriculture, fungal biology*, 347-356, Springer, Cham.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

ANEXOS

Anexo 1. Participantes en los talleres de discusión del proyecto “Implementación de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba” (organizados por institución y en orden alfabético).

Appendix 1. Participants in the discussion workshops of the project "Implementation of the Strategy for the Conservation of Fungal Diversity in Cuba" (organized by institution and in alphabetical order).

Instituto de Ecología y Sistemática (IES)

Eduardo Furrázola Gómez†

Esther Collazo Albornas

Jorge Luís Ortiz Medina

Juan F. Ley Rivas

Julio Mena Portales

Mayra Camino Vilaró

Nancy Ricardo Nápoles

Rosmery Hernández Prado

Yamir Torres Arias

Jardín Botánico Nacional (JBN)

Carlos Viñas Portilla

Carmen González

Gardenia Montesino Gil

Marguit Clavel Calzado

Marian Álvarez Saralegui

Mario Hernández Pita

Raúl Valdés Rodríguez

Wildee Alonso Broche

Zumilda Oquendo William

Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP)

María A. Castañeira Colomé

José Luis Fiallo

Facultad de Biología (FBio), Universidad de La Habana (UH). Estudiantes

Amanda Pérez Pérez

Lázaro Castro Hernández

Yudisleidys Abreu Herrera

Anexo 2. Plan de Acción de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en correspondencia con las Metas Nacionales (2016-2020).

Appendix 2. Action Plan of the Strategy for the Conservation of Fungal Diversity in correspondence with the National Goals (2016-2020).

Objetivo A: Abordar las causas subyacentes de la pérdida de la diversidad biológica.

Meta 1: Se ha alcanzado una mayor sensibilización de la sociedad sobre el valor de la diversidad biológica, y los servicios ecosistémicos que la misma brinda, mediante la educación ambiental para el desarrollo sostenible, la concienciación y la participación ciudadana.

Responde a la Meta de Aichi 1: Para 2020, a más tardar, las personas tendrán conciencia del valor de la diversidad biológica y de los pasos que pueden dar para su conservación y utilización sostenible.

Acciones:

1-a) Identificar vacíos de información y necesidades de capacitación en materia de diversidad fúngica y las vías propicias para su solución.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Diagnóstico de necesidades de capacitación.
- Lista de temas que requieren acciones educativas.

1-b) Promover las bases para la evaluación de los cambios de conducta derivados de las acciones identificadas.

Criterios/indicadores:

- Propuestas de criterios para la evaluación de los cambios de conducta.
- Propuestas de metodologías.
- Resultados de estudios de percepción con diferentes grupos meta.

1-c) Divulgar temas sobre la diversidad fúngica en los medios de comunicación masiva, redes informáticas y otros medios divulgativos.

Criterios/indicadores:

- Acciones de divulgación sobre diversidad fúngica ejecutadas.

1-d) Garantizar que los programas y proyectos dirigidos al estudio de la micobiota incluyan, en sus salidas, la actualización y/o elaboración de materiales educativos en las prioridades identificadas en la Estrategia para la Conservación de la Diversidad Fúngica.

Criterios/indicadores:

- Materiales didáctico-divulgativos y científico-técnicos desarrollados.

1-e) Capacitar a decisores, directivos, funcionarios, educadores, empresarios, periodistas, comunicadores, especialistas de las áreas protegidas y la ciudadanía, sobre los temas de la diversidad fúngica y su conservación.

Criterios/indicadores:

- Cursos a decisores, directivos, funcionarios, educadores, empresarios, periodistas, comunicadores, especialistas de las áreas protegidas y la ciudadanía.

1-f) Elaborar e instrumentar programas de capacitación sobre la diversidad fúngica y su conservación, en correspondencia con los grupos meta.

Criterios/indicadores:

- Programas de capacitación elaborados e implementados.

1-g) Propiciar la sistematización de temas relacionados con la diversidad fúngica, su conservación y uso sostenible en los planes y programas de los Sistemas Nacionales de Educación.

Criterios/indicadores:

- Planes y programas de los Sistemas Nacionales de Educación que incluyen temas relacionados con la diversidad fúngica, su conservación y uso sostenible.

1-h) Desarrollar sinergias con instituciones, sociedades científicas, aficionados y ONGs, que ejecutan proyectos comunitarios y de desarrollo local relacionados con la divulgación del patrimonio natural y cultural, para reforzar el enfoque de conservación y uso sostenible de la diversidad fúngica.

Criterios/indicadores:

- Proyectos comunitarios implementados que incluyan información sobre diversidad fúngica.

1-i) Implementar actividades demostrativas alegóricas a los hongos con fines educativos.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Actividades demostrativas desarrolladas alegóricas a los hongos.

1-j) Reactivar las gestiones para la creación de una sociedad de alcance nacional que agrupe a los especialistas en las diferentes áreas de Micología y a los aficionados a esta temática.

Criterios/indicadores:

- Aprobada la sociedad cubana de Micología.

Meta 2: Favorecida la integración de los valores de la diversidad biológica en los marcos programáticos sectoriales y territoriales, armonizando los objetivos de conservación y uso sostenible en las políticas y estrategias de desarrollo del país, así como en los procesos de adopción de decisiones a todos los niveles.

Responde a la Meta de Aichi 2: Para 2020, a más tardar, los valores de la diversidad biológica habrán sido integrados en las estrategias y procesos de planificación de desarrollo y de reducción de la pobreza nacionales y locales y se estarán integrando en los sistemas nacionales de contabilidad, según proceda, y de presentación de informes.

Acciones:

2-a) Promover la incorporación de los principios, objetivos y acciones de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba en las estrategias ambientales sectoriales, territoriales y/o programas de desarrollo de territorios.

Criterios/indicadores:

- Estrategias ambientales sectoriales/territoriales que incluyen los principios, objetivos y acciones de la Estrategia de Conservación de la Diversidad Fúngica en Cuba.

2-b) Integrar la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos que incluyan a los hongos a los procesos de desarrollo en los ecosistemas priorizados.

Criterios/indicadores:

- Evaluaciones realizadas de los bienes y servicios ecosistémicos que incluyan los hongos.

2-c) Divulgar las experiencias y resultados referentes a la valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos que incluyan los hongos, para contribuir al proceso de toma de decisiones.

Criterios/indicadores:

- Acciones de capacitación y del personal capacitado en valoración económica de los servicios ecosistémicos.
- Acciones de divulgación.

Meta 3: Se cuenta con instrumentos económicos e incentivos que contribuyan a detener la pérdida de la diversidad biológica.

Responde a la Meta de Aichi 3: Para 2020, a más tardar, se habrán eliminado gradualmente o reformado los incentivos, incluidos los subsidios, perjudiciales para la diversidad biológica, a fin de reducir al mínimo o evitar los impactos negativos, y se habrán desarrollado y aplicado incentivos positivos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, de conformidad y en armonía con el Convenio y otras obligaciones internacionales pertinentes, tomando en cuenta las condiciones socioeconómicas nacionales.

Acciones:

3-a) Establecer alianzas estratégicas con las entidades de gobiernos, universidades y la sociedad civil para la posible implementación de los resultados de estudios de valoración económica sobre diversidad fúngica.

Criterios/indicadores:

- Estudios de valoración económica de la diversidad fúngica ejecutados.

3-b) Promover los incentivos económicos para el uso sostenible de la diversidad fúngica (conservación de especies *in situ* y *ex situ*).

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Incentivos concebidos.

3-c) Promover la contabilización, en los presupuestos de las instituciones que incidan en la diversidad fúngica, de los gastos destinados a la conservación de la diversidad biológica.

Criterios/indicadores:

- Presupuesto destinado a la conservación de la diversidad fúngica.

3-d) Diseñar acciones que propicien el autofinanciamiento para las actividades de conservación de la diversidad fúngica, con énfasis en las áreas protegidas.

Criterios/indicadores:

- Acciones diseñadas para el autofinanciamiento de las actividades de conservación de la diversidad fúngica.

Objetivo B: Controlar las amenazas principales a la diversidad biológica y promover la utilización sostenible.

Meta 4: Se recuperan los ecosistemas marino-costeros y acuícolas a través de una gestión sostenible.

Responde a la Meta de Aichi 6: Para 2020, todas las reservas de peces e invertebrados y plantas acuáticas se gestionarán y cultivarán de manera sostenible, lícita y aplicando enfoques basados en los ecosistemas, de manera tal que se evite la pesca excesiva, se hayan establecido planes y medidas de recuperación para todas las especies agotadas, las actividades pesqueras no tengan impactos perjudiciales importantes en las especies amenazadas y en los ecosistemas vulnerables, y el impacto de la actividad pesquera en las reservas, especies y ecosistemas se encuentren dentro de límites ecológicos seguros y la Meta 7: Para 2020, las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura se gestionarán de manera sostenible, garantizándose la conservación de la diversidad biológica.

Acciones:

4-a) Participar en los estudios de áreas de alta significación económica y social con la información sobre diversidad fúngica acuícola y marina.

Criterios/indicadores:

- Estudios culminados.

Meta 5: Se gestionan de manera sostenible zonas destinadas a agricultura y silvicultura, a partir de la aplicación efectiva de herramientas de ordenación jurídica y territorial.

Responde a la Meta de Aichi 4: Para 2020, a más tardar, los gobiernos, empresas e interesados directos de todos los niveles habrán adoptado medidas o habrán puesto en marcha planes para lograr la sostenibilidad en la producción y el consumo y habrán mantenido los impactos del uso de los recursos nacionales dentro de límites ecológicos seguros.

Acciones:

5-a) Controlar que, en al menos el 80% del patrimonio forestal del país, se monitoreen los indicadores de manejo forestal sostenible, incluido el uso de hongos como biofertilizantes y para el control biológico.

Criterios/indicadores:

- Porcentaje del patrimonio forestal bajo monitoreo de los indicadores de manejo forestal sostenible.

5-b) Controlar al menos el 35% de las áreas boscosas de montaña bajo regímenes de explotación sostenible, incluido el uso de hongos como biofertilizantes y para el control biológico.

Criterios/indicadores:

- Porcentaje de áreas boscosas en la montaña bajo régimen de manejo forestal sostenible.

5-c) Manejar sosteniblemente, al menos el 30% de las tierras de producción de café y cacao, incluido el uso de hongos como biofertilizantes y para el control biológico y de diferentes especies vegetales para la creación de una sombra diversa.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Porcentaje de tierras de producción de café y cacao bajo manejo sostenible.

5-d) Desarrollar acciones que contribuyan al manejo integrado agroecológico de plagas, incluido el uso de hongos como biofertilizantes y para el control biológico.

Criterios/indicadores:

- Porcentaje de áreas bajo el enfoque de manejo agroecológico de plagas.

5-e) Desarrollar acciones de manejo sostenible de los recursos naturales, incluidos las relacionadas con el uso de hongos como comestibles, biofertilizantes y para el control biológico, dentro de las Fincas Forestales y Frutales Integrales.

Criterios/indicadores:

- Número de acciones desarrolladas en las Fincas Forestales y Frutales Integrales.

Meta 6: Se reduce la contaminación ambiental a límites ecológicamente seguros para la salud humana, animal y vegetal.

Responde a la Meta de Aichi 8: Para 2020, se habrá llevado la contaminación, incluida aquella producida por exceso de nutrientes, a niveles que no resulten perjudiciales para el funcionamiento de los ecosistemas y para la diversidad biológica.

Acciones:

6-a) Lograr un efectivo funcionamiento, rehabilitación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de residuales construidos en los principales objetivos económicos y sociales, considerando obligatoria su inclusión en las nuevas inversiones que así lo requieran, que deben prioritariamente, contar con las tecnologías ambientalmente más avanzadas como la micorremediación.

Criterios/indicadores:

- Incorporada la micorremediación a los sistemas de tratamiento de residuales.

6-b) Incluir a los hongos en el control sistemático de las principales fuentes contaminantes de las aguas terrestres y marinas, logrando su caracterización y mantener la adecuada exigencia por el cumplimiento de las medidas que conduzcan a atenuar y eliminar su efecto nocivo.

Criterios/indicadores:

- Fuentes caracterizadas.

6-c) Incrementar la reutilización/aprovechamiento de los residuales en la agricultura y otras actividades por los hongos, a la vez que se promueven prácticas de producción y consumo sostenible.

Criterios/indicadores:

- Residuales reutilizados / aprovechados por los hongos.

Meta 7: Se han establecido las medidas pertinentes que garantizan el uso seguro y pacífico de los agentes biológicos y organismos genéticamente modificados.

Responde a las Metas del Protocolo de Cartagena de Seguridad de la Biotecnología.

Acciones:

7-a) Mantener la coordinación con las autoridades reguladoras para implementar las directrices técnicas nacionales e internacionales sobre seguridad biológica en lo que a hongos se refiere.

Criterios/indicadores:

- Regulaciones de bioseguridad armonizadas con las autoridades reguladoras.

7-b) Participar en la evaluación de los impactos socioeconómicos de Organismos Vivos Modificados (OVM) y agentes biológicos, en lo que a hongos se refiere.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Evaluación de impactos socioeconómicos definidos y valorados en el proceso de toma de decisiones de OVM y agentes biológicos.

7-c) Participar en los mecanismos de control en frontera, en lo que a hongos se refiere.

Criterios/indicadores:

- Detección e identificación de OVM y agentes biológicos en frontera.

Meta 8: Se controlan otras presiones directas a la diversidad biológica.

No responde directamente a ninguna Meta de Aichi.

Acciones:

8-a) Lograr la implementación total de la Resolución 160/2011 del CITMA para los hongos mediante la asesoría y la realización de controles, inspecciones ambientales estatales y el otorgamiento de licencias ambientales a actividades estatales y no estatales.

Criterios/indicadores:

- Número de entidades de regulación y control fortalecidas.
- Número de controles aplicados.
- Número de contravenciones aplicadas.
- Número de capacitaciones realizadas a las entidades de regulación y control.

8-b) Revisar y fortalecer los marcos legales y contravencionales en materia de protección de la diversidad Biológica, teniendo en cuenta los hongos.

Criterios/indicadores:

- Marcos contravencionales fortalecidos.

Meta 9: Implementadas directrices, metodologías, procedimientos y planes de gestión orientados a la predicción, vigilancia, detección, erradicación, manejo y control de las especies exóticas invasoras, en ecosistemas naturales y productivos y en su ambiente circundante, para la conservación de la diversidad biológica cubana.

Responde a la Meta de Aichi 9: Para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas para gestionar las vías de introducción a fin de evitar su introducción y establecimiento.

Acciones:

9-a) Fortalecer el marco político, legal y regulatorio que garantice el cumplimiento de los compromisos territoriales e internacionales, en materia de especies fúngicas exóticas invasoras.

Criterios/indicadores:

- Procedimientos escritos e implementados.
- Informes de control.

9-b) Implementar las acciones sobre especies de hongos derivadas del documento estratégico sobre especies exóticas invasoras al 2025.

Criterios/indicadores:

- Número de acciones implementadas.

9-c) Desarrollar investigación, monitoreo y manejo de especies de hongos, a partir de proyectos y programas que permitan la actualización, gestión y divulgación.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Documento de inventario actualizado.
- Programas y estrategias ejecutadas.

9-d) Fortalecer la coordinación interinstitucional y de cooperación internacional de programas de prevención y control efectivo de especies fúngicas exóticas invasoras.

Criterios/indicadores:

- Convenios de cooperación logrados.
- Propuestas de proyectos realizados.
- Notificaciones de acciones de gestión elaboradas.
- Programas de control establecidos.

Meta 10: Se han reducido las múltiples presiones antropogénicas sobre los arrecifes de coral, pastos marinos, manglares y playas, vulnerables al cambio climático.

Responde a la Meta de Aichi 10: Para 2015, se habrán reducido al mínimo las múltiples presiones antropógenas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento.

Acciones:

10-a) Contemplar la información de los hongos en el régimen de manejo integrado costero.

Criterios/indicadores:

- Contemplar la información de los hongos.

Objetivo C: Promover la conservación de ecosistemas, hábitat, especies y genes.

Meta 11: Se logra conservar el 20% de las zonas terrestres y el 27% de las zonas marinas y costeras, de importancia para la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos, por áreas protegidas ecológicamente representativas, administradas de manera eficaz y equitativa u otras formas de conservación eficaces, basadas en áreas, bien conectadas e integradas en amplios paisajes terrestres y marinos.

Responde a la Meta de Aichi 11: Para 2020, al menos el 17% de las zonas terrestres y de las aguas interiores y el 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente las que revisten particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se habrán conservado por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados, y de otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y estas estarán integradas a los paisajes terrestres y marinos más amplios.

Acciones:

11-a) Incluir la información de los hongos en la fundamentación para la aprobación legal de 70 áreas protegidas de significación nacional y 63 áreas protegidas de significación local.

Criterios/indicadores:

- Entregada la información sobre los hongos.

11-b) Incrementar las especies de hongos autóctonos y amenazados en 2%:

Criterios/indicadores:

- Representatividad (%) de especies de hongos autóctonos y amenazados en el SNAP.

Meta 12: Se mejora o mantiene el estado de conservación de las especies identificadas con categoría de amenaza.

Responde a la Meta de Aichi 12: Para 2020, se habrá evitado la extinción de especies amenazadas identificadas y se habrá mejorado y sostenido su estado de conservación, especialmente el de las especies en mayor disminución.

Acciones:

12-a) Evaluar el estado de conservación del 10% de especies de la micobiota cubana.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Número de especies evaluadas y categorizadas.
- Publicación de listas o libros rojos de especies de la micobiota.

12-b) Propiciar la conservación *in situ* y *ex situ* de especies fúngicas con categorías de amenaza.

Criterios/indicadores:

- Especies conservadas

Meta 13: Se mantiene y salvaguarda la diversidad genética de las especies autóctonas y las de valor socioeconómico.

Responde a la Meta de Aichi 13: Para 2020, se habrá mantenido la diversidad genética de las especies vegetales cultivadas y de los animales de granja y domesticados y de las especies silvestres emparentadas, incluidas otras especies de valor socioeconómico y cultural, y se habrán desarrollado y puesto en práctica estrategias para reducir al mínimo la erosión genética y para salvaguardar su diversidad genética.

Acciones:

13-a) Conservar hasta el 10% *ex situ* y hasta el 20% *in situ* de la diversidad genética de las especies de hongos útiles para la alimentación y la agricultura.

Criterios/indicadores:

- Porcentaje de especies de hongos útiles para la alimentación y la agricultura conservadas *ex situ*.
- Porcentaje de especies de hongos útiles para la alimentación y la agricultura conservadas *in situ*.

13-b) Asegurar que un 10% de la diversidad genética de las especies de hongos autóctonas se encuentre conservada *in situ*.

Criterios/indicadores:

- Porcentaje de la diversidad biológica autóctona conservada *in situ*.

13-c) Organizar la gestión de los recursos genéticos fúngicos dispersos en diferentes entidades del país.

Criterios/indicadores:

- Inventario nacional de los recursos genéticos fúngicos actualizado.

13-d) Fomentar la conservación y uso de la diversidad fúngica en los programas de desarrollo agrícola del país.

Criterios/indicadores:

- Incluida la conservación y uso de la diversidad fúngica en los programas de desarrollo agrícola.

Objetivo D: Favorecer la restauración y conservación de los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales para todos.

Meta 14: Se disminuye la degradación de hábitats, ecosistemas y paisajes, mediante la restauración/rehabilitación de ecosistemas, la reducción de la fragmentación, el incremento de la resiliencia, el mejoramiento de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos y la adaptación y mitigación del cambio climático.

Responde a la Meta de Aichi 5: Para 2020, se habrá reducido por lo menos a la mitad y, donde resulte factible, se habrá reducido hasta un valor cercano a cero, el ritmo de pérdida de todos los hábitats naturales, incluidos los bosques, y se habrá reducido de manera significativa la degradación y fragmentación, la Meta 14: Para 2020, se habrán restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar, tomando en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas y locales y las personas pobres y vulnerables, y la Meta 15: Para 2020, se habrá incrementado la capacidad de recuperación de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos el 15% de los ecosistemas degradados, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Acciones:

14-a) Usar especies de hongos en la restauración/rehabilitación de ecosistemas para disminuir la degradación de hábitats, ecosistemas y paisajes.

Criterios/indicadores:

- Cantidad de especies nativas usadas en la restauración/rehabilitación.

Meta 15: Garantizado el acceso adecuado a los recursos genéticos fúngicos y distribución de los beneficios acorde con el Protocolo de Nagoya.

Responde a la Meta de Aichi 16: Para 2015, el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización estará en vigor y en funcionamiento, conforme a la legislación nacional.

Acciones:

15-a) Cumplir con los mecanismos y procedimientos que garantizan el acceso al recurso genético fúngico para fines de investigación básica y/o comercial.

Criterios/indicadores:

- Cumplimiento de los procedimientos a nivel nacional.

15-b) Cumplir con los contratos de acceso y distribución de los beneficios y el consentimiento fundamentado previo para el acceso a la diversidad fúngica en investigación básica y con fines comerciales.

Criterios/indicadores:

- Cumplimiento de al menos el 50% de los contratos.

Objetivo E: Mejorar las capacidades nacionales para la implementación del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Meta 16: Se aprueba el Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB) 2016-2020 y se pone en práctica el mecanismo participativo de seguimiento y control.

Responde a la Meta de Aichi 17: Para 2015, cada Parte habrá elaborado, adoptado como un instrumento de política, y comenzado a poner en práctica una estrategia y un plan de acción nacionales en materia de diversidad biológica eficaces, participativos y actualizados.

Acciones:

16-a) Conciliar las acciones de la Estrategia de diversidad fúngica en Cuba con el Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB).

Criterios/indicadores:

- Conciliado Plan de acción con el PNDB.

16-b) Diseñar un mecanismo participativo de seguimiento y control de las acciones de la Estrategia de diversidad fúngica en Cuba.

Criterios/indicadores:

- Aprobado el mecanismo participativo de seguimiento y control de las acciones de la Estrategia de diversidad fúngica en Cuba.
- Cumplidas al menos el 50% de las acciones y metas de la Estrategia de diversidad fúngica en Cuba en el 2025.

16-c) Participar en el sistema de monitoreo ambiental sobre la diversidad biológica.

Criterios/indicadores:

- Sistema de monitoreo sobre la diversidad fúngica implementado.

16-d) Contribuir con la información de los hongos al Informe nacional al Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Identificados los indicadores fúngicos del informe nacional.

Meta 17: Se ha avanzado en el fomento de los recursos humanos que apoyen la aplicación del PNDB.

Responde a la Meta de Aichi 17: Para 2015, cada Parte habrá elaborado, adoptado como un instrumento de política, y comenzado a poner en práctica una estrategia y un plan de acción nacionales en materia de diversidad biológica eficaces, participativos y actualizados.

Acciones:

17-a) Gestionar que los planes y programas del Sistema Nacional de Educación aseguren la formación de capacidades relacionadas con la Estrategia de conservación de la diversidad fúngica en Cuba.

Criterios/indicadores:

- Perfeccionado el perfil de egresados en especialidades relacionadas con la Estrategia.

17-b) Incrementar la formación de profesionales y/o técnicos en especialidades que garanticen la Implementación de la Estrategia de conservación de la diversidad fúngica en Cuba.

Criterios/indicadores:

- Número de profesionales y/o técnicos formados en especialidades que garanticen la implementación de la Estrategia.

17-c) Fomentar la especialización de recursos humanos hacia prioridades identificadas en la Estrategia de conservación de la diversidad fúngica en Cuba.

Criterios/indicadores:

- Incrementada la formación especializada de recursos humanos en las prioridades identificadas en la Estrategia (maestros y doctores en ciencias, otras especializaciones de postgrado).

17-d) Adecuar los planes y programas de formación de los centros autorizados para impartir educación postgraduada que garanticen el cumplimiento e implementación de la Estrategia de conservación de la diversidad fúngica en Cuba.

Criterios/indicadores:

- Adecuados los planes y programas de educación postgraduada.

Meta 18: Se ha avanzado, compartido, transferido y aplicado el conocimiento, la base científica y las tecnologías en apoyo al PNDB.

Responde a la Meta de Aichi 19: Para 2020, se habrá avanzado en los conocimientos, la base científica y las tecnologías relativas a la diversidad biológica, sus valores y funcionamiento, su estado y tendencias y las consecuencias de su pérdida, y tales conocimientos y tecnologías serán ampliamente compartidos, transferidos y aplicados.

Acciones:

18-a) Priorizar investigaciones sobre la diversidad fúngica en temáticas identificadas con vacíos o escasa información en taxonomía, ecología, biología de la conservación, biología molecular y bioindicadores.

Criterios/indicadores:

- Incorporadas las temáticas como objetivos de proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

18-b) Generar nuevos conocimientos e introducir técnicas específicas que permitan incrementar la conservación y uso racional de la diversidad fúngica.

Criterios/indicadores:

- Resultados obtenidos sobre la diversidad fúngica que permitan su conservación y uso sostenible mediante proyectos certificados, publicaciones científicas y otras salidas.

18-c) Dar especial atención, en los proyectos I+D e Innovación, a ecosistemas priorizados por el valor de su diversidad fúngica, grado de amenaza y vulnerabilidad; así como para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Proyectos I+D e Innovación que abordan ecosistemas priorizados.

18-d) Incorporar las especies fúngicas a las metodologías para la restauración y/o rehabilitación de ecosistemas y paisajes priorizados.

Criterios/indicadores:

- Metodologías desarrolladas para la restauración y/o rehabilitación de ecosistemas y paisajes que contemplen especies fúngicas.

18-e) Desarrollar indicadores fúngicos y ecotecnologías dirigidas a la aplicación de la micorremediación y al tratamiento de los principales contaminantes.

Criterios/indicadores:

- Indicadores fúngicos y ecotecnologías aplicadas a la micorremediación y tratamiento de contaminantes.

Meta 19: Establecidos los instrumentos jurídicos y los procedimientos para la protección de los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales de las comunidades locales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.

Responde a la Meta de Aichi 18: Para 2020, se respetarán los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales de las comunidades indígenas y locales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, así como su uso consuetudinario de los recursos biológicos. Este respeto estará sujeto a la legislación nacional y a las obligaciones internacionales pertinentes y se integrará plenamente y estará reflejado en la aplicación del Convenio a través de la participación plena y efectiva de las comunidades indígenas y locales en todos los niveles pertinentes.

Acciones:

19-a) Elaborar e implementar las disposiciones normativas/jurídicas que garanticen la protección de los conocimientos sobre los hongos, prácticas e innovaciones en las comunidades locales.

Criterios/indicadores:

- Normativa jurídica sobre la protección y uso de los conocimientos de la diversidad biológica donde se identifican los hongos y sus especificidades.

19-b) Elaborar un programa de trabajo para la conservación y protección de los conocimientos de los hongos con amplia participación de las formas no estatales de producción que hacen uso de las prácticas e innovaciones a partir de especies fúngicas.

Criterios/indicadores:

- Programa de trabajo elaborado.

Meta 20: Se ha logrado la movilización de recursos financieros provenientes de todas las fuentes para aplicar de manera efectiva el Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB) 2016-2020.

Responde a la Meta de Aichi 20: Para 2020, a más tardar, debería aumentar de manera sustancial, en relación con los niveles actuales, la movilización de recursos financieros para aplicar de manera efectiva el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, provenientes de todas las fuentes y conforme al proceso refundido y convenido en la Estrategia para la movilización de recursos. Esta meta estará sujeta a cambios según las evaluaciones de recursos necesarios que las Partes hayan llevado a cabo y presentado en sus informes.

Acciones:

20-a) Movilizar recursos financieros para la implementación de la Estrategia de conservación, de la diversidad fúngica en Cuba, en correspondencia con el Programa Nacional sobre la Diversidad Biológica (PNDB), que considere fondos internacionales, mecanismos de redistribución de fondos y otros instrumentos económicos.

Mena-Portales *et al.*: Actualización del Plan de Acción de la Estrategia Fúngica

Criterios/indicadores:

- Acciones implementadas para la movilización de recursos financieros.

20-b) Utilización efectiva de los mecanismos financieros nacionales para la implementación de la Estrategia de conservación de la diversidad fúngica en Cuba.

Criterios/indicadores:

- Financiamiento aprobado y ejecutado.
- Presupuesto aprobado por año.
- Proyectos y monto de financiamiento.

20-c) Identificar nuevos mecanismos de financiamiento

Criterios/indicadores:

- Nuevos mecanismos de financiamiento.