S

联合国粮食及农业组织 Food and Agriculture Organization of the United Nations Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة

COMISIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

Tema 4.2 del programa provisional

GRUPO DE TRABAJO TÉCNICO INTERGUBERNAMENTAL SOBRE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

12.ª reunión

Roma, 10-12 de diciembre de 2024

APLICACIÓN DE LAS NORMAS PARA BANCOS DE GERMOPLASMA DE RECURSOS FITOGENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA: GUÍAS PRÁCTICAS PARA 1) LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES PRODUCTORAS DE SEMILLAS NO ORTODOXAS EN BANCOS DE GERMOPLASMA Y 2) LA CONSERVACIÓN MEDIANTE CRIOCONSERVACIÓN

ÍNDICE

Párrafos

I. Introducción 1-2

II. Antecedentes 3-6

III. Conservación de especies productoras de semillas no ortodoxas en bancos de germoplasma 7-11

IV. Conservación mediante criopreservación 12-16

V. Orientación que se solicita 17

Los documentos pueden consultarse en el sitio www.fao.org.

NQ563/s

I. INTRODUCCIÓN

1. La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura, en su 19.ª reunión ordinaria, acogió con satisfacción la finalización y publicación de las tres guías prácticas elaboradas por la FAO para facilitar la puesta en práctica de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura[1]. Tomando nota de la labor en curso sobre otras dos guías prácticas, que abordaban la conservación mediante criopreservación y la conservación de especies que producen semillas recalcitrantes en bancos de germoplasma, la Comisión recomendó que se convocara una consulta de expertos por medios virtuales sobre estas guías y se siguiera perfeccionándolas, teniendo en cuenta las observaciones recibidas, a efectos de su consideración por el Grupo de trabajo en su siguiente reunión[2].

2. En el presente documento se reseñan brevemente dos proyectos de guías prácticas recientemente elaborados, a efectos de su consideración por el Grupo de trabajo. Los dos proyectos de guías prácticas se presentan en los documentos *Draft Practical Guides for the Application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation in genebanks of species producing non-orthodox seeds* (Proyecto de guías prácticas para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Conservación de especies productoras de semillas no ortodoxas en bancos de germoplasma)[3] y *Draft Practical Guides for the Application of the Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture: Conservation through cryopreservation* (Proyecto de guías prácticas para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Conservación mediante criopreservación)[4].

II. ANTECEDENTES

3. La Comisión, en su 14.ª reunión ordinaria, aprobó las Normas para bancos de germoplasma[5], elaboradas bajo la dirección de la Comisión[6]. Las Normas para bancos de germoplasma proporcionan orientación en relación con la conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFGAA) en bancos de semillas, en bancos de germoplasma de campo, en cultivos *in vitro* y mediante la crioconservación o criopreservación. Las Normas para bancos de germoplasma constituyen un importante instrumento para la aplicación tanto del *Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*[7] como del *Segundo Plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*[8].

4. En su 17.ª reunión ordinaria, la Comisión pidió a la FAO que elaborara unas guías prácticas sobre el uso de las Normas para bancos de germoplasma[9]. En respuesta a esta petición, la FAO, en consulta con el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos y expertos técnicos, inició la elaboración de guías prácticas con miras a la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma.

---

[1] FAO. 2022. *Guía práctica para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Conservación de semillas ortodoxas en bancos de germoplasma de semillas*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma. https://doi.org/10.4060/cc0021es; FAO. 2022. *Guía práctica para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Conservación en bancos de germoplasma de campo*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma. https://doi.org/10.4060/cc0023es; FAO. 2022. *Guía práctica para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Conservación mediante cultivo* in vitro. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma. https://doi.org/10.4060/cc0025es.

[2] CGRFA-19/23/Report, párr. 52.

[3] CGRFA/WG-PGR-12/24/4.2/Inf.1.

[4] CGRFA/WG-PGR-12/24/4.2/Inf.2.

[5] FAO. 2014. *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Edición revisada. Roma.
Disponible en el siguiente enlace: www.fao.org/3/a-i3704s.pdf

[6] CGRFA-14/13/Report, párr. 102.

[7] www.fao.org/plant-treaty/es/

[8] http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/seeds-pgr/gpa/es/.

[9] CGRFA-17/19/Informe, párr. 65.

En su 18.ª reunión ordinaria, la Comisión tomó nota de tres guías prácticas que abordaban la conservación de semillas ortodoxas en bancos de germoplasma de semillas; la conservación en bancos de germoplasma de campo, y la conservación mediante el cultivo *in vitro*. Asimismo, la Comisión solicitó a la FAO que siguiera elaborando otras guías prácticas, en particular sobre la conservación de especies productoras de semillas recalcitrantes en bancos de germoplasma y sobre la crioconservación[10].

5. Estas guías prácticas tienen como finalidad presentar la información que figura en las Normas para bancos de germoplasma en un formato más fácil de utilizar que detalle los diferentes pasos del flujo de trabajo de un banco de germoplasma de forma secuencial, facilitando así una aplicación más amplia de dichas normas. Las guías prácticas se sustentan en los principios fundamentales de la gestión de todos los bancos de germoplasma[11], que se exponen en el Capítulo 2 de las Normas para bancos de germoplasma. Los bancos de germoplasma pueden emplear las actividades descritas en estas guías como base para elaborar procedimientos normalizados de trabajo y sistemas de gestión de calidad para conservar las colecciones de germoplasma, definiendo en detalle la forma en que se lleva a cabo cada actividad.

6. Los dos nuevos proyectos de guías prácticas se han elaborado en colaboración con más de 20 expertos técnicos. En octubre de 2024 se celebraron consultas de expertos por medios virtuales, que reunieron a participantes en representación de todas las regiones de la FAO y de institutos nacionales de investigación, jardines botánicos, el mundo académico, el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), el Fondo Mundial para la Diversidad de Cultivos y la Secretaría del Tratado Internacional.

III. CONSERVACIÓN DE ESPECIES PRODUCTORAS DE SEMILLAS NO ORTODOXAS EN BANCOS DE GERMOPLASMA

7. La mayoría de las especies vegetales, incluidos muchos de los cultivos alimentarios más importantes, producen semillas ortodoxas que pueden secarse hasta alcanzar un bajo contenido de humedad y almacenarse a bajas temperaturas. Reducir el contenido de humedad de las semillas y la temperatura de almacenamiento prolonga la vida útil de las semillas ortodoxas. Entre las especies que producen semillas ortodoxas, y que por tanto pueden conservarse en bancos de germoplasma convencionales, se encuentran los cereales, las leguminosas de grano, los forrajes, la mayoría de las hortalizas y algunas frutas. La mayoría de los parientes silvestres de estos cultivos también producen semillas ortodoxas. Algunos cultivos que suelen propagarse vegetativamente, como la patata, también producen semillas verdaderas que son ortodoxas.

8. Sin embargo, una pequeña proporción de especies produce semillas que no pueden calificarse como ortodoxas. Esto puede deberse a que:

i) no toleran el secado por debajo de un determinado contenido de humedad (del 3 % al 7 % del peso en fresco) y el almacenamiento a baja temperatura (<0 °C), en cuyo caso las semillas se califican como recalcitrantes; o bien

ii) solo toleran el secado parcial (hasta el 10 %–12 % de contenido de humedad) o muestran una respuesta anómala a la temperatura, en cuyo caso las semillas se consideran como intermedias.

9. Es importante señalar que también hay algunas especies que producen semillas que son ortodoxas en el sentido de que toleran un bajo contenido de humedad y el almacenamiento a <0 °C, pero que pueden calificarse de “intermedias”, ya que su longevidad es muy corta (como máximo, unos pocos años) en las condiciones convencionales de los bancos de germoplasma ortodoxos. Aunque en el presente documento no se tratan con detalle las especies que producen semillas ortodoxas poco

[10] CGRFA-18/21/Report, párr. 100.

[11] Entre los principios fundamentales de la gestión de los bancos de germoplasma figuran los siguientes: la identificación de accesiones; el mantenimiento de la viabilidad; el mantenimiento de la integridad genética durante el almacenamiento y la regeneración; el mantenimiento de la sanidad del germoplasma; la seguridad física de las colecciones; la disponibilidad, la distribución y el uso del germoplasma; la disponibilidad de información y la gestión proactiva.

longevas, cabe decir que estas especies, al igual que las que producen semillas intermedias o recalcitrantes, serían candidatas a métodos alternativos de conservación *ex situ* (en bancos de germoplasma de campo, en cultivos *in vitro* o en almacenamiento criogénico).

10. En el caso de algunas especies, no se ha documentado el comportamiento de las semillas en condiciones de almacenamiento. Se estima que, en general, el 92 % de las especies de angiospermas producen semillas ortodoxas. También debe tenerse en cuenta que el comportamiento de las semillas recalcitrantes en condiciones de almacenamiento únicamente se ha documentado para algunas familias de plantas. No obstante, en el caso de que se reciban o recojan semillas de especies cuyo comportamiento en condiciones de almacenamiento no esté documentado y se presuma que sea no ortodoxo, se alienta al banco de germoplasma a que lleve a cabo la investigación pertinente para caracterizar el comportamiento de estas semillas en condiciones de almacenamiento[12]. Con independencia de que se conozca o no el comportamiento en condiciones de almacenamiento, puede ser útil o necesario mantener algunas semillas en condiciones de almacenamiento hidratado. Se trata de condiciones en las que las semillas no absorben ni pierden humedad, es decir, ni se empapan ni se secan.

11. El proyecto de guías prácticas para la conservación de especies productoras de semillas no ortodoxas está estructurado para armonizarse con las secciones pertinentes del Capítulo 6 de las Normas para bancos de germoplasma[13] y establecer vínculos con las guías prácticas publicadas anteriormente a fin de evitar duplicaciones[14] . En el proyecto de guías prácticas se proporciona información detallada sobre las medidas y mejores prácticas para la adquisición de germoplasma; el almacenamiento a corto plazo, en condiciones húmedas, de semillas recalcitrantes; el almacenamiento a corto y medio plazo de semillas intermedias; las pruebas para semillas cuyo comportamiento en condiciones de almacenamiento resulte desconocido y se presuma que sea no ortodoxo; la preparación del material para la conservación a largo plazo; la documentación; la distribución de semillas intermedias, la duplicación de seguridad, y el personal y la seguridad. Cada sección está apoyada por un esquema resumen de los pasos en orden secuencial. Además, se examinan las infraestructuras y equipos propuestos para diseñar o modificar las instalaciones de un banco de germoplasma de semillas a fin de conservar semillas no ortodoxas. En la sección final se hace referencia a la bibliografía y se ofrece orientación adicional y antecedentes técnicos sobre la conservación de especies productoras de semillas recalcitrantes. En un anexo se determinan los posibles riesgos asociados con las diferentes operaciones de los bancos de germoplasma y se proponen medidas para afrontarlos.

IV. CONSERVACIÓN MEDIANTE CRIOPRESERVACIÓN

12. Los recursos fitogenéticos crioconservados, almacenados en estado vivo a temperaturas de nitrógeno líquido, pueden permanecer viables durante decenios sin necesidad de regeneración. En numerosos bancos de germoplasma se han desarrollado e implantado tecnologías de criopreservación para conservar materiales (en particular destinados a copias de seguridad) cuya replicación sería costosa en otras formas, tales como duplicados en condiciones de campo, en invernaderos o cubiertas, o en cultivos *in vitro*.

---

[12] Véase la sección 5.

[13] Capítulo 6: Normas para bancos de germoplasma de cultivo *in vitro* y criopreservación. En el *Proyecto de guías prácticas para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Conservación de especies productoras de semillas no ortodoxas en bancos de germoplasma* no se proporcionan detalles sobre el cultivo *in vitro* ni sobre la criopreservación.

[14] FAO. 2022. *Guía práctica para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Conservación de semillas ortodoxas en bancos de germoplasma de semillas*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma. https://doi.org/10.4060/cc0021es; FAO. 2022. *Guía práctica para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Conservación en bancos de germoplasma de campo*. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma. https://doi.org/10.4060/cc0023es; FAO. 2022. *Guía práctica para la aplicación de las Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Conservación mediante cultivo* in vitro. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma. https://doi.org/10.4060/cc0025es

13. El almacenamiento de materiales en tanques criogénicos refrigerados con nitrógeno líquido no es el método de almacenamiento más rentable para las semillas ortodoxas convencionales, que sobreviven durante décadas o incluso siglos en congeladores a –18 ºC[15]. No obstante, la criopreservación puede resultar especialmente beneficiosa para determinados tipos de propágulos que no pueden almacenarse con éxito en condiciones de secado o congelación. Aunque introducir los materiales en instalaciones de criopreservación puede ser laborioso y caro, el costo anual de conservarlos en nitrógeno líquido suele ser mucho menor que el costo de mantener colecciones duplicadas de plantas en condiciones de campo, en invernaderos o cubiertas y en cultivos *in vitro*, o de regenerar semillas con frecuencia debido a su corta vida en almacén.

14. Los bancos de germoplasma que aplican tecnologías de crioconservación para proteger sus colecciones suelen tener un único centro dedicado a las actividades de criopreservación, en lugar de establecer instalaciones específicas en múltiples ubicaciones dispersas. Este sistema exige mantener una meticulosa coordinación entre los distintos bancos de germoplasma.

15. Algunos bancos de germoplasma confían en la crioconservación como método preferido para almacenar copias de seguridad de colecciones que se preservan de otra forma; no obstante, si los materiales se pierden en los sitios activos, la copia de seguridad crioconservada puede ser la única muestra que quede disponible. Otros bancos de germoplasma pueden adoptar la estrategia de utilizar únicamente nitrógeno líquido para conservar las accesiones de algunas colecciones. Este es particularmente el caso de algunas colecciones de semillas recalcitrantes e intermedias para las cuales tal vez no existan colecciones de campo correspondientes en la red de bancos de germoplasma.

16. El proyecto de guías prácticas para la conservación mediante criopreservación está estructurado de forma similar para armonizarse, en la medida de lo posible, con el Capítulo 6 de las Normas para bancos de germoplasma[16] y hace referencia a secciones de las guías prácticas publicadas anteriormente, a fin de evitar duplicaciones[17]. En el documento se proporcionan consideraciones clave para la crioconservación, así como información detallada sobre las medidas y mejores prácticas para la adquisición de germoplasma; la criopreservación de diversos tipos de propágulos; el almacenamiento a largo plazo en nitrógeno líquido; la evaluación de la viabilidad o rebrote; el seguimiento de los propágulos crioconservados; la regeneración o sustitución de inventarios en crioconservación; la evaluación de la calidad posterior a la criopreservación; la documentación; la devolución de materiales a las colecciones activas o el envío de copias de seguridad a los bancos de germoplasma originales; la duplicación de seguridad de las muestras crioconservadas, y el personal y la seguridad. Para cada uno de estos temas se ofrecen esquemas resumen en los que se describen cada uno de los pasos secuenciales necesarios al operar una instalación de criopreservación. Además, en el proyecto de guías prácticas se sugieren infraestructuras y equipos para diseñar o modificar las instalaciones de criopreservación. La sección final comprende una lista de referencias para proporcionar orientación y antecedentes técnicos sobre las operaciones y la gestión relacionadas con la criopreservación. En un anexo se determinan los posibles riesgos asociados con las diversas operaciones de los bancos de germoplasma y se proponen medidas preventivas.

V. ORIENTACIÓN QUE SE SOLICITA

17. El Grupo de trabajo tal vez desee examinar y, en su caso, revisar los proyectos de guías prácticas para la conservación de especies productoras de semillas no ortodoxas en bancos de germoplasma y para la conservación mediante criopreservación, y recomendar su publicación y difusión.

[15] La conservación de semillas ortodoxas o intermedias mediante criopreservación se lleva a cabo cuando las semillas no son longevas en condiciones convencionales de almacenamiento frigorífico.
[16] *Ibidem*.
[17] *Ibidem*.