

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN AGRARIA

SUB DIRECCIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA
SUDIRGEB



LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN
DEL BANCO DE GERMOPLASMA
DE LA SUDIRGEB - INIEA

Llermé Ríos Lobo
Fredesvinda Carrillo Castillo
David Velarde Falconí
Rolando Estrada Jiménez

Lima - Perú
Junio 2006

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y EXTENSIÓN AGRARIA, INIEA
DIRECCION DE INVESTIGACIÓN AGRARIA
SUB DIRECCIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y BIOTECNOLOGÍA

Lineamientos para la Gestión del Banco de Germoplasma de la SUDIRGEB - INIEA.

Derechos Reservados

© 2006

Diagramación e Impresión:

Unidad de Medios y Comunicación Técnica

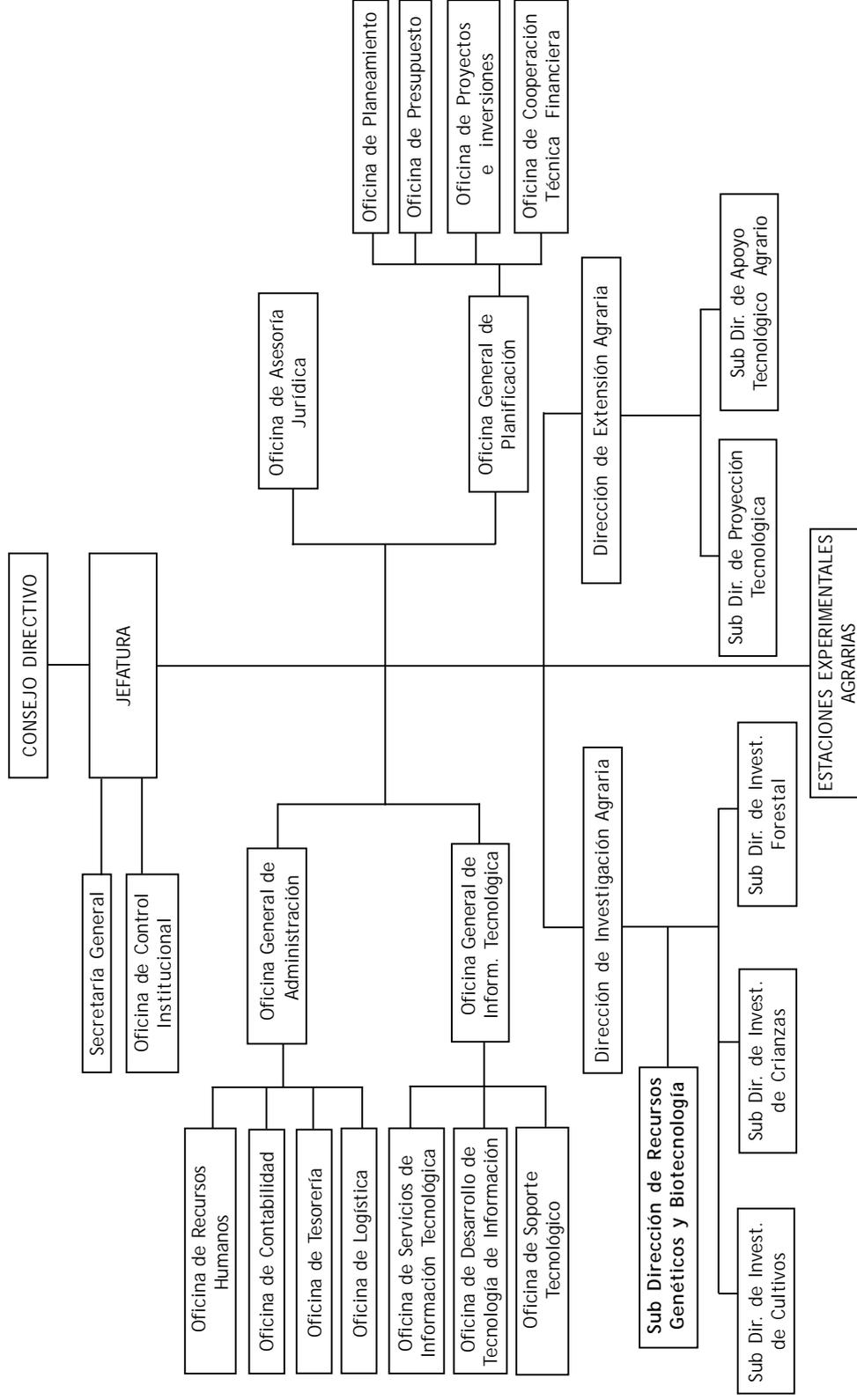
Primera Edición:

Junio, 2006

Tiraje: 150 ejemplares

Av. La Molina N°1981, Lima 12 - Casilla N° 2791 - Lima 1 Telefax: 3495631 / 3495625

ORGANIGRAMA DEL INIEA



Ing. Jorge Chávez Lanfranchi
Jefe del INIEA

Ing. Octavio Brigada Gallegos
Director General de Investigación Agraria

Blgo. Rolando Estrada Jiménez
Director de la Subdirección de Recursos Genéticos y Biotecnología

CONTENIDO

1. Introducción	7
2. El banco de germoplasma como centro de conservación de recursos genéticos	9
3. Propósitos y objetivos del banco de germoplasma	9
4. Organización del banco de germoplasma	9
5. Conservación ex situ de los recursos fitogenéticos	10
5.1 Adquisición del germoplasma	10
5.2 Multiplicación inicial	11
5.3 Alternativas de conservación	12
5.4 Multiplicación y Regeneración	12
5.4.1 Propagación por semilla	13
5.4.2 Propagación vegetativa	14
5.4.3 Acondicionamiento del germoplasma	14
5.4.4 Cuantificación del germoplasma	15
5.4.5 Verificación del estado biológico	15
5.4.6 Verificación de la calidad fitosanitaria	16
5.4.7 Almacenamiento del germoplasma	16
5.5 Caracterización y evaluación	17
5.6 Documentación	19
5.7 Utilización e intercambio de germoplasma	20
6. Revisión de literatura	20
7. Anexos	23
Anexo 1. Glosario de términos	25
Anexo 2. Código internacional de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal	27
Anexo 3. Preparación de expediciones de colecta	39
Anexo 4. Componentes de una estrategia de muestreo y pasos para definirla	43
Anexo 5. Categoría de especies en peligro de extinción	45
Anexo 6. Normas para bancos de genes	47

1. INTRODUCCION

El Banco de Germoplasma de recursos fitogenéticos en el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) tiene su origen en el año 1986, cuando se establece el Servicio Nacional de Recursos Genéticos (SENARGEN), incorporándose orgánicamente al INIEA (en ese entonces INIPA), la función de conservación de los recursos genéticos. Actualmente, el Banco de Germoplasma de recursos fitogenéticos está a cargo de la Sub Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología (SUDIRGEB), de acuerdo al organigrama del INIEA mostrado en la página precedente.

Gran parte del material genético con el que se inician las actividades del Banco de Germoplasma provenían de los Programas Nacionales de Investigación (PNI) de diferentes cultivos (arroz, maíz, leguminosas de grano, cultivos andinos, papa, cereales y cultivos tropicales). Este material genético era resultado de colectas de especies nativas y accesiones introducidas de cultivos foráneos, de interés para las actividades de investigación desarrolladas por los mencionados PNIs.

Sin embargo, uno de los problemas principales de este material inicial es que no contaba con información de procedencia, lo cual ha originado que aproximadamente la mitad del material conservado actualmente por el Banco de Germoplasma de la SUDIRGEB carezca de datos de pasaporte.

Las nuevas colectas de germoplasma realizadas por el personal encargado del Banco de Germoplasma en las diferentes Estaciones Experimentales Agrarias (EEAs) mejoraron de algún modo los datos de procedencia del material colectado, sin embargo, al no existir normas establecidas ni formatos estandarizados de colecta se obtuvieron muchas inconsistencias. Lo mismo ha ocurrido con los demás procedimientos de conservación definidos (conservación, caracterización y distribución).

Por esta razón en el año 2003 se inicia la ejecución del Proyecto PL-480 orientado al fortalecimiento de los bancos de germoplasma mediante el mejoramiento de la infraestructura y equipamiento de la SUDIRGEB, así como la armonización, identificación de duplicados y actualización de la información de recursos fitogenéticos.

Como resultado de la armonización, se ha logrado inventariar las accesiones conservadas en el Banco de Germoplasma de la SUDIRGEB habiéndose actualizado y dado consistencia a los datos de pasaporte. También se han asignado códigos de calidad a los mismos y se han emitido 3 Directivas orientadas a la gestión del procedimiento de adquisición de germoplasma.

Los lineamientos contenidos en el presente documento se han redactado tomando como base principal la publicación de Jaramillo y Baena (2000) y tienen por objetivo estandarizar los procedimientos desarrollados en la gestión del banco de germoplasma de la SUDIRGEB, de modo que sean adoptadas por el personal de esta Sub Dirección, en especial de los Curadores de la Estaciones Experimentales Agrarias, en la medida en que éstos tienen la responsabilidad de conservar el mayor número de accesiones de las Colecciones Nacionales, en condiciones aceptables y seguras, para su utilización sostenible.

LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA SUDIRGEB - INIEA EN EL PERU

Los lineamientos contenidos en el presente documento están referidos al manejo y conservación de las accesiones pertenecientes a las Colecciones Nacionales de recursos fitogenéticos (RFG) que forman parte del Banco de Germoplasma de la Sub Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología (SUDIRGEB) del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) y están dirigidos a fortalecer tanto el manejo y conservación de los RFG como la capacidad creativa y analítica de los Curadores de las colecciones del INIEA.

2. EL BANCO DE GERMOPLASMA COMO CENTRO DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENETICOS

1. La finalidad de la conservación de los RFG es aumentar la diversidad de oferta de alimentos y productos vegetales, para su uso en programas de mejoramiento genético, dirigidos a la obtención de nuevas variedades y líneas vegetales de alto rendimiento y calidad (nutricional, industrial y medicinal) adaptadas a las condiciones bióticas y abióticas adversas.
2. El banco de germoplasma de plantas posee colecciones de material vegetal con objeto de mantenerlas vivas y preservar sus características para el futuro beneficio de la humanidad y del ambiente.
3. En el ámbito económico la conservación de RFG ayuda a las naciones a incrementar la productividad y sostenibilidad de su agricultura. Por ello los países que conserven debidamente sus recursos fitogenéticos podrán enfrentar mejor los retos de desarrollo socioeconómico.

3. PROPÓSITOS Y OBJETIVOS DEL BANCO DE GERMOPLASMA

4. Contribuir a conservar la diversidad de los cultivos nativos y naturalizados del país, mediante la conservación *ex situ*.
5. Promover la estandarización de criterios y procedimientos para la colecta, caracterización, pre-evaluación, conservación, documentación y utilización e intercambio de los RFG.

4. ORGANIZACIÓN DEL BANCO DE GERMOPLASMA

6. Un Banco de germoplasma es una entidad constituida para conservar los recursos fitogenéticos. Almacena muestras de variedades tradicionales, productos de mejoramiento, variedades fuera de uso y especies silvestres.
7. Es prioridad del Instituto contar con personal entrenado y capacitado en manejo y conservación de recursos genéticos mediante Curadores que trabajen en las actividades principales, con personal de apoyo.

8. Los Curadores de las Colecciones Nacionales de Germoplasma deberán tomar acuerdos prácticos de tal manera que se logre intercambiar, definir y sistematizar toda la información para evitar, en la medida de lo posible, la pérdida de material genético.
9. La organización de las actividades de un banco debe estar a cargo de los Curadores de las Colecciones Nacionales, los cuales deberán planificar y desarrollar las actividades de colecta, conservación, caracterización y evaluación, documentación e investigación.
10. Las diferentes actividades de conservación generan un gran número de datos, por lo cual se trabajara estrechamente con la Unidad de Documentación de la SUDIRGEB.

5. CONSERVACIÓN *EX SITU* DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

11. Se entiende por conservación *ex situ* a la conservación de genes y genotipos de plantas fuera de ámbito de ocurrencia natural para uso actual o futuro. La conservación *ex situ* pertenece al importante conjunto de actividades que componen el manejo de los RFG.
12. La conservación *ex situ* abarca un amplio espectro taxonómico. Sirve para proteger desde especies silvestres y formas regresivas hasta especies cultivadas.
13. El germoplasma que se debe conservar *ex situ* son, aquellas especies que logran ser multiplicadas; principalmente materiales de uso agrícola incluyendo especies silvestres y formas regresivas, variedades tradicionales, mejoradas y producto de la biotecnología.
14. La conservación *ex situ* de germoplasma comprende una serie de procedimientos que se inician con la adquisición de material y pueden llegar hasta la utilización del mismo. Estos procedimientos son:
 - a) Adquisición de material genético
 - b) Conservación
 - c) Caracterización y evaluación
 - d) Distribución o intercambio.

Todos estos procedimientos deben estar debidamente documentados.

5.1 Adquisición del material genético

15. El material genético se adquiere por colecta, intercambio o donación, con la finalidad de protegerlo, estudiarlo, mejorarlo, distribuirlo y/o completar una colección existente.
16. Un requisito importante para la adquisición del material genético, es que éste debe ser representativo, genéticamente diferentes a otros ya conservados, libres de fitopatógenos, tener datos de pasaporte y otros documentos de acuerdo al tipo de adquisición.

17. Es conveniente que la transferencia de material genético se realice de acuerdo a la reglamentación internacional que regula el acceso, la transferencia segura, y los derechos y responsabilidades de las partes (ver Anexo 1).

Por lo tanto, el germoplasma que ingresa al banco deberá ser sometido a cuarentena, para garantizar la sanidad de las semillas o propágulos.

18. La adquisición del material genético por intercambio o donación sólo se realizará a través de instituciones y/o investigadores y deberán estar sujeto a la legislación nacional y/o internacional. La transferencia del material se debe hacer efectiva mediante la firma de un Acuerdo de Transferencia de Material Genético (ATMG), en los cuales se estipulan tanto los términos de referencia como la utilización del material.
19. Los convenios para la transferencia de germoplasma deben respetar los tratados sobre acceso a los recursos genéticos que tengan los países involucrados. Como la transferencia de germoplasma implica riesgo fitosanitario, el intercambio o donación se deberá hacer entre instituciones autorizadas y dentro de lo estipulado en el Convenio Internacional de Protección Fitosanitaria.
20. La adquisición mediante exploración y colecta consiste en salir al campo a buscar y recolectar variabilidad genética de especies cultivadas y silvestres que no es posible obtener de bancos de germoplasma, jardines botánicos u otras colecciones (ver Anexos 2 y 3). Las razones para recolectar pueden ser diversas pero las prioridades se establecen con base a las especies de interés y/o en las regiones con una amplia diversidad genética del material deseado (ver Anexo 4).
21. En la colecta de material genético deben utilizarse las fichas de colecta y los procedimientos descritos en la Directiva 01-05 de la SUDIRGEB, aprobada por Resolución Jefatural N° 00140-2005-INIEA del 16 de agosto del 2005.

5.2 Multiplicación inicial

22. La multiplicación inicial es el incremento inicial del germoplasma, el cual se realiza cuando éste no ha sido introducido al banco, se efectúa en época apropiada del cultivo para garantizar muestras suficientes, viables y que mantengan la identidad genética original. El material multiplicado permitirá almacenar, conservar y distribuir las especies objetivo y establecer poblaciones representativas para la caracterización y evaluación. La multiplicación inicial se realizará en muestras obtenidas por donaciones, intercambio y/o colecta, las cuales generalmente son pequeñas y poco viables.
23. El material vegetativo deberá ser multiplicado en campo, invernadero o *in vitro*. En este último caso mediante yemas o meristemas tomados de las muestras originales. Las semillas recalcitrantes e intermedias se siembran en campo o invernadero para obtener plantas completas de las cuales se tomarán yemas o meristemas que se multiplican *in vitro*.

24. Las semillas ortodoxas se pueden multiplicar en campo, de preferencia en invernadero, para evitar recombinación genética y la presencia de plagas y enfermedades. La viabilidad inicial de la muestra servirá de base para monitoreos posteriores.

5.3 Alternativas de conservación

25. El germoplasma se puede conservar bajo tres alternativas:

- a) Conservación del organismo completo en campo
- b) Conservación de semillas en cuartos fríos
- c) En condiciones *in vitro* mediante el cultivo de tejidos.

Asimismo, la alternativa elegida estará supeditada al tipo de reproducción de la especie y la reacción al almacenamiento. Estas características determinarán a su vez las condiciones en que permanecerá viable.

26. Conservación del organismo completo es la conservación en campo, se realiza fundamentalmente en especies sexualmente estériles o que poseen semillas que no pueden ser conservadas durante largos períodos de tiempo. Se emplea también en especies de reproducción vegetativa para el mantenimiento de clones y en aquellas que tardan mucho en producir semilla como el caso de las especies forestales y los árboles frutales en general.
27. Conservación de semillas (semillas "ortodoxas"), es el método más eficiente, económico y seguro para la conservación *ex situ* de la mayoría de las especies, cuyas semillas son capaces de permanecer viables por largo tiempo bajo determinadas condiciones ambientales (ver Anexo 5).
28. Conservación de otros órganos con capacidad de regeneración bajo condiciones *in vitro*, constituye una alternativa para la conservación de órganos, fragmentos de órganos, tejidos o células aisladas. Se deben preferir los ápices y meristemas, para disminuir el riesgo de cambio genético en el material (variación somaclonal).

5.4 Multiplicación y regeneración

29. La multiplicación es el proceso que permite recuperar el tamaño y cantidad de la muestra, ya que ésta puede disminuir por el uso y la distribución del material genético.
30. La regeneración es el proceso mediante el cual se identifican a tiempo aquellas accesiones ya introducidas y registradas en el banco de germoplasma, cuya semilla sexual o asexual necesita ser renovada. El material conservado puede disminuir en calidad (perder viabilidad). Esta reducción es atribuida al tiempo de conservación; por lo cual se procederá a regenerar.

31. El momento óptimo para multiplicar y/o regenerar es cuando las muestras no cuentan con cantidades suficientes y/o no están viables. La decisión proviene luego del monitoreo realizado, la que se rige por normas y procedimientos que precisan la calidad y cantidad del material requerido.
32. La viabilidad del material vegetativo (plantas en campo o *in vitro*) se monitorea observando sistemáticamente la sanidad, el desarrollo y las condiciones en que se ha conservado. Si no satisface algunos de los criterios debe ser regenerado. Si el material conservado es semilla, la viabilidad se monitorea mediante pruebas de germinación. La regeneración en caso de semillas se realizará cuando las pruebas de control de viabilidad (germinación) sea igual o inferior al 85 %.
33. Las especies que no requieren control de polinización, como las de reproducción asexual y las autógamias, se multiplican/regeneran en el campo o en el invernadero. Si se multiplica y regenera en el campo, el germoplasma se siembra en parcelas pequeñas y con poblaciones grandes. Las de reproducción vegetativa se multiplican a partir de muestras estériles como estacas, acodos e injertos.
34. Las especies de reproducción sexual, que necesitan control de la polinización (alógamas), se multiplican y regeneran preferiblemente en invernadero; se puede multiplicar/regenerar en el campo, siempre y cuando el terreno esté aislado y la polinización se controle estrictamente. Si las accesiones son especies silvestres, se pueden multiplicar y regenerar en surcos o parcelas en el campo o invernadero dependiendo de la cantidad de semilla disponible y de los requerimientos de la especie.
35. Una de las actividades de importancia dentro de manejo de germoplasma es la cosecha del material genético; que consiste en la recolección de frutos con semillas o propágulos capaces de generar nuevos individuos. Los procedimientos a seguir están en función del sistema reproductivo de las especies (propagación por semilla o propagación vegetativa).

5.4.1 Propagación por semilla

36. La cosecha de germoplasma que se produce por semilla se realiza una vez que los frutos han alcanzado su madurez fisiológica, es decir cuando las semillas son capaces de germinar e iniciar el desarrollo de nuevas plantas.
37. La cosecha debe ser selectiva y oportuna, no se deben cosechar frutos verdes, dañados ni afectados por enfermedades. De ninguna manera se deben incluir frutos sobremadurados y en proceso de descomposición por microorganismos saprofitos.
38. Las lesiones mecánicas producidas durante la cosecha pueden reducir la viabilidad de las semillas y conducir a la producción de plántulas anormales. Se debe emplear preferiblemente bolsas de papel o tela completamente limpias y bien identificadas. Asimismo, la cosecha de frutos se realizará con un contenido de humedad de 12 -15 %, evitando cosechar materiales atípicos.

5.4.2 Propagación vegetativa

39. Se debe cosechar sólo propágulos viables (porciones de tallo, raíces, tubérculos, bulbos, cormos, estolones, rizomas, raíces tuberosas, yemas, meristemas y ápices), no dañados por insectos o nemátodos ni con síntomas de ataques de patógenos. El tipo de empaque a utilizar (canastillas, mallas y otros) deben estar limpios e identificados.

5.4.3 Acondicionamiento del germoplasma

40. El proceso de acondicionamiento, es quizás una de las labores más delicadas en el manejo de germoplasma para su conservación y requiere especial atención, pues de él depende que los materiales se mantengan viables por largos períodos de tiempo.
41. Las zonas de almacenamiento temporal deben ser ventiladas y limpias para prevenir el daño por insectos, hongos y predadores. Se deberá tomar especial cuidado y evitar el contacto de las semillas con insecticidas o funguicidas; si se usan se deberá tomar medidas preventivas que no dañe el poder germinativo de las semillas. Algunos productos químicos pueden provocar lesiones cromosómicas.
42. Los procedimientos utilizados en el acondicionamiento de material vegetativo va a depender del tipo de propágulo, el cual es específico para cada caso y especie objetivo de conservación; si no se tiene información al respecto se realizará la investigación requerida.
43. Para semillas de frutos secos, el procedimiento incluye: trillado o desgrane de frutos, limpieza por venteo o tamizado, secado bajo sombra (20 °C y 22 % de humedad relativa-HR) y almacenamiento temporal.
44. Pre-limpieza y selección, una vez trilladas las semillas, se requiere limpiarlas para eliminarles la basura, la broza, partes de planta extrañas y semillas de otras especies o de plantas arvenses (generalmente malezas).
45. Para semillas de frutos carnosos, es necesario separar las semillas de la pulpa que las rodea. Las bayas pequeñas de algunas especies son difíciles de procesar debido a su tamaño y a la dificultad de separar las semillas de la pulpa; un método para extraer semillas es usar un mezclador eléctrico, cuando la pulpa se ha separado se remueve y se procede a separar las semillas.
46. Culminados los procesos de pre-limpieza y obtención de semillas, se remitirá al banco de semillas, donde se realizarán los procedimientos de acondicionamiento para su conservación en cámaras frías (5 °C y 22 % HR) y el empaque final en recipientes herméticos o en bolsas de aluminio al vacío; para lo cual, las semillas deben ser secadas, es decir, reducirles su contenido de humedad a un nivel mínimo de actividad metabólica, sin que pierdan viabilidad. Finalmente, las semillas son llevadas al lugar de conservación.

47. Existe una relación entre la longevidad de las semillas, la temperatura de almacenamiento y el contenido de humedad de las semillas. Antes de proceder al secado se debe tener certeza de los procedimientos y grados de desecación que requieren los materiales.
48. El acondicionamiento para material de propagación vegetativa, está en función del tipo de propágulo de la especie, y los procedimientos que se apliquen dependen del manejo establecido para el caso. Los procesos de acondicionamiento de porciones de tallo, raíz, hojas o estructuras especializadas (tubérculos, bulbos, cormos, estolones, rizomas, raíces tuberosas, yemas, meristemas, ápices, etc.); es específico para cada especie objeto de conservación.
49. Aquel material vegetativo que tiene como característica una perecibilidad relativa y cortos periodos de almacenamiento, requiere para su acondicionamiento, de recipientes o empaques que mantengan el germoplasma fresco y protegido de posibles daños mecánicos a las yemas o zonas de crecimiento durante su transporte al lugar de siembra.

5.4.4 Cuantificación del germoplasma

50. La cuantificación es una operación importante y sencilla, se basa en el conteo de semillas y propágulos que existen en el banco de germoplasma, con la finalidad de saber la cantidad de semilla y su disponibilidad.
51. El Curador responsable del banco tendrá la obligación de realizar pruebas periódicas de control de viabilidad, determinar la calidad fitosanitaria, conocer el número de accesiones que serán necesarias para cumplir con los planes de investigación y/o distribución.

5.4.5 Verificación del estado biológico del germoplasma

52. Para conservar germoplasma, una de las condiciones esenciales es que éste sea viable, es decir que esté vivo, y con capacidad para regenerar nuevas plantas con existencia independiente.
53. La verificación del estado biológico o fisiológico del germoplasma, ya sea después del acondicionamiento o durante las pruebas de control de viabilidad durante su conservación, es una de las actividades de control de calidad más importantes para determinar que el germoplasma conservado está viable y se mantenga en buen estado.
54. El indicador utilizado en la determinación de la viabilidad en semillas es la germinación, mediante la cual se expresa el número de plántulas que pueden ser producidas por un número determinado de semillas. Previo a la realización de las pruebas de evaluación de viabilidad, se debe acopiar información relacionada con las características de la especie a las cuales se le va a determinar su estado fisiológico.
55. En el caso de material de propagación vegetativa, la valoración de la viabilidad está determinada por la capacidad de tienen los propágulos a regenerar plantas sanas y vigorosas.

La verificación de la calidad fitosanitaria o del estado fitosanitario del germoplasma se debe realizar durante todas las etapas de manejo del germoplasma, las cuales van desde la introducción, multiplicación, regeneración, acondicionamiento y durante el control de viabilidad, ya que a través de ellas tenemos la seguridad de que el material genético con el que trabajamos se encuentra libre de patógenos o microorganismos.

56. La verificación del estado fisiológico se determina mediante inspecciones periódicas y observaciones con el propósito de determinar la presencia de síntomas de enfermedades y su identificación directa. Si existieran los síntomas o se identificasen enfermedades, se solicitará el apoyo del área de sanidad vegetal para el diagnóstico (análisis fitopatológico) y control del agente causal.

5.4.6 Verificación de la calidad fitosanitaria del germoplasma

57. Está referido al germoplasma libre de patógenos de interés cuarentenario y/o de otros que se encuentren asociados al material de propagación y sean causa de deterioro o representen un factor potencial para ocasionar erosión genética.
58. Se deberán tener en cuenta criterios para la evaluación de la calidad fitosanitaria, tales como el origen del material, toda vez que cada lugar de colecta tiene un nivel de riesgo asociado, en razón de la disponibilidad de información que se tenga acerca de los patógenos y/o las actividades que se realizan en dichos sitios.
59. Inventario de patógenos y su clasificación cuarentenaria, esta información sirve para implementar las medidas de control adecuadas que garanticen la transferencia y manejo seguro del germoplasma.
60. Nivel de riesgo que implica la movilización del germoplasma, los materiales de propagación que se transportan o transfieren, suelen albergar patógenos en sus tejidos, los cuales de forma inadvertida también son acarreados, debiendo pasar por el control cuarentenario.

5.4.7 Almacenamiento del germoplasma

61. Si la especie tiene semilla ortodoxa, podrá conservarse como semilla en cámara fría; si es recalcitrante o intermedia, es conveniente conservarla en campo o *in vitro*.
62. Cuando no se tiene información suficiente sobre la especie de interés, es recomendable hacer investigaciones para clasificar las semillas y determinar su comportamiento.
63. Se recomienda que una "colección base" debe estar representada por un mínimo de 1 000 semillas viables por accesión y una "colección activa" por 3 000 semillas como mínimo por cada accesión (ver Anexo 5). Las especies alógamas o de polinización cruzada deben conservar un número más alto de semillas dependiendo de la especie.
64. Para especies alógamas, cada accesión debe estar establecida en forma aislada y/o con otros cultivos de cortina y cultivos asociados con plantas perennes.

65. Para la conservación de material vegetativo se desinfecta previamente antes de acondicionarlo y sembrarlo en campo, invernadero o *in vitro*. El material vegetativo que se establece en campo debe estar distanciado de tal manera que no se permita la mezcla de material, dependiendo de la especie.
66. Los propágulos que se establezcan *in vitro* deben ser desinfectados, luego se siembran en medios de cultivo y recipientes de vidrio y bajo condiciones controladas.

5.5 Caracterización y evaluación

67. La caracterización y evaluación son actividades complementarias que consisten en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las accesiones de una misma especie para diferenciarlas y determinar su utilidad, estructura, variabilidad genética, relaciones entre ellas y la identificación de genes que estimulen su uso en la producción o en el mejoramiento de cultivos. Ambas actividades requieren exactitud, cuidado y constancia e incluyen un componente importante de registro de datos.
68. Caracterizar germoplasma consiste en describir sistemáticamente las accesiones de una especie a partir de características cualitativas como el hábito de crecimiento, colores y formas. Estas características son consideradas de alta heredabilidad y no varían con el ambiente.
69. La caracterización se realiza en una población representativa de la accesión y mediante una lista de descriptores y los instrumentos para registrarlos.
70. El material a caracterizar se siembra en campo o invernadero, en parcelas debidamente identificadas y en condiciones de manejo uniforme, generalmente sin diseño experimental y con una distribución sistemática de las accesiones.
71. La caracterización se realizará en poblaciones objetivo establecidas y se procederá a caracterizar en las diversas etapas de desarrollo del cultivo; donde se registrará la expresión a partir de un conjunto seleccionado de descriptores.
72. La toma de datos se registra en forma sistemática, ordenada y consistente para facilitar su posterior análisis estadístico y que la información que se obtenga en diferentes localidades a partir de los mismos descriptores sea comparable y compatible.
73. La población que se caracteriza debe representar la variabilidad genética total de la accesión, de manera que permita obtener y registrar las características que posee. Es importante tener en cuenta que la variabilidad en una población representativa contiene por lo menos 95% de los alelos de la accesión.
74. El tamaño de población a caracterizar lo determinará el tipo de reproducción de la especie, pues si es alógama (muy variable) la población deberá ser mayor que si es autógena.
75. Los descriptores son parámetros que nos permiten conocer el germoplasma y determinar su utilidad potencial. Deben ser específicos para cada especie, diferenciar los genotipos y expresar el atributo de manera precisa y uniforme.

76. Se recomienda establecer poblaciones de acuerdo a la especie, como mínimo 10 plantas por accesión y de ellas caracterizar 5 plantas, para que la descripción sea confiable; donde se tomarán los datos de una misma característica varias veces y se usará el promedio como valor real. Las accesiones deberán ser caracterizadas durante 03 campañas para especies anuales y las perennes se caracterizarán de acuerdo a las etapas fenológicas.
77. Los caracteres realmente útiles, son aquellos que se puede detectar a simple vista, registrar fácilmente, con alta heredabilidad, alto valor taxonómico y agronómico y permiten diferenciar una accesión de la otra. Ese conjunto debe constituir la lista de descriptores de la especie.
78. Los datos se toman en el estado de plántula, antes y durante la floración, en la etapa de producción y se complementan con la información de pasaporte previamente registrados durante la colecta o adquisición del material.
79. No todas las características de una planta se expresan con la misma intensidad, especialmente las cuantitativas. Pueden presentar diferentes grados de expresión, que se registran mediante escalas de valor (entre 1 y 9), denominadas estados del descriptor. Tal es el caso de resistencia o susceptibilidad a diferentes tipos de estrés biótico (plagas y enfermedades) y abióticos (sequía, salinidad, acidez o baja fertilidad del suelo).
80. Para la caracterización es necesario utilizar diferentes instrumentos, debido a que las características se expresan de diferente manera. En algunos casos bastará con observar y registrar la presencia o ausencia de una característica (pubescencia, espinas, etc.) y en otros, número de raíces, altura de planta, número de flores, estambres, entre otras. Será necesario contar o medir estructuras utilizando vernier (=pie de rey) y/o reglas de diferentes tamaños y graduaciones. Asimismo, se contará con un registro de datos muy precisos, para lo cual se debe contar con microscopios o estereoscopios, balanzas, medidores de pH, estufas, reactivos químicos e instrumentos de laboratorio. En el caso particular de colores, es fundamental contar con una tabla de colores (Royal Horticultural Society Colour Chart).
81. La evaluación de germoplasma se realiza una vez conocidas las características morfológicas y anatómicas del germoplasma a través de la caracterización; la información para determinar el potencial de uso se amplía con los datos de la evaluación.
82. La evaluación consisten en describir las características agronómicas de las accesiones (rendimiento o resistencia a estrés biótico o abiótico, generalmente cuantitativas, que varían con el ambiente y de baja heredabilidad en el máximo posibles de ambientes), con el fin de identificar accesiones adaptables y con genes útiles para la producción de alimentos y/o mejoramiento genético.
83. En la caracterización y evaluación no es suficiente con registrar y almacenar datos; es preciso analizarlos y ponerlos a disposición de los usuarios. Sin análisis, no habrá conclusiones sobre la utilidad del germoplasma. Los datos obtenidos y analizados deben representar fielmente las características y el comportamiento de las accesiones de manera que permitan diferenciarlas, seleccionarlas y formar grupos según distancias taxonómicas.

84. El análisis de datos puede hacerse mediante métodos simples o complejos que van desde la utilización de gráficos hasta los análisis estadístico como los de variancia, comparación de medias, multivariados, conglomerados y de similitud.
85. Cuando los datos de caracterización y evaluación morfoagronómica no son suficientes para establecer diferencias entre especies o entre accesiones; se podrá recurrir a estudios de genoma, como el cariotipo, el número de cromosomas y el nivel de ploidía. También se podrán realizar estudios con el genoma utilizando marcadores bioquímicos (isoenzimas) y moleculares (microsatélite, RFLP, ADN polimórfico, RAPD y los QTLs). Estas metodologías permiten localizar los genes de interés con mayor exactitud, pero no evalúan el efecto del ambiente en la expresión de esos genes.

5.6 Utilización e intercambio de germoplasma

86. La actividad de suministro de material genético e información, promueve la utilización. El germoplasma se conserva para utilizarlo; el aprovechamiento depende de conocer sus características y utilidad, y mantenerlos viables y disponibles. El germoplasma se puede utilizar directa (uso inmediato) e indirectamente (mejora genética).
87. El germoplasma generalmente se introduce con fines de producción, pero se puede utilizar directamente para restaurar un hábitat o reintroducirlo donde se ha perdido. Esta forma de utilización es conveniente por que se aprovechan materiales con buenas características; pero implica riesgos como la introducción de enfermedades y malezas, la sustitución y/o eliminación de especies nativas y el empobrecimiento genético de las variedades locales.
88. La utilización indirecta consiste en buscar genes silvestres, formas regresivas y variedades tradicionales para introducirlos en otros cultivares, con el fin de obtener materiales con buenas características y fáciles de utilizarl. Esta forma de utilización se conoce como fitomejoramiento y busca incrementar la producción y/o mejorar la calidad de los cultivos. La producción se incrementa mejorando el rendimiento, la eficiencia fisiológica, la adaptación, los caracteres agronómicos e introduciendo resistencia a plagas y enfermedades.
89. El germoplasma será transferido en recipientes adecuados según el tipo de material. Se deberá entregar el material genético junto con la información tales como los datos de pasaporte (si fuera necesario), resultados de caracterización y evaluación. Se incluirá información de germinación y modalidad de reproducción.
90. Se debe considerar el envío de una cantidad suficiente de semillas viables o material vegetativo en óptimas condiciones para que la muestra sea representativa de la accesión.
91. El intercambio de material genético debe realizarse de acuerdo a la reglamentación internacional que regula el acceso, la transferencia segura, y los derechos y responsabilidades de las partes.

92. El intercambio del material genético se realizará a través de instituciones y/o investigadores y deberá estar sujeto a la legislación nacional y/o internacional. La transferencia del material se debe hacer efectiva mediante la firma de un Acuerdo de Transferencia de Material Genético (ATMG), en los cuales se estipulan tanto los términos de referencia como la utilización del material.
93. Se deberá hacer todo lo posible para garantizar la seguridad del germoplasma, mediante controles oportunos de la infraestructura y equipos de conservación; así como, su mantenimiento y seguridad.

5.7 Documentación

94. La documentación es fundamental para conocer el germoplasma y tomar decisiones sobre su manejo; se desarrollan actividades tales como registrar, organizar y analizar los datos de conservación. El valor del germoplasma aumenta a medida que se conocen sus características.
95. Los datos obtenidos durante las diferentes actividades de conservación serán registrados en los formatos que establezca la Unidad de Documentación de la SUDIRGEB.
96. Los datos de pasaporte (identificación del material) y de recolección (características de sitio y ambiente donde se colectó la muestra), se toman en el momento de la colecta. Durante la colecta también se registra **información sobre el conocimiento** que la comunidad local tiene del germoplasma. Incluye características de la especie, como se cultiva, conserva y utiliza el germoplasma.
97. Los datos de caracterización describen los atributos físicos del germoplasma, varían dependiendo de la especie pero en general describen la planta en todas sus etapas de desarrollo y los datos de evaluación describen la planta en función de sus características agronómicas. Permiten determinar la utilidad potencial del germoplasma y seleccionar aquellos genotipos útiles para la producción y mejoramiento de los cultivos.
98. Los datos de manejo surgen de las diferentes actividades propias de la conservación, como la multiplicación preliminar, la determinación y monitoreo de la viabilidad, los ciclos de multiplicación y regeneración, las condiciones de almacenamiento y distribución. Esta información sirve de base para evaluar la eficiencia y efectividad de la conservación.
99. Los datos que se generan durante el proceso de conservación son numerosos y variados. Por su volumen, se deben organizar, registrar, analizar y almacenar en sistemas que faciliten el trabajo. La información original tomada en cuadernos de campo, deberá almacenarse en los formatos electrónicos establecidos por la Unidad de Documentación. Es fundamental que periódicamente **se graben copias de seguridad** en discos compactos para evitar una pérdida definitiva del trabajo realizado.

6. LITERATURA CONSULTADA

1. FAO. 1996. **Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia. 64 p.
2. FAO. 1996. **Informe sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos en el mundo**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia. 75 p.
3. JARAMILLO S. y BAENA M. 2000. **Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos**. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 210 p.
4. MARTIN, M. I. 2002. **Conservación de Recursos Fitogenéticos. Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF)**. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria - INIA España. 9 p.
5. PAINTING k.; PERRY M.; DENNING R. y AYAD W. 1993. **Guía para la documentación de Recursos Fitogenéticos. Un enfoque autodidáctico para la comprensión, análisis y desarrollo de la documentación de los recursos genéticos**. 309 p.
6. REDCAPA. 2004. **Curso multi-institucional a distancia sobre Conservación *Ex Situ* de Recursos Fitogenéticos**. CIAT, IPGRI, Universidad Nacional de Colombia.
7. SEVILLA R. y HOLLE M. 2004. **Recursos genéticos vegetales**. 443 p.
8. VELLOSO Da SILVA M. 2003. **Organización y gestión de los recursos genéticos. Sistema de curaduría de germoplasma**. *En: Workshop Internacional de Curadores de Bancos de Germoplasma*. EMBRAPA Recursos Genéticos y Biotecnología. Brasilia.

4. ANEXOS

ANEXO 1: GLOSARIO DE TERMINOS

1. **Banco de Germoplasma Regional**, es aquel que se establece como una empresa colaborativa entre varios países que pertenecen a una misma región geográfica, con el fin de conservar germoplasma de región y apoyar la investigación sobre plantas.
2. **Banco de Germoplasma Institucional** se establece con el fin de conservar germoplasma que se utiliza en los programas de investigación.
3. **Bancos de Germoplasma Nacional**, se establece como un centro de recursos genéticos nacionales que conserva gran cantidad de muestras distintas de germoplasma de interés actual o potencial para personas que trabajan a nivel nacional en investigación. Un banco de germoplasma Nacional puede ser una empresa de colaboración entre institutos nacionales o bajo la responsabilidad de un instituto que colabora con otros institutos nacionales.

Los bancos de germoplasma se clasifican según el tipo de muestra y el número de especies que conservan, y por el mandato de la institución al cual están adscritos. Por el tipo de muestras, los bancos pueden ser de semilla, de campo (incluyendo jardines botánicos y poblaciones de árboles en un determinado sitio e in vitro según el número de especies se clasifica en mono, oligo y poliespecíficos. Por mandato institucional se clasifica en bancos institucionales, nacionales, regionales e internacionales.

3.1 Por el tipo de muestra

Los bancos de semilla conservan semillas ortodoxas a corto, mediano y largo plazos y en condiciones controladas de humedad y temperatura.

Los bancos de campo conservan especies cuyo almacenamiento en forma de semilla es problemático o poco factible. Incluye los jardines botánicos y poblaciones de árboles que se ubican en un determinado sitio, tradicionalmente se establecen para estudiar las plantas (principalmente especies medicinales) cuyo objetivo es conservar especies raras en peligro de extinción y/o útiles para restaurar ecosistemas.

Los bancos in vitro son colecciones de germoplasma mantenidos en laboratorio en condiciones que permiten reducir o suspender el crecimiento de las muestras. Conservan especies que no se pueden conservar como plantas completas, tejidos (ápices, meristemo y callos) y fragmentos de ADN.

3.2 Según el número de especies

Los bancos mono y oligoespecíficos conservan una o pocas especies respectivamente, a corto y mediano plazo como ejemplo el banco de germoplasma de soya del Programa de Oleaginosa-CORPOICA y de maíz del Programa de Mejoramiento CIMMYT.

Los bancos poliespecíficos se establecen a manera de centro nacional de recursos filogenéticos de un determinado país, con fines de investigación y mejoramiento.

Conserva a largo plazo y distribuyen una amplia gama de especies de interés actual y potencial. Por ejemplo: el banco de germoplasma del INTA que mantiene colecciones de *Arachis* spp; *Linnum usitatissimum*, *Triticum* spp., *Gossypium hirsutum*, *Glycine max*, *Solanum* spp. y *Helianthus* spp.

3.3 Según mandato institucional

Los bancos institucionales, donde únicamente conservan germoplasma utilizado para investigación por el instituto al cual están adscritos.

Los bancos regionales se establecen como empresa colaborativa entre varios países para conservar el germoplasma y apoyar la investigación de una determinada región. (Ej. en América Latina el banco del CATIE en Costa Rica que posee colecciones de varios géneros.

Los bancos ubicados en los Centros internacionales de investigación agrícola, establecidos inicialmente para apoyar programas de mejoramiento, conservan germoplasma de cultivos bajo su mandato y de otros cultivos. Ejemplo Phaseolus, Forrajeras, Manihot en el CIAT y el Zea, Triticum, Hordeum y Secale en el CIMMYT.

4. **Caracterización**, proceso en los que se describen los atributos que permiten conocer sus características para diferenciar las accesiones y determinar su utilidad potencial. Consiste en tomar y analizar un conjunto de datos sobre el germoplasma en diversas etapas de la conservación.
5. **Centros Internacionales**, poseen colecciones sustanciosas de germoplasma, centradas en cultivos específicos denominados cultivo de mandatos. Gran parte del germoplasma se recolecta a nivel mundial en colaboración internacional y se conserva para beneficios de las actividades de recursos genéticos en todo el mundo.
6. **Germinación**, es la reanudación del crecimiento activo del embrión, que resulta en la ruptura de las cubiertas de la semilla y en la emergencia de una nueva planta capaz de existencia independiente.
7. **Viabilidad**, propiedad del germoplasma de estar vivo, que sea capaz de germinar y producir plantas normales y vigorosas, capaces de completar nuevamente su ciclo de vida.
8. **Vigor**, se define como la capacidad que determina el potencial de emergencia rápida y uniforme y el desarrollo de plántulas normales, bajo un amplio rango de condiciones de campo. Entre los factores que influyen en el vigor de las semillas, se tiene: constitución genética, condiciones ambientales y nutrición de la planta madre, estado de madurez en la cosecha, tamaño de la semilla, peso y densidad, integridad física, estado de envejecimiento, deterioro y patógenos.

ANEXO 2

Código Internacional de Conducta para la Recolección y Transferencia de Germoplasma Vegetal

Preámbulo

El Código internacional de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal tiene por objeto promover la recolección racional y la utilización duradera de recursos genéticos, impedir la erosión genética y proteger los intereses tanto de los donantes como de los recolectores de germoplasma. El Código, de carácter voluntario, se ha elaborado en la FAO y lo han negociado sus estados miembros por medio de la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la Organización.

El Código se basa en el principio de la soberanía nacional sobre los recursos fitogenéticos y en él se establecen las normas y principios que han de observar los países e instituciones que se adhieran a él. El Código propone procedimientos de solicitud y concesión de licencias para las misiones de recolección, contiene directrices para los propios recolectores y extiende las responsabilidades y obligaciones a los patrocinadores de las misiones, los encargados de los bancos de genes y los usuarios del material genético. Se hace un llamamiento en pro de la participación de los agricultores y las instituciones locales en las misiones de recolección y se propone que los usuarios del germoplasma compartan los beneficios derivados del uso de los recursos fitogenéticos con el país huésped y sus agricultores.

La función primordial del Código es servir como punto de referencia hasta el momento en el que cada país establezca su propio código o sus normas para la prospección, recolección, conservación, intercambio y utilización de germoplasma.

El Código es plenamente compatible con el Convenio sobre la Diversidad Biológica y con el Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos.

La Conferencia de la FAO aprobó el Código en su 27° período de sesiones, celebrado en noviembre de 1993.

Código Internacional de Conducta para la Recolección y Transferencia de Germoplasma Vegetal

CAPITULO I

Objetivos y definiciones

Artículo 1

Objetivos

El presente Código tiene los objetivos siguientes:

- 1.1 Promover la conservación, recolección y utilización de los recursos fitogenéticos de sus hábitats naturales o sus alrededores, de tal manera que se respeten el medio ambiente y las tradiciones y culturas locales;
- 1.2 Fomentar la participación directa de los agricultores, los científicos y las organizaciones de los países en los que se recoge germoplasma en programas y acciones destinados a la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos;
- 1.3 Evitar la erosión genética y la pérdida permanente de recursos que conlleva la recolección excesiva o incontrolada de germoplasma;
- 1.4 Promover el intercambio sin riesgos de recursos fitogenéticos, así como el intercambio de la información y las tecnologías correspondientes;
- 1.5 Contribuir a asegurar que toda recolección de germoplasma se realice respetando plenamente las leyes nacionales y las costumbres, normas y reglamentos locales;
- 1.6 Establecer normas apropiadas de conducta y definir las obligaciones de los recolectores;
- 1.7 Promover el uso compartido entre los donantes y los usuarios de germoplasma de los beneficios reportados por los recursos fitogenéticos, así como de la información y las tecnologías relacionadas, proponiendo las maneras en que los usuarios podrán ceder una parte de los beneficios a los donantes, teniendo en cuenta los costos inherentes a la conservación y la mejora del germoplasma;
- 1.8 Fomentar el reconocimiento de los derechos y necesidades de los agricultores y las comunidades locales, así como de quienes gestionan los recursos genéticos de plantas silvestres y cultivadas, y en particular promover mecanismos adecuados para:
 - a) Facilitar la compensación de los agricultores y las comunidades locales por su contribución a la conservación y la mejora de los recursos fitogenéticos; y
 - b) Evitar que los beneficios que actualmente obtienen los agricultores y las comunidades locales a partir de esos recursos fitogenéticos se vean mermados por la transferencia o utilización que otros puedan hacer de esos recursos.

Artículo 2

Definiciones

- 2.1 Por “**recolector**” se entiende cualquier persona física o jurídica que recolecta recursos fitogenéticos e información sobre ellos.
- 2.2 Por “**encargado**” se entiende la persona física o jurídica que conserva y administra recursos fitogenéticos y la información correspondiente.
- 2.3 Por “**donante**” se entiende el país o la persona física o jurídica que pone a disposición recursos fitogenéticos para su recolección.
- 2.4 Por “**derechos del agricultor**” se entienden los derechos que provienen de la contribución pasada, presente y futura de los agricultores a la conservación, mejora y disponibilidad de los recursos fitogenéticos, particularmente los de los centros de origen/diversidad. Esos derechos se confieren a la comunidad internacional, como depositaria para las generaciones presente y futuras de agricultores, con el fin de asegurar que dichos agricultores se beneficien plenamente y continúen contribuyendo, y velen por el cumplimiento de los objetivos generales del Compromiso Internacional¹ .
- 2.5 Por “**conservación ex situ**” se entiende la conservación de recursos fitogenéticos fuera de su hábitat natural.
- 2.6 Por “**erosión genética**” se entiende la pérdida de diversidad genética.
- 2.7 Por “**conservación in situ**” se entiende la conservación de recursos fitogenéticos en las zonas en que se han desarrollado naturalmente, y en el caso de las especies o variedades cultivadas, en las inmediaciones de la zona en que han adquirido sus propiedades distintivas.
- 2.8 Por “**recursos fitogenéticos**” se entiende el germoplasma o material genético con valor real o potencial.
- 2.9 Por “**germoplasma vegetal**” o “**material genético**” se entiende el material de reproducción o de propagación vegetativa de las plantas.
- 2.10 Por “**patrocinador**” se entiende una persona física o jurídica que patrocina, financieramente o de otra forma, una misión de recolección de plantas.
- 2.11 Por “**usuario**” se entiende una persona física o jurídica que utiliza recursos fitogenéticos e información relacionada y se beneficia de ellos.

CAPITULO II

Naturaleza y alcance del Código

Artículo 3 Naturaleza del Código

- 3.1 El Código es voluntario
- 3.2 El Código reconoce que los países tienen derechos soberanos sobre los recursos fitogenéticos que se hallan en su territorio y se basa en el principio según el cual la conservación y la disponibilidad constante de los recursos fitogenéticos interesan a toda la humanidad. En la aplicación de estos derechos no se debe limitar indebidamente el acceso a los recursos fitogenéticos.
- 3.3 El Código va dirigido principalmente a los gobiernos. Se invita asimismo a todas las personas físicas y jurídicas pertinentes a cumplir sus disposiciones, en particular las relacionadas con la prospección y la recolección de plantas, las actividades agrícolas y botánicas y las investigaciones sobre la conservación de especies en peligro o del hábitat, los centros de investigación, los jardines Botánicos, la recolección de recursos fitogenéticos silvestres, el sector agroindustrial, plantas de uso farmacéutico inclusive, y el comercio de semillas.
- 3.4 Las disposiciones del Código se aplicarán mediante la intervención colaboradora de los gobiernos, las organizaciones pertinentes y las sociedades profesionales, los recolectores en el campo y sus patrocinadores y los encargados y usuarios del germoplasma vegetal.
- 3.5 Se invita a la FAO y demás organizaciones competentes a promover el cumplimiento del Código.
- 3.6 El Código establece una serie de principios generales que los gobiernos tal vez deseen aprovechar a la hora de elaborar sus reglamentos nacionales o de formular acuerdos bilaterales sobre la recolección de germoplasma.

Artículo 4

Alcance

- 4.1 En el Código se describen las responsabilidades compartidas de los recolectores, los donantes, los patrocinadores, los encargados y los usuarios de germoplasma, a fin de asegurar que la recolección, la transferencia y la utilización de germoplasma vegetal se lleven a cabo con el máximo beneficio para la comunidad internacional y con unos efectos adversos mínimos para la evolución de la diversidad de las plantas cultivadas y del medio ambiente. Si bien la responsabilidad inicial recae en los

recolectores de campo y en sus patrocinadores, las obligaciones deben extenderse a las partes que financian o autorizan la recolección, o bien donan, conservan o utilizan el germoplasma. En el Código se pone de relieve la necesidad de cooperación y de un sentido de reciprocidad entre los donantes, los encargados y los usuarios de recursos fitogenéticos. Los gobiernos deben considerar la posibilidad de adoptar medidas apropiadas para facilitar y promover la observancia del Código por parte de los patrocinadores, recolectores, encargados y usuarios de germoplasma que se hallen bajo su jurisdicción.

- 4.2 En virtud del Código, las autoridades nacionales deberán permitir las actividades de recolección en sus territorios sin dilación. Se reconoce que las autoridades nacionales están facultadas para establecer requisitos y condiciones específicos para los recolectores y patrocinadores, y que los patrocinadores y recolectores están obligados a respetar las leyes nacionales pertinentes, así como los principios del presente Código.
- 4.3 El Código se aplicará dentro del marco del Sistema mundial sobre los recursos fitogenéticos de la FAO, incluido el Compromiso Internacional y sus anexos. A fin de facilitar la permanente disponibilidad del germoplasma para programas de fitomejoramiento en términos equitativos, los gobiernos y los usuarios de germoplasma deberán procurar aplicar en la práctica los principios de los derechos del agricultor.

Artículo 5

Relación con los otros instrumentos jurídicos

- 5.1 El Código se aplicará en armonía con:
 - a) El Convenio sobre la Diversidad Biológica y otros instrumentos jurídicos de protección de la diversidad biológica o de aspectos de la misma;
 - b) La Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) y otros acuerdos que limitan la propagación de las plagas y enfermedades
 - c) Las leyes nacionales del país huésped; y
 - d) Cualesquiera acuerdos entre el recolector, el país huésped, los patrocinadores y el banco de genes donde se almacena el germoplasma.

CAPITULO III

Permisos para los recolectores

Artículo 6

Autoridad competente para la concesión de permisos

- 6.1 Los Estados tienen el derecho soberano, y aceptan la responsabilidad correspondiente, de establecer y aplicar políticas nacionales para la conservación y utilización de sus recursos fitogenéticos y, en este ámbito, deberán establecer un sistema de concesión de permisos a los recolectores.
- 6.2 Los gobiernos determinarán la autoridad competente para la concesión de permisos. Esta autoridad informará a los recolectores, los patrocinadores y los demás organismos acerca de las normas y reglamentos del gobierno en esta materia y de los trámites que han de seguirse para la aprobación, así como de las medidas complementarias que han de adoptarse.

Artículo 7

Solicitud de permisos

A fin de que la autoridad encargada de la concesión de permisos pueda llegar a la decisión de conceder o negar un permiso, los eventuales recolectores y patrocinadores dirigirán a dicha autoridad una solicitud, en la que deberán:

- a) Comprometerse a respetar las leyes nacionales pertinentes;
- b) Demostrar que conocen las especies objeto de recolección, su distribución y métodos de recolección, y que están familiarizados con ellas;
- c) Presentar planes indicativos de la misión de campo, especificando el itinerario provisional, las fechas previstas para la expedición, el tipo de material que va a recogerse, las especies y las cantidades, y los planes para la evaluación, almacenamiento y utilización posteriores del material recolectado; en la medida de lo posible, deberá indicarse el tipo de beneficios que puede esperar obtener el país huésped de la recolección del germoplasma;
- d) Notificar al país huésped el tipo de asistencia que pueda necesitar para facilitar el éxito de la misión;
- e) Indicar, si así lo desea el país huésped, sus planes de cooperación con eruditos, científicos, estudiantes, organizaciones no gubernamentales y otras personas del país que puedan prestar ayuda en la misión de campo o en sus actividades complementarias, u obtener beneficios de su participación;
- f) Presentar, de ser posible, una lista de los encargados nacionales y extranjeros a quienes esté previsto distribuir el germoplasma y la información una vez concluida la misión;
- g) Facilitar los datos personales que pueda solicitar el país huésped.

Artículo 8

Concesión de permisos

La autoridad encargada de la concesión del permiso del país en el que una misión de campo se proponga recolectar recursos fitogenéticos deberá proceder sin dilación a:

- a) Acusar recibo de la solicitud, indicando el tiempo estimado que se necesitará para examinarla;
- b) Comunicar su decisión a los recolectores y patrocinadores de la misión de recolección propuesta. En el caso de una decisión positiva, se establecerán las condiciones de colaboración a la mayor brevedad posible antes de que llegue la misión al país o comience el trabajo de campo. Si se decide prohibir o limitar la misión, de ser posible se comunicarán los motivos de la decisión y, si procede, se dará la oportunidad de modificar la solicitud;
- c) Indicar, cuando proceda, los tipos y las cantidades de germoplasma que pueden recogerse o exportarse o no, así como las que deberán depositar en el país; indicar las zonas y las especies que son objeto de una reglamentación especial;
- d) Informar al solicitante de cualquier restricción para viajar o de las modificaciones de los planes que desee introducir el país huésped;
- e) Dar a conocer cualquier disposición o restricción especial relativa a la distribución o utilización del germoplasma o de los materiales mejorados derivados de él;
- f) Si así lo desea, designar una contraparte nacional para la misión de campo y/o para una colaboración posterior;
- g) Determinar cualquier obligación financiera que deba cumplir el solicitante, incluida la posible participación nacional en el equipo de recolección y otros servicios que hayan de prestarse;
- h) Facilitar al solicitante la información pertinente acerca del país, su política en materia de recursos genéticos, el sistema de ordenación del germoplasma, los procedimientos de cuarentena y todas las leyes y reglamentos al respecto. Se prestará particular atención a la cultura y la sociedad de las zonas por las que hayan de viajar los recolectores.

CAPITULO IV

Responsabilidades de los recolectores

Artículo 9

Antes de la recolección

- 9.1 Al llegar al país huésped, los recolectores deberán familiarizarse con todos los resultados de las investigaciones o los trabajos en curso en el país que puedan tener alguna relación con la misión.

- 9.2 Antes de comenzar la labor de campo, los recolectores y sus colaboradores nacionales mantendrán conversaciones y, en la medida de lo posible, decidirán medidas prácticas sobre: i) las prioridades, metodologías y estrategias de la recolección, ii) la información que se ha de recopilar durante la recolección, iii) las medidas de tratamiento y conservación de las muestras de germoplasma, las muestras de suelo/simbiontes asociadas a ellas y los ejemplares de comprobación, y iv) las disposiciones financieras para la misión.

Artículo 10

Durante la recolección

- 10.1 Los recolectores deberán respetar las costumbres, tradiciones y valores locales y los derechos de propiedad, así como mostrar un sentido de gratitud hacia las comunidades locales, sobre todo si se utilizan los conocimientos locales acerca de las características y el valor del germoplasma. Los recolectores atenderán a sus solicitudes de información, germoplasma o asistencia en la medida de lo posible.
- 10.2 Para no acentuar el riesgo de erosión genética, al obtener el germoplasma no se deben agotar las poblaciones del material de plantación de los agricultores o las especies silvestres ni eliminar una variación genética significativa del acervo génico local.
- 10.3 Al recolectar recursos genéticos cultivados o silvestres, es conveniente informar a los agricultores y las comunidades locales interesados acerca del objetivo de la misión y de la manera y el lugar donde pueden solicitar y obtener muestras del germoplasma recolectado. Si así lo solicitan, se dejarán también en su poder muestras duplicadas.
- 10.4 Siempre que se recolecte germoplasma, el recolector registrará sistemáticamente los datos de pasaporte y describirá con detalle la población vegetal y su diversidad, hábitat y ecología, a fin de permitir a los encargados y usuarios del germoplasma conocer su contexto original.

Para ello se documentarán con el mayor detalle posible los conocimientos locales acerca de los recursos (con observaciones sobre la adaptación ecológica y los métodos y tecnologías locales de preparación y utilización de la planta); las fotografías pueden ser especialmente útiles.

Artículo 11

Después de la recolección

- 11.1 Una vez concluida la misión de campo, los recolectores y sus patrocinadores deberán:
- a) Someter oportunamente a tratamiento para su conservación las muestras de plantas y cualquier simbionte, plaga y patógeno microbiano asociado que pueda haberse recogido; deberán prepararse al mismo tiempo los datos de pasaporte pertinentes;

- b) Depositar duplicados de todas las recolecciones y materiales asociados, así como los registros de toda la información correspondiente, en el país huésped y en poder de otros encargados convenidos;
 - c) Realizar gestiones con los oficiales de cuarentena, y los directores y los encargados de depósitos de semillas para asegurar que las muestras se transfieran con la mayor rapidez posible a un lugar donde las condiciones de viabilidad sean óptimas;
 - d) Obtener, de conformidad con los requisitos de los países importadores, el certificado o certificados fitosanitarios y demás documentación que sean precisos para la transferencia del material recogido;
 - e) Advertir al país huésped y a la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO de cualquier amenaza inminente o signo de erosión genética acelerada en relación con las poblaciones vegetales, y formular recomendaciones para poner remedio a la situación; y
 - f) Preparar un informe conjunto sobre la misión de recolección, indicando los lugares visitados, las identificaciones confirmadas y los datos de pasaporte de las muestras de plantas recogidas, así como el lugar o lugares previstos para su conservación. Se entregarán copias del informe a la autoridad encargada de conceder el permiso del país huésped, a las contrapartes y los encargados nacionales y a la FAO, para que ésta informe a su Comisión de Recursos Fitogenéticos y para que incluya el informe en el Sistema de información y alerta sobre recursos fitogenéticos en el mundo.
- 11.2 Los recolectores tomarán medidas para inducir a observar el Código a los encargados y usuarios a los que hayan traspasado el germoplasma recolectado. Cuando proceda, se concertarán con ellos los acuerdos necesarios con arreglo a los Artículos 13 y 14.

CAPITULO V

Responsabilidades de los patrocinadores, los encargados y los usuarios

Artículo 12

Responsabilidades de los patrocinadores

- 12.1 Los patrocinadores adoptarán las medidas necesarias para garantizar, en la medida de lo posible y conveniente, que los recolectores de las misiones de recolección que patrocinen acaten el Código, en particular los Artículos 9, 10 y 11.
- 12.2 Los patrocinadores deberán, en la medida de lo posible y conveniente, llegar a acuerdos con los encargados del germoplasma recolectado en las misiones que hayan patrocinado, para garantizar que dichas personas acaten el Código, en particular el Artículo 13. Dichos acuerdos, además, deberán garantizar, en la medida de lo posible y conveniente, que los posteriores encargados y usuarios del germoplasma recolectado acaten igualmente el Código.

Artículo 13

Responsabilidades de los encargados

- 13.1 A fin de poder identificar en el futuro el origen de las muestras, los encargados deberán asegurarse de que los números o códigos de identificación originales de los recolectores se acompañen siempre las muestras a las que corresponden.
- 13.2 Los encargados del germoplasma recogido adoptarán medidas de carácter práctico para asegurar que, siempre que proceda y sea posible, se responda a las consultas que en el futuro puedan hacer los agricultores y las comunidades locales que proporcionaron el material original y el país huésped, y que se les suministren muestras del germoplasma vegetal recolectado si las solicitan.
- 13.3 Los encargados adoptarán medidas de carácter práctico, como por ejemplo acuerdos de transferencia de material, en apoyo de los objetivos del presente Código, incluido el uso compartido de los beneficios derivados del germoplasma recolectado por parte de las comunidades locales, los agricultores y los países huéspedes, según lo señalado en el Artículo 14.

Artículo 14

Responsabilidades de los usuarios

Sin perjuicio del concepto de los derechos del agricultor, y teniendo en cuenta los Artículos 1.7 y 1.8, los usuarios de germoplasma deberán, en beneficio de las comunidades locales, los agricultores y los países huéspedes, procurar ofrecer algún tipo de compensación por los beneficios derivados de la utilización del germoplasma, como por ejemplo:

- a) Facilitar el acceso a nuevas variedades mejoradas y otros productos, en términos mutuamente concertados;
- b) Apoyo a la investigación que sea de interés para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos, con inclusión de las tecnologías comunitarias, tradicionales y nuevas, así como a las estrategias de conservación, tanto ex situ como in situ;
- c) Capacitación, de carácter institucional y para los agricultores, a fin de aumentar los conocimientos prácticos locales acerca de la conservación, evaluación, mejora, propagación y utilización de los recursos genéticos;
- d) Facilitar la transferencia de tecnología apropiada para la conservación y utilización de los recursos fitogenéticos;
- e) Apoyo a los programas para evaluar y perfeccionar variedades locales y otro germoplasma autóctono, con objeto de fomentar el aprovechamiento óptimo de los recursos fitogenéticos en los planos nacional, subnacional, de los agricultores y comunitario, así como de promover la conservación;
- f) Cualquier otro apoyo apropiado a los agricultores y las comunidades para la conservación del germoplasma autóctono del tipo recogido por la misión; y
- g) Información científica y técnica obtenida a partir del germoplasma.

CAPITULO VI

Presentación de informes, supervisión y evaluación del cumplimiento del Código

Artículo 15

Presentación de informes de los gobiernos

- 15.1 Los gobiernos deberán informar periódicamente a la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO sobre las medidas adoptadas en relación con la aplicación del Código. Cuando sea oportuno, podrán hacerlo en el marco de los informes anuales previstos en el Artículo 11 del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos.
- 15.2 Los gobiernos informarán a la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO acerca de cualquier decisión de prohibir o restringir las misiones de recolección propuestas.
- 15.3 En caso de incumplimiento por un recolector o patrocinador de las normas y reglamentos de un país huésped con respecto a la recolección y transferencia de recursos fitogenéticos o de los principios de este Código, el gobierno tal vez desee informar a la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO. Se deberán remitir copias de la comunicación al recolector y al Patrocinador, que tendrán derecho de réplica al país huésped con copia a la Comisión de la FAO. A petición de los recolectores o de sus patrocinadores, la FAO puede emitir un certificado declarando que no hay pendiente ninguna reclamación formulada contra ellos en virtud del presente Código.

Artículo 16

Supervisión y evaluación

- 16.1 Las autoridades nacionales competentes y la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO examinarán periódicamente la pertinencia y la efectividad del Código. Este se considerará como un texto dinámico que podrá actualizarse cuando sea necesario, teniendo en cuenta las novedades y las restricciones de orden técnico, económico, social, ético y jurídico.
- 16.2 Las asociaciones profesionales y otros órganos similares interesados que acepten los principios enunciados en el presente Código tal vez deseen establecer comités éticos paritarios de examen para estudiar el cumplimiento del Código por parte de sus miembros.
- 16.3 En el momento oportuno, podría ser conveniente elaborar procedimientos para supervisar y evaluar el cumplimiento de los principios enunciados en este Código, bajo los auspicios de la Comisión de Recursos Fitogenéticos de la FAO, la cual, cuando así lo soliciten las partes interesadas, podrá dirigir los eventuales desacuerdos.

ANEXO 3

PREPARACION DE EXPEDICIONES DE COLECTA LISTA DE VERIFICACION

A continuación se enumeran algunos aspectos que se deben tener en cuenta para la organización y realización de colectas:

1. Conocimiento de la especie objetivo

- Variabilidad genética
- Botánica
- Etnobotánica
- Aspectos reproductivos
- Morfología
- Hábitat y distribución
- Reacción al almacenamiento

2. Conocimiento de la región donde se realizará la misión

- Condiciones ecogeográficas
- Condiciones sociales y culturales

3. Estrategia de muestreo con base en:

- Conocimiento de la especie
- Conocimiento de las condiciones climáticas, ecológicas, edáficas y topográficas de la zona

4. Documentación que se debe conseguir con anticipación

- Permisos y demás autorizaciones exigidas por el país donde se llevará a cabo la colecta
- Vacunas

5. Itinerario con las rutas y sitios de recolección con base en

- Distribución de la especie objetivo, épocas de cosecha y/o fructificación
- Acceso a la zona
- Conocimiento del experto local asociado a la misión
- Definición de una ruta alterna

6. Fuentes para recopilar información previa a la colecta

- Publicaciones como estudios ecogeográficos anteriores y estudios florísticos ayudan a conocer las características de la zona.
- Consultas en herbarios y centros de recursos genéticos permiten conocer la flora y la distribución de las especies y ayudan a determinar sitios específicos para la colecta.
- Consulta a expertos y bases de datos.

7. Tiempo de duración de la misión

- Local: 1 - 4 semanas
- Internacional: 2 - 3 meses

8. Equipo humano que realizará la colecta

- Expertos capaces de localizar las especies objetivo
- Experto local

9. Elementos y equipos necesarios

- Documentos personales: Documento de Identificación
- Del vehículo: identificación y seguros.

Equipo básico de recolección

- Altimetro de bolsillo
- Brújula
- Cámara fotográfica
- Rollos de película suficientes
- Binoculares y lupas
- GPS (Localizador Satelital de Coordenadas)

Opcionales

- Grabadora y cintas
- Higrómetro
- Termómetro de suelo
- Termómetros de máxima y mínima
- Equipo para muestreo del suelo

Para material vegetativo

- Fichas de colecta
- Libros de campo
- Bolsas de plástico de diferentes tamaños
- Bolsas de papel de diferentes tamaños
- Bolsas de tela de diferentes tamaños
- Etiquetas adhesivas y de colgar
- Marcadores de tinta indeleble y de cera
- Sobres
- Sogas y cuerdas
- Tijeras
- Cuchillo
- Frascos de boca ancha
- Cinta adhesiva
- Engrapadora y grapas
- Lápices y borradores
- Palas
- Tijeras de podar
- Navaja

Para muestras de herbario

- Prensa botánica
- Papel periódico
- Cartulinas para entreponer
- Solución de formol para suculentas
- Insecticida
- Frascos para nódulos
- Red para insectos
- Jaula de malla para el secado de las muestras
- Bolsas de papel con semillas
- Cajas para trillar y limpiar semillas
- Refrigerador portátil
- Secadora (con quemadores de alcohol o preferiblemente con generador y bombillos)
- Cajas para almacenamiento provisional de las muestras

Equipo de transporte

- Vehículo con doble tracción y capacidad de carga
- Repuestos
- Cable de acero
- Luces internas
- Altímetro, higrómetro y termómetro instalados en el interior

Publicaciones

- Mapas de la zona de colecta (geográfica, climatológica, geológica y ecológica); de carreteras, con datos sobre zonas de aprovisionamiento de combustible, hospedaje, centros médicos, teléfonos, y otros medios de comunicación
- Claves taxonómicas de la especie
- Descripción florística de la zona
- Diccionario de dialectos de la zona

Equipo para uso del personal

- Botas impermeables, altas
- Agua y alimentos en cantidad suficiente
- Ropa cómoda y suficiente
- Equipo de higiene personal
- Velas y fósforos
- Reloj

Botiquín de primeros auxilios

- Pastillas para purificación de aguas
- Antialérgicos, antibióticos y analgésicos
- Jeringas, gasas, vendadas, algodón
- Desinfectantes para heridas
- Repelentes y otros según la zona

Equipo para acampar

- Tienda de campaña
- Hamacas y/o sacos de dormir
- Mosquiteros
- Linternas de batería
- Equipo para cocinar y combustible
- Fósforos
- Baterías (pilas)
- Navaja de uso múltiple.

ANEXO 4

COMPONENTES DE UNA ESTRATEGIA DE MUESTREO Y PASOS PARA DEFINIRLA

La estrategia de muestreo es la guía que el equipo de colecta utilizará para recolectar muestras representativas de la variabilidad genética objetivo. Se define en base a las características de las especies objetivo y a los sitios donde ellas se encuentran, siguiendo unos pasos que van desde localizar las regiones de distribución de las especies hasta definir cómo se tomarán las muestras en el campo (metodología de muestreo). A continuación veremos qué incluye cada paso.

El primer paso es ubicar las regiones y los sitios donde se encuentran las especies objetivo.

Las regiones se pueden ubicar revisando mapas resultantes de estudios eco geográficos o florísticos, y las coordenadas de los sitios se pueden precisar con ayuda de localizadores satelitales por coordenadas -conocidos como GPS (global positioning systems)- de la comunidad local (Guarino *et al.* 1995; Maxted *et al.* 1997) o consultando con otros colectores.

Ubicados las regiones y los sitios, se procede a recopilar información sobre ellos y las especies de interés. Sobre las regiones y los sitios debemos conocer su topografía, accidentes geográficos, clima, vías de acceso y situación social y política.

En cuanto a las especies, debemos recopilar la mayor información posible, especialmente lo relativo a su estrategia reproductiva, morfología, fisiología y manejo.

El siguiente paso es analizar la información recolectada y precisar a) cuántas poblaciones se van a muestrear, b) cuántas plantas dentro de cada población, c) cómo seleccionar las plantas dentro de cada población, y d) qué tipo y cantidad de muestra se van a colectar.

Estos elementos constituyen la estrategia de muestreo. En tanto estos componentes dependen de las características de las especies y de los sitios, no existen parámetros estándares. En cualquier caso, la estrategia de muestreo debe ser flexible, para que pueda modificarse y/o ajustarse a las condiciones y a la variabilidad genética que se encuentren en el campo. A continuación se describen algunos aspectos básicos útiles para definir los componentes de la estrategia de muestreo.

a) Cuántas poblaciones se deben muestrear

Para colectar una muestra representativa es necesario muestrear como mínimo 50 poblaciones de la(s) especie(s) objetivo. Generalmente se muestrea más poblaciones en aquellos sitios donde hay abundancia y/o mayor variabilidad genética de las especies. Si el área que se va a explorar presenta variaciones climáticas, será necesario muestrear poblaciones en cada ambiente para colectar los diferentes ecotipos.

b) Cuántas plantas muestrear dentro de cada población

Dentro de cada población, normalmente se toman muestras de 50 plantas como mínimo. El número puede incrementarse si las áreas se dividen por variaciones ecogeográficas o climáticas. Si no se consiguen muestras de tamaño suficiente, los muestreos se deben repetir.

c) Cómo seleccionar las plantas dentro de cada población (metodología de muestreo)

Para muestrear las plantas debemos seleccionar una metodología de muestreo que nos permita coleccionar una muestra representativa. Dentro de la población las plantas se pueden tomar al azar (muestreo aleatorio), a intervalos pequeños (muestreo estratificado), seleccionándolas por 1 característica específica (muestreo sesgado) o de acuerdo con características de la especie que determinan como muestrearla (muestreo especial). La opción que se elija constituirá la metodología de muestreo.

Las muestras se pueden recolectar al azar (muestreo aleatorio) cuando los sitios presentan características uniformes en cuanto a diversidad biológica, clima, topografía, altitud, tipo de suelo y prácticas de cultivo. Si los sitios presentan cambios frecuentes en estas características, lo más indicado es recolectar a intervalos pequeños (muestreo estratificado).

La recolección por caracteres específicos o muestreo sesgado se usa para coleccionar la variabilidad de características de interés (generalmente de baja frecuencia) dentro de una especie. Al utilizar este tipo de muestreo, se obtiene una población sin equilibrio que no representa fielmente a la original.

El muestreo especial se utiliza para coleccionar especies cuyas características (e.g., distribución, fructificación, ciclos de vida largos) obligan a muestrear de determinada manera. Establecida la metodología de muestreo, se determina cómo tomar los propágulos durante la colecta y cómo manejarlos para que sobrevivan hasta llegar al sitio de conservación.

Definición del tipo y tamaño de la muestra

Una muestra de tamaño óptimo deberá incluir toda la variabilidad disponible de la(s) especie(s) objetivo. Para lograr una muestra suficiente conviene determinar qué tipo de propágulos se tomarán y en qué cantidad.

- 1) Si se trata de especies de reproducción sexual, se deben coleccionar entre 2000 a 5000 semillas para especies alógamas y 1000 a 2000 semillas para autógamas. En especies de reproducción vegetativa se puede tomar el mismo número de propágulos por individuo.
- 2) En general, se recomienda recolectar muestras del mayor tamaño posible pero no todas las semillas o propágulos de cada individuo para no poner en peligro la población. Si las poblaciones son pequeñas, es preferible repetir el muestreo en varias áreas que tomar muestras muy grandes que puedan poner en peligro la supervivencia de las poblaciones.

La cantidad total debe tener en cuenta las posibles pérdidas y las necesidades de duplicados (e.g., duplicado requerido en el Artículo 11 del Código de Conducta para la Recolección y Transferencia de Germoplasma Vegetal).

Información útil para definir la estrategia de muestreo y otros aspectos relevantes para la realización de colectas se puede encontrar en Querol (1985), Brown y Marshall (1995), Guarino *et al.* (1995), Engels *et al.* (1995) e IPGRI (1996).

ANEXO 5

CATEGORIAS DE ESPECIES EN PELIGRO DE EXTINCION

La Lista Roja de Especies en Peligro de Extinción enumera las especies que se encuentran en peligro de desaparecer. En esta lista, las especies se clasifican dentro de 7 categorías según el grado de amenaza al cual están sometidas en un momento dado. Las especies en las categorías con mayor amenaza tendrán mayor prioridad de conservación. Estas categorías son:

1. **Extinta:** Un taxón se considera extinto cuando se sabe con certeza que los individuos que lo componen han muerto.
2. **Extinta en la naturaleza:** Un taxón se considera extinto en la naturaleza cuando sólo se lo conoce bajo cultivo. Un taxón se presume extinto en la naturaleza cuando los estudios del hábitat (exhaustivos, en tiempo apropiado y en todo su rango histórico) no registran un individuo.
3. **Críticamente amenazada:** Cuando el riesgo de extinción de la especie en la naturaleza, en un futuro inmediato, es extremadamente alto.
4. **Amenazada:** Cuando el riesgo de extinción de la especie en la naturaleza, en un futuro inmediato, es alto.
5. **Vulnerable:** Cuando la especie no está críticamente amenazada o amenazada. Esta categoría se puede dividir en tres subcategorías:
 - a) **Dependientes de conservación:** Especies objetivo de conservación continua, que de suspenderse, podría llevar a la especie a la categoría de amenazada, en un período de aproximadamente 5 años.
 - b) **Cercana a la amenaza:** Especie que no está clasificada en la categoría de dependiente de conservación pero que está próxima a ser clasificada como vulnerable.
 - c) **De menor preocupación:** Aquella que no cae dentro de las dos categorías anteriores.
6. **Especies deficientemente documentadas:** Cuando la información que existe sobre la distribución y/o el estado de las poblaciones de una especie no constituye un indicador confiable del riesgo de extinción en que se encuentra. Una especie en esta categoría puede pasar a una de amenaza o bajo riesgo.
7. **No evaluada:** Cuando no se ha evaluado si la especie está en peligro o no.

Fuente: Glowka et al. (1994).

ANEXO 6

NORMAS PARA BANCOS DE GENES

1. INTRODUCCION

1. Las presentes Normas para Bancos de genes están basadas en el informe de la Consulta de Expertos FAO/CIRF sobre Normas para Bancos de Genes, celebrada en Roma, Italia, del 26 al 29 de mayo de 1992. El Grupo había sido convocado para perfeccionar las Normas Internacionales para Bancos de Genes con miras a reducir al mínimo las pérdidas, de integridad genética de las partidas de entrada de semillas durante su almacenamiento y regeneración, usando como base para los debates el informe de la tercera reunión del Comité Consultivo del CIRF sobre el Almacenamiento de Semillas (AGPG/IBPGR/84/74, abril 1985). Se procuró en particular que las normas pudiesen aplicarse a especies silvestres y a especies forestales así como a especies de plantas cultivadas.
2. Las normas para bancos de genes atañen únicamente el almacenamiento de semillas de especies ortodoxas, esto es, de las especies cuyas semillas pueden tolerar niveles de sequedad muy importantes y cuya longevidad mejora radicalmente cuando se reduce la humedad y/o la temperatura del lugar de almacenamiento de las semillas.

Normas

3. Es imprescindible que existan normas para que los institutos puedan plantearse sus objetivos. No obstante, hay que tener en cuenta los problemas inherentes al establecimiento de normas. Por una parte, las normas ya establecidas pueden convertirse en una rémora para futuros avances tecnológicos; en otras palabras, la red mundial de bancos de genes puede quedarse estancada en un determinado nivel. Por otra parte, algunos institutos pueden revelarse incapaces de respetar las normas aquí especificadas. Considerando esos posibles problemas, en algunos casos se especifican dos normas:
 - a) Aceptable: en muchos casos mínima, pero considerada suficiente (al menos a corto plazo); y
 - b) Preferible: norma superior y por tanto más segura.
4. Con la mayoría de los criterios ocurre que hay razones científicas de peso para intentar respetar las "normas preferibles", de ahí que deba procurarse implantar tales normas. No obstante, cuando los recursos disponibles sean limitados, los encargados deberán poder llegar a acuerdos prácticos que permitan que, aun en condiciones de funcionamiento no óptimas, la colección no corra peligro. El objetivo deberá ser almacenar el mayor número posible de partidas de entrada en condiciones aceptables, antes que unas cuantas en las condiciones preferibles. El objetivo último es la conservación sostenible y segura a largo plazo.

5. Un problema particular es el que acarrea el supuesto erróneo de que si un banco de genes funciona con arreglo a una norma inferior a la óptima, el germoplasma que contiene peligrará necesariamente. Sin embargo, las últimas investigaciones realizadas con semillas almacenadas y fósiles han mostrado que las semillas de numerosas especies de plantas cultivadas pueden mantenerse almacenadas y viables durante más de un siglo mientras su contenido de humedad sea de un 5 por ciento, y la temperatura de almacenamiento, de aproximadamente +5°C. Se considera que esta norma de almacenamiento es aceptable para la conservación de germoplasma, si bien hay otras normas, basadas en distintas combinaciones de temperatura de almacenamiento y contenido de humedad de las semillas, que también permiten conseguir en la práctica el objetivo de la conservación a largo plazo de germoplasma. Se ha intentado proponer normas adecuadas para conservar el germoplasma durante un período razonable. No obstante, se aconseja a los bancos de genes que intenten adoptar en lo posible la norma preferible recomendada.

Terminología

6. Se entiende por colección base un conjunto de partidas de entrada, cada una de las cuales debe ser distinta de las otras y, por lo que a integridad genética se refiere lo más parecida posible a la muestra suministrada originalmente, que es conservada a largo plazo. La colección base del acervo génico de un cultivo o de una especie cualquiera puede estar repartida entre varias instituciones, práctica que probablemente se extenderá con el desarrollo de las redes de cultivos. En principio las semillas no se pueden distribuir directamente a los usuarios a partir de la colección base.
7. Las colecciones activas están constituidas por partidas de entrada inmediatamente disponibles para multiplicación y distribución a los usuarios. Por consiguiente, no es en las colecciones de base donde normalmente se consiguen las muestras de semillas suministradas a los usuarios, sino en las colecciones activas. Los términos "colección base" y "colección activa" no hacen referencia a las condiciones en que se almacenan las semillas. No obstante, las colecciones base se suelen mantener en las condiciones de almacenamiento a largo plazo. No hay ninguna razón especial para no mantener también las colecciones activas en las condiciones establecidas para la conservación a largo plazo pero, dada la frecuencia con que suele accederse a dichas colecciones, a menudo se mantienen en las condiciones de almacenamiento a medio plazo.
8. En las normas no se describen los pormenores de la creación y gestión de un banco de genes, toda vez que hay numerosas publicaciones de la FAO/CIRF en las que se asesora con detalle sobre numerosos aspectos del diseño y funcionamiento de los bancos de genes (véase el Apéndice 1).

2. NORMAS PARA EL ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

Control de las condiciones ambientales

9. Hay que mantener las semillas en condiciones idóneas antes de su almacenamiento, para garantizar un alto nivel de viabilidad del germoplasma destinado a las colecciones base y activas. Se intentará reducir al mínimo toda permanencia transitoria de las semillas en condiciones no conformes a las normas aceptables de conservación.
10. El tratamiento químico de las semillas almacenadas en las condiciones preferibles para las colecciones base, para combatir las plagas y enfermedades, no reporta ningún beneficio conocido. Esos productos químicos pueden provocar incluso lesiones cromosómicas o contravenir las reglamentaciones sobre salud y seguridad del personal. En ocasiones hay que utilizar productos químicos durante la regeneración, para garantizar la obtención de semillas sanas, o bien como tratamiento poscosecha, sobre todo en los países tropicales.
11. Se prestará especial atención a las condiciones ambientales de las zonas de manipulación de las semillas. En las zonas tropicales de alta humedad ambiental, puede haber necesidad de una cámara auxiliar de humedad y temperatura controladas para evitar que se produzcan fenómenos de condensación en las semillas durante su empaquetamiento. Se recomienda el uso de tablas sicrométricas para adoptar las medidas oportunas contra la condensación.

Procedimientos de desecación de las semillas

12. El objetivo de desecar las semillas es reducir el contenido de humedad hasta niveles que prolonguen la longevidad durante el almacenamiento y, paralelamente, el intervalo de regeneración. Hay varios métodos de desecación, el más frecuente de los cuales es el uso de un desecante o una cámara de secado deshumidificada. Los métodos preferibles dependerán del equipo disponible, del número y tamaño de las muestras que deba desecarse, de las condiciones climáticas locales y del costo económico.
 - a) Es preferible la desecación a 10-25°C y a una humedad relativa (HR) del 10-15%, mediante el uso, bien de un desecante, o bien de una cámara de secado.
 - b) Un producto adecuado para la desecación de semillas es el gel de sílice, que permite rebajar el contenido de humedad hasta los niveles extremadamente bajos que caracterizan a las semillas ultrasecas.
 - c) Las semillas deben desecarse lo antes posible una vez recibidas para evitar cualquier deterioro importante. La duración del período de desecación dependerá del tamaño de la semilla, de la cantidad desecada, del contenido inicial de humedad de las semillas y del grado de humedad relativa mantenido en la cámara de secado.

13. El personal de los bancos de genes deberá tener presente que las semillas secas, y en particular las muy secas, son a menudo quebradizas, y susceptibles por tanto de lesiones mecánicas. Así pues, las semillas de los bancos de genes deberán ser manipuladas siempre con sumo cuidado. Limpieza y salud de las semillas.
14. Las semillas destinadas a ser almacenadas en colecciones de germoplasma deberán estar lo más limpias y exentas posible de semillas de malas hierbas, plagas y enfermedades. Se ha señalado que las enfermedades transmitidas con las semillas reducen la longevidad durante el almacenamiento. Los encargados deberán tener presente ese posible problema, aunque por el momento no pueden formularse recomendaciones específicas.

Recipientes de almacenamiento

15. En la actualidad pueden emplearse distintos tipos de recipientes a prueba de humedad de cierre hermético. La elección del recipiente dependerá de la oferta disponible y de la calidad necesaria para garantizar la hermeticidad durante las condiciones de almacenamiento a largo plazo. Cuando existan dudas acerca de las propiedades de los recipientes en lo referente al intercambio de vapor, se recomienda realizar pruebas para descartar el intercambio de humedad. Debe señalarse que hay muchos plásticos que no protegen contra la humedad.
16. Se acepta el uso de cualquier tipo de recipiente hermético a prueba de humedad, mientras se los someta a pruebas periódicas para garantizar la calidad tanto del material como del cierre. Para mayor seguridad se aconseja almacenar las semillas de cada una de las partidas de entrada en varios recipientes. Se ha expresado el temor de que en el almacenamiento a largo plazo pudiesen generarse gases tóxicos perjudiciales para la longevidad de las semillas. Sin embargo, teniendo en cuenta lo reducido del contenido de humedad y las temperaturas aconsejadas para el almacenamiento de las colecciones base cabe pensar que la actividad metabólica y autocatalítica se reduce hasta tal punto que la liberación de gases tóxicos no alcanza la intensidad necesaria para alterar significativamente la longevidad de las semillas.

Condiciones de almacenamiento de las semillas de las colecciones base

17. **Aceptable:** temperaturas inferiores a cero « de 0°C) y contenido de humedad de las semillas del 3-7% (según la especie).

Preferible: temperatura de -18°C o inferior, y contenido de humedad de las semillas del 3-7% (según la especie).

El contenido de humedad aconsejado para las semillas puede corregirse al alza en los casos excepcionales en que hay pruebas fehacientes de que esos niveles comportan riesgos (por ejemplo, de rotura de las semillas durante su manipulación).

18. La norma preferible de almacenamiento a -18°C o menos con un contenido de humedad de aproximadamente 5% representa un nivel de exigencia que hay que procurar mantener. No obstante, debe subrayarse que las condiciones de almacenamiento de las semillas que elija cada banco de genes dependerán de la especie almacenada y de la duración del período de almacenamiento previsto antes del momento calculado para la regeneración. De ahí la necesidad de cierta flexibilidad respecto a lo que deba considerarse aceptable, sobre todo en los casos en que no pueda garantizarse una refrigeración, de la intensidad estipulada en la norma preferible. Debido a la naturaleza de la relación existente entre la longevidad de las semillas, la temperatura de almacenamiento y el contenido de humedad de las semillas, se puede conseguir una misma vida en almacén mediante distintas combinaciones de temperatura y humedad.
19. Deberá evitarse la tendencia a resaltar las ventajas de la disminución de la temperatura en comparación con la del contenido de humedad. Por lo que se refiere al efecto de la temperatura, la respuesta relativa de la longevidad a la reducción de la temperatura de almacenamiento es muy parecida entre las distintas especies ortodoxas, pero el beneficio relativo de una determinada disminución de la temperatura es menor cuanto más baja es la temperatura (eso ocurre al menos en los márgenes normalmente investigados hasta -20°C). Así, la longevidad se multiplica casi por 3 cuando la temperatura de almacenamiento disminuye de 20° a 10°C ; por 2,4 entre 10°C y 0°C ; por 1,9 entre 0°C y -10°C , pero sólo por 1,5 entre -10°C y -20°C .
20. Por el contrario, el beneficio relativo que para la longevidad conlleva la reducción del contenido de humedad: (1) varía entre las especies; y (2) es más importante con cada reducción adicional del contenido de humedad. La variación entre especies parece depender en gran medida de las diferencias de composición de las semillas (factor que influye en la relación de equilibrio entre el contenido de humedad de las semillas y la humedad relativa).
21. Un cálculo efectuado hace algunos años (pero que, al igual que otros muchos cálculos referidos a largos períodos de longevidad, es en parte fruto de una extrapolación) para hacer balance de los beneficios relativos de la reducción de la temperatura de almacenamiento y del contenido de humedad es el realizado con el sésamo (*Sesamum indicum* L.). Una disminución del 5%, al 2% del contenido de humedad de las semillas tiene por efecto una longevidad en torno a 40 veces mayor. Ello equivale aproximadamente al mismo beneficio relativo que determina la reducción de la temperatura de $+20^{\circ}\text{C}$ a -20°C . No obstante, en la mayoría de los casos los beneficios de la desecación para la longevidad dejan de hacerse patentes antes de alcanzarse esos bajos niveles de humedad.
22. Existe un límite inferior de humedad para el aumento de longevidad que se ha observado comporta la reducción del contenido de humedad de las semillas almacenadas. El valor de ese límite varía de una especie a otra, pero se supone que esa variabilidad depende, una vez más, de las diferencias de composición de las semillas, de tal manera que las humedades relativas de equilibrio en el nivel crítico de humedad son similares para las distintas especies.

El contenido de humedad en equilibrio se ha estimado en aproximadamente 10-12% HR a 20°C. Una opción razonable para maximizar el aumento de longevidad asociado a la desecación consiste en desecar las semillas hasta 10-12% HR a 20°C y almacenarlas a continuación herméticamente a temperatura ambiente, o a ser posible a temperaturas más bajas, en los casos en que no haya forma de controlar la temperatura de almacenamiento o en que la disminución de temperatura que permita la refrigeración no baste para cumplir la norma preferible al respecto. Este método ya ha sido descrito anteriormente como almacenamiento ultraseco". No obstante, para algunas especies se ha establecido de hecho un límite ligeramente superior al 5 por ciento de la norma original (por ejemplo, un 6-6,5 % de humedad en el guisante).

23. Independientemente de cómo se almacenen, secas o ultrasecas, es imprescindible que todas las semillas sean "acondicionadas" o "humidificadas" (colocándolas en una atmósfera muy húmeda, por lo general durante una noche, pero a veces, como en el caso de las semillas de muy gran tamaño, durante algo más de tiempo) antes de realizar las pruebas de germinación o crecimiento.

Condiciones de almacenamiento de las semillas de colecciones activas

24. Las colecciones activas se deberán mantener en condiciones adecuadas para que la viabilidad de las partidas de entrada se mantenga como mínimo por encima del 65 por ciento durante 10 a 20 años, y esa es la única norma que deberá satisfacerse. Las técnicas concretas de almacenamiento empleadas para alcanzar ese objetivo variarán en función de la especie almacenada, las condiciones prevalecientes en el ambiente y los costos locales relativos de (fundamentalmente) la electricidad y la mano de obra. Tal y como se señaló en la sección anterior, se puede conseguir una misma longevidad con distintas combinaciones de temperatura y humedad de almacenamiento. No obstante, debe subrayarse que, en la mayor parte de los casos, la reducción y la supervisión del contenido de humedad de las semillas almacenadas constituirá un procedimiento más eficaz en función de los costos que el control de la temperatura.

Tamaño de las partidas de entrada de la colección base

25. Para que una colección base cumpla sin problemas su función es preciso que de las partidas de entrada tengan el tamaño suficiente para que se pueda garantizar su regeneración, suministrar una muestra adecuada a como mínimo una colección activa sin necesidad de regeneración, y realizar al menos algunos ensayos de control de la viabilidad.

Aceptable: se considera indispensable que la partida de entrada almacenada conste. Como mínimo de 1 000 semillas viables. Aun así, no hay que ser demasiado estrictos: si se dispone de menos de 1 000 semillas, tal vez deba aceptarse con todo la partida de entrada y mantenerla en unas buenas condiciones de almacenamiento a la espera del momento de poder proceder a la recolección o la regeneración.

Preferible: 1 500 ~ 2 000 semillas viables. Se considera que cuando se trata de partidas de entrada genéticamente heterogéneas hacen falta más semillas.

Control de la viabilidad

26. Los gestores de los bancos de genes deben garantizar las condiciones adecuadas para mantener la viabilidad de todas las partidas de entrada conservadas en el banco por encima de un nivel mínimo; de ahí la necesidad de controlar las partidas de entrada. La norma preferible es que esa obligación incumba no sólo al banco de genes, que puede considerarse el iniciador de la partida de entrada, sino también a los bancos de genes que posean un duplicado de la misma.
27. La viabilidad se evaluará por lo general mediante una prueba de germinación, aunque en ocasiones se debe recurrir a otras técnicas de ensayo (como la prueba topográfica con tetrazolio) para determinar si las semillas no germinativas empleadas en las pruebas son o no viables o si su latencia se ha visto interrumpida durante la prueba. Las semillas vacías aún no eliminadas antes del almacenamiento deberán ser descartadas antes del comienzo de la prueba de germinación. Existe un manual del CIRF (1985) que ofrece asesoramiento general y específico sobre la realización de las pruebas de germinación y sobre las técnicas adecuadas de interrupción de la latencia.
28. La norma mínima es que las pruebas de control de la viabilidad de las partidas de entrada se lleven a cabo en el momento de la recepción o poco después, y más adelante a distintos intervalos durante el período de almacenamiento. La prueba inicial de germinación se deberá llevar a cabo con un mínimo de 200 semillas elegidas al azar de la partida de entrada.
29. El intervalo entre las pruebas de control de la viabilidad dependerá de la especie, así como de las condiciones de almacenamiento de las semillas. Los bancos de genes deberán realizar esos controles periódicamente. En las condiciones preferibles de almacenamiento de las colecciones base, la primera prueba de control se debe efectuar en principio al cabo de diez años si las semillas han mostrado un alto porcentaje inicial de germinación. Las especies que se sabe tienen una vida breve en almacén y las partidas de entrada de escasa calidad inicial deben ser analizadas al cabo de cinco años. El intervalo entre los ensayos posteriores se deberá determinar a la luz de la experiencia, pero en muchos casos puede ser muy superior a diez años. Cabe resaltar que si no se satisfacen las condiciones de almacenamiento preferibles los controles se deberán realizar probablemente con mayor frecuencia. Cuando un banco de genes haya estado funcionando durante algunos años en las condiciones preferibles y haya obtenido, a partir de sus propias pruebas de control de los distintos materiales con los que trabaje, información suficiente para justificar una menor frecuencia de esas pruebas, deberá actuar en consecuencia.

30. La finalidad de las pruebas de control de la viabilidad es determinar si es precisa la regeneración. Se recomienda que, a fin de ahorrar semillas, se elijan al azar entre 50 y 100 semillas de la partida de entrada para cada prueba de control. El método más sencillo para averiguar si se está produciendo una pérdida sustancial de viabilidad, descartando una posible fluctuación de los resultados atribuible en gran parte a errores de muestreo, consiste en representar gráficamente los resultados de las sucesivas pruebas de control frente al período de almacenamiento transcurrido y observar si se está produciendo una pérdida gradual de viabilidad. Cuando así ocurra, se recomienda, siempre que haya semillas suficientes, extraer al azar otra muestra de 100 semillas y someterla a una nueva prueba de control de la viabilidad, a fin de reducir la probabilidad de iniciar la regeneración antes de lo debido. Si se decide regenerar una partida de entrada se anularán las pruebas de germinación para ahorrar semillas, que en esas circunstancias serán más valiosas.
31. Es fundamental que los bancos de genes dispongan, o puedan utilizarlos, de equipos de laboratorio suficientes para realizar las pruebas de control de viabilidad de manera regular, uniforme y oportuna. En algunos casos las especies conservadas plantearán problemas particulares que obligarán a utilizar equipos más especializados, como por ejemplo aparatos de rayos X adecuados para detectar la presencia de semillas vacías y/o dañadas por los insectos.
32. Las pruebas iniciales de germinación y los controles de viabilidad del período de almacenamiento requieren unas instalaciones apropiadas donde llevar a cabo los ensayos de acuerdo con las condiciones descritas en los párrafos 27 a 31. Se considera que quienes se ocupan de las colecciones base deben tener acceso a instalaciones adecuadas para el ensayo de las semillas, pero es preferible que dichas instalaciones se hallen en el mismo lugar que la colección base.
33. En el caso de las colecciones activas, se ha señalado que normalmente basta un control cada cinco años. No obstante, esa frecuencia deberá corregirse al alza o a la baja según el tipo de especie almacenada, su viabilidad inicial y las condiciones ambientales de almacenamiento. En los casos en que las colecciones base y activa se conserven una junto a otra, en el Sistema Nacional de Investigación Agrícola, en las condiciones preferibles para las colecciones base, lo recomendado para éstas se aplicará también a las muestras activas, y en la mayoría de los casos no hará falta tomar muestras de la colección base mientras los resultados obtenidos con las muestras de la colección activa no aconsejen tal cosa, a no ser que esta última se agote. Debe resaltarse que esta observación se aplica sólo a las situaciones en que las colecciones base y activa provienen ambas de la misma muestra original de semillas, por reparto al azar a partir de ella.
34. No existe ninguna prueba no destructiva para controlar la viabilidad. Se recomienda que, cuando la cantidad de semillas de una partida de entrada sea escasa, y su regeneración factible, se permita el crecimiento de las plántulas obtenidas durante las pruebas de control

de la viabilidad de las partidas de entrada a fin de obtener nuevas existencias de semillas (por ejemplo para distribución), a condición naturalmente de que el número de plántulas disponible sea suficiente para la regeneración.

Regeneración

35. Respecto a la regeneración, se requieren normas que garanticen que las semillas almacenadas en las colecciones base lleguen a presentar niveles de viabilidad inferiores a los aceptables, pero que al mismo tiempo reduzcan al mínimo el número de ciclos de regeneración, a efectos de preservación de la integridad genética de las partidas de entrada.

El intervalo de regeneración dependerá de la longevidad de las semillas almacenadas y de la demanda de semillas de la partida de entrada (cuando no puedan obtenerse de una colección activa).

36. Las semillas producidas para almacenamiento en las colecciones de base deberán, en la medida de lo posible, presentar una viabilidad lo más alta posible y estar exentas de plagas y enfermedades. Admitiendo que la capacidad inicial de germinación dependerá de las condiciones ambientales de producción y elaboración, de la madurez y estado fisiológico de las semillas en el momento de la recolección y de las diferencias genéticas entre especies, las cifras iniciales de germinación deberán ser como mínimo del 85 por ciento en el caso de la mayoría de las semillas, por ejemplo las de cereales, del 75 por ciento en determinadas hortalizas, e incluso de menos si se trata de determinadas especies silvestres forestales que normalmente no alcanzan niveles altos de germinación.
37. La regeneración se deberá llevar a cabo cuando la viabilidad se haya reducido al 85 por ciento del valor inicial. Los métodos de regeneración deberán respetar, cuando las haya, las normas estipuladas para el cultivo, y garantizar que se emplee el número de plantas necesario para mantener la integridad genética de la partida de entrada. En la medida de lo posible se procurará eliminar todas las fuentes de presión de selección, garantizar una contribución equivalente de las semillas de cada una de las plantas, y aplicar todas las medidas al alcance para reducir al mínimo los cambios genéticos.
38. Se aconseja utilizar como mínimo 100 plantas para la regeneración, a fin de reducir la probabilidad de que se produzcan grandes pérdidas de alelos. No obstante, en el caso de las especies silvestres la cantidad total de semillas disponible puede ser insuficiente en ese sentido. Las especies silvestres, por otra parte, difieren también ocasiones de las especies de plantas cultivadas en lo que respecta al fitomejoramiento la respuesta al almacenamiento y la germinación. Ello deberá tenerse en cuenta a la hora de decidir cuándo y cómo regenerar una partida de entrada.

39. A fin de garantizar el mantenimiento de la integridad genética y de las peculiaridades de la partida de entrada, se recomienda que las semillas empleadas para plantar material con miras a la regeneración estén lo más emparentadas posible, desde el punto de vista genético, con el germoplasma original. En el caso de las colecciones activas se recomienda efectuar a ser posible, la regeneración a partir de las semillas originales, o bien a partir de la progenie obtenida en los dos o tres primeros ciclos de regeneración, para preservar la integridad genética. Ello significa que, si el ciclo de almacenamiento de la colección activa es de 15 años, las semillas para regeneración se deberán extraer, bien de la colección de base, bien de otras colecciones de semillas originales almacenadas a largo plazo, una vez cada 45 a 60 años, siempre y cuando la colección activa para distribución permita regenerar las suficientes semillas para cubrir la demanda. Los bancos de genes que lleven a cabo la regeneración deberán buscar además métodos válidos para controlar las posibles variaciones asociadas a la regeneración, a fin de poder detectar cualquier cambio de la constitución genética de las partidas de entrada.

Información sobre las colecciones base

40. Los datos referentes a las partidas de entrada de la colección base son un componente fundamental de ésta, por cuanto una información correcta no puede sino redundar en una mayor utilidad del germoplasma. La información sobre las distintas partidas de entrada deberá ser lo más detallada posible, para poder identificarlas como partidas diferenciadas, si bien las que no se acompañan de una abundante información son igualmente valiosas, y su inclusión en las colecciones de base puede estar justificada.
41. Todas las partidas de entrada conservadas en las colecciones base se caracterizan fundamentalmente por cinco tipos de datos:
- a) Pasaporte
 - b) Gestión
 - c) Caracterización
 - d) Evaluación
 - e) Modalidad de Reproducción
42. En el Apéndice 2 se exponen los descriptores normalizados que integran la información del pasaporte y la gestión. Cada partida de entrada deberá acompañarse como mínimo de los datos disponibles relacionados con el pasaporte, la gestión y la modalidad de reproducción (si se conoce). En muchos casos hay distintas partidas de entrada que difieren por su modalidad de reproducción dentro de una misma especie. Es preferible que la información relativa a la caracterización y evaluación de las partidas de entrada se halle también en las colecciones base o se pueda obtener fácilmente de otras fuentes.

3. NORMAS PARA EL INTERCAMBIO Y DISTRIBUCION DE SEMILLAS DE COLECCIONES ACTIVAS

43. Normas para el intercambio de semillas:

- a) Las semillas deberán ser enviadas en los recipientes más adecuados al alcance, para procurar que no se deterioren durante el transporte. Lo ideal es que se trate de recipientes a prueba de humedad, pero pueden adoptarse otras decisiones en función de los materiales disponibles para empaquetamiento, de la posible demora de la entrega y las distintas condiciones ambientales a que vayan a estar expuestas las semillas durante el transporte.
- b) Se adjuntará a la muestra la información pertinente, por ejemplo el pasaporte y (si hiciera, falta) los resultados de la evaluación.
- c) Deberán suministrarse también datos concretos sobre los métodos de germinación y la modalidad de reproducción (si se conocen).
- d) Se enviará una cantidad suficiente de semillas viables para que la muestra sea genéticamente representativa de la partida de entrada.
- e) Deberá respetarse la cuarentena y cualquier otro requisito de garantía de la salud de las semillas.

Personal del Banco de Genes y Capacitación

44. Plantilla: Teniendo en cuenta la complejidad inherente a las distintas actividades a que exigen tanto las colecciones base como las activas, la gran variedad de especies y el diverso grado de capacitación del personal, no procede dar cifras concretas sobre la plantilla.

Asimismo, por lo que se refiere al personal científico especializado requerido, no parece apropiado establecer una jerarquía de las distintas especialidades. Respecto a las diversas disciplinas, los bancos de genes deberán poder contar con el asesoramiento técnico de especialistas en (no citadas por orden de importancia) fisiología de semillas, genética, taxonomía, gestión de la información, fitopatología, ingeniería y mantenimiento, así como por supuesto, de los especialistas que proceda en los distintos cultivos o especies.

Seguridad

45. Deberá hacerse todo lo posible para garantizar la seguridad del germoplasma de las colecciones mediante controles oportunos de la construcción, el mantenimiento y la seguridad de la instalación. Los equipos deberán ser objeto de un mantenimiento preventivo periódico, y para ello es imprescindible que haya personal de mantenimiento capacitado.

Asimismo, el personal de los bancos de genes deberá ser adiestrado en materia de técnicas de seguridad, para reducir al mínimo los riesgos que pueda correr el germoplasma de las colecciones base.

46. Se debatieron los siguientes temas:

- a) **Fuente de alimentación eléctrica** para el almacén de semillas. Se acepta una fuente de alimentación estable y continua, pero es preferible una fuente de corriente alterna, que por lo general consistirá en un generador auxiliar, provisto del combustible necesario.
- b) **Prevención de incendios.** Deberán adoptarse todas las precauciones razonables contra incendios, y probar los equipos periódicamente. Ante todo se procurará mantener un equipo adecuado contra incendios y capacitar al personal para su uso. Se recomienda la instalación de un pararrayos, de un sistema de alarma y de otro de interrupción del sistema de refrigeración (instalado tras una pared) en respuesta a altas temperaturas.
- c) **Seguridad.** El diseño de la instalación deberá ser de alta seguridad, y se establecerán las disposiciones de seguridad adecuadas para la protección del servicio.
- d) **Normas y equipos de refrigeración.** Las normas y equipos de refrigeración deberán ajustarse a las especificaciones enunciadas en el Diseño de instalaciones de almacenamiento de semillas (DIAS) para conservación genética (CIRF 1982). Deberá disponerse de personal capacitado y de piezas de repuesto para los trabajos de reparación y mantenimiento. Deberá garantizarse también un mantenimiento preventivo de rutina. Es preferible emplear un sistema de refrigeración auxiliar.
- e) **Construcción y aislamiento.** Las normas sobre construcción y aislamiento deberán ceñirse a lo recomendado en el documento "DIAS", y se procurará tener en cuenta las condiciones locales y favorecer en lo posible el uso de materiales locales. Las dimensiones del almacén deberán ajustarse, para mayor eficiencia, al número y tamaño de las muestras de germoplasma que deban almacenarse. El empleo de unidades modulares permite una mayor flexibilidad y seguridad.
- f) **Seguridad del personal.** Se suministrará ropa protectora para empleo en el interior del almacén. El personal deberá conocer los procedimientos de seguridad y haber recibido capacitación al respecto. Se adoptarán las precauciones oportunas, entre ellas la instalación de equipos de seguridad como alarmas y dispositivos para poder abrir las puertas desde el interior de las cámaras de secado y las cámaras refrigeradas.

APENDICE 1.- Publicaciones FAO/CIRF sobre el tema

FAO, 1974. Normas y Procedimientos propuestos para las Instalaciones de almacenamiento de semillas utilizadas para la conservación a largo plazo de las colecciones de base. FAO, Roma.

FAO, 1985. Guía para la manipulación de semillas forestales. Estudio FAO Montes.

FAO, 1991. Informe de la cuarta reunión de la Comisión de Recursos Fitogenéticos, FAO. Roma.

IBPGR, 1982. Design of Seed Storage Facilities for Genetic Conservation. Revised 1985 and 1990. International Board for Plant Genetic Resources. FAO, Rome.

IBPGR, 1985. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Volume I. Principles and Methodology. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

IBPGR, 1985. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Volume II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

IBPGR, 1985. Procedures for Handling Seeds in Genebanks. International Board for Plant Genetic Resources, Rome

IBPGR, 1985. Cost-effective, Long-term Seed Stores. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

IBPGR, 1985. Information Handling Systems for Genebank Management. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

IBPGR, 1989. Regeneration and Multiplication of Germplasm Resources in Seed Genebanks. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

IBPGR, 1993. Descriptors for white clover (*Trifolium repens* L.) International Board for Plant Genetic Resources, Rome (in press).

APENDICE 2: Descriptores de pasaporte y gestión

DESCRIPTORES DE PASAPORTE

1. Datos sobre la partida de entrada

- Número de la partida de entrada
- Nombre del donante
- Número de donante
- Otro(s) número(s) asociados a la partida de entrada
- Nombre científico (género, especie, subespecie, variedad botánica)
- Ascendencia
- Nombre del cultivar
- Fecha de adquisición
- Fecha de la última regeneración o multiplicación

- Tamaño de la partida de entrada
- Número de regeneraciones de la partida de entrada
- Número de plantas en cada regeneración.

2. Datos sobre la recolección

- Instituto(s) recolector(es)
- Número de recolector
- Fecha de recolección de la muestra original
- País de recolección
- Provincia / Estado
- Departamento/ distrito
- Lugar de recolección
- Estado de conservación.

DESCRIPTORES DE GESTION

3. Datos sobre la gestión

- Número de la partida de entrada
- Identificación de la población
- Lugar de almacenamiento
- Fecha de almacenamiento
- Germinación inicial (%)
- Fecha de la última prueba de germinación
- Germinación en la última prueba
- Fecha de la siguiente prueba
- Contenido de humedad en el momento de la recolección (%)
- Contenido de humedad en el momento del almacenamiento (inicial) (%)
- Cantidad de semillas almacenadas (número)
- Duplicados en otros lugares

4. Datos sobre la multiplicación y regeneración

- Número de la partida de entrada
- Identificación de la población
- Número de campo/ parcela/ vivero/ invernadero
- Ubicación
- Colaborador
- Fecha de siembra
- Densidad de siembra
- Aplicación de fertilizantes
- Germinación en el terreno (%)
- Número de plantas arraigadas
- Evaluación agronómica
- Multiplicación y/o regeneración previas (lugar, fecha de siembra, número de parcela)
- Otros.- Para mayor información véanse los descriptores del CIRF para el trébol blanco (que deberá publicarse en 1993).