



Guías para la regeneración de germoplasma

Cereales de grano pequeño

Thomas S. Payne¹, Ahmed Amri², Bilal Humeid² y Natalya Rukhkyan²

¹ Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México

² International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Siria



Introducción

Los cereales de grano pequeño incluyen el trigo harinero (*Triticum aestivum* L.), el trigo espelta (*T. spelta* L.), el trigo duro (*T. durum* Desf.), el trigo emmer (*T. dicoccon* Schrank), el triticale (x *Triticosecale* spp.), la cebada (*Hordeum vulgare* L.) y la avena (*Avena sativa* L.). Estos cereales son gramíneas anuales autógamias, que se cultivan para alimentación humana, como forraje y en la producción de concentrados para animales. Todas

estas especies presentan tipos para siembra en primavera e invierno. Los tipos invernales requieren tratamientos que aceleren el proceso de maduración. La tolerancia al frío es mayor en trigo (hasta -25°C), menor en cebada (-20°C) y más baja en avena (-15°C). Las accesiones para la regeneración pueden ser de especies silvestres, razas, variedades mejoradas obsoletas, variedades mejoradas avanzadas, material para fitomejoramiento o acervo genético, y se las puede conservar como poblaciones o como líneas puras de mejoramiento. El centeno (*Secale cereale* L.) no se incluye en esta guía porque requiere procedimientos de regeneración especiales debido a su naturaleza reproductiva de polinización cruzada.

Selección del ambiente y la época de siembra

Época de siembra

- En áreas secas con temporada de lluvias en invierno, siembre al inicio de la época de lluvias
- Seleccione la fecha de siembra y la densidad de siembra de acuerdo con las recomendaciones agronómicas estándar para cada uno de estos cultivos o las mejores prácticas de los agricultores locales
- La siembra demasiado temprano en la estación puede resultar en un excesivo crecimiento inicial y el consumo de grandes cantidades de agua y nutrientes. Sin embargo, si no hay escasez de humedad y nutrientes, y si las temperaturas altas no son un limitante, la siembra temprana normalmente genera mayores rendimientos, mientras que la siembra tardía puede mejorar la calidad de la semilla
- Sin embargo, la siembra temprana permite a las plantas aprovechar la humedad disponible y puede evitar el estrés por sequía al final del ciclo de cultivo
- Si siembra demasiado tarde, puede aumentar la erosión eólica debido a la escasa cobertura del suelo y al peligro de daño por heladas en los cereales sembrados en otoño. Las plantas sembradas tardíamente tardarán unos pocos días más en madurar.

Preparación para la regeneración

Cómo mantener la identidad correcta de las accesiones

Cuando se conservan y regeneran accesiones de poblaciones de individuos genéticamente diversos es importante mantener un número adecuado de semillas (al menos 500 semillas viables) para capturar el rango completo de variabilidad e integridad genética, previniendo los efectos de la deriva genética.

Cuándo regenerar

- Regenerar las accesiones si la germinación o la viabilidad son inferiores al 85% o si se tiene menos de 1,100 semillas viables en la colección activa
- Se deben regenerar los materiales recién introducidos, recolectados o recibidos para cumplir con los estándares internacionales de cantidad y calidad de la semilla
- Se deben regenerar las accesiones con un origen de multiplicación desconocido para documentar su origen fitosanitario, pureza y limpieza.

Tratamientos previos

- Trate las semillas con fungicidas e insecticidas si es necesario. Use las recomendaciones locales como guía para seleccionar los productos químicos y las dosis apropiados.

Selección y preparación del campo

- Preferiblemente utilice una parcela en la que no se haya cultivado un cereal en el ciclo anterior, o una parcela que haya permanecido en barbecho
- Cerque las parcelas para evitar el pastoreo; selecciónelas lejos de nidos y perchas de aves, y de madrigueras de roedores, y remueva las malezas nocivas
- Labre y are el suelo con un arado de discos antes de la siembra para preparar un semillero uniforme.

Aceleración artificial del proceso de maduración

Algunas accesiones exigen para el óptimo crecimiento y desarrollo de sus plántulas que se acelere artificialmente el proceso de maduración. Si las condiciones de campo no proporcionan temperaturas suficientemente bajas durante un período suficientemente largo (<5°C durante 6 a 8 semanas después de la siembra), se requiere someter las semillas de estas accesiones a un tratamiento artificial para acelerar su proceso de maduración. Este tratamiento se debe iniciar de 8 a 10 semanas antes de la fecha óptima de siembra:

- Identifique los genotipos que requieren el tratamiento
- Trate las semillas con un fungicida
- Coloque las semillas en papel de germinación humedecido y permita que se inicie la germinación a temperatura ambiente
- Coloque el papel en cajas Petri individuales o en bolsas plásticas transparentes cerradas con un alambre recubierto en plástico
- Refrigere las semillas a una temperatura entre 1 y 3°C, manteniéndolas iluminadas durante 8 horas por día. Mantenga humedecido el papel de germinación
- El tratamiento en frío puede durar sólo 4 semanas para las accesiones con un requerimiento mediano de aceleración de la maduración, mientras que aquellas con un requerimiento fuerte necesitarán de 6 a 8 semanas de tratamiento en frío
- Una vez terminado el tratamiento, trasplante cuidadosamente las plántulas al campo.

Especies de cereales silvestres

La germinación de las semillas de especies silvestres tiende a ser mucho menos uniforme que la de las especies cultivadas. Se recomiendan los siguientes procedimientos para estimular la germinación de semillas de parientes silvestres:

- Si las semillas tienen cáscara, remueva la cáscara
- Si hay pocas semillas disponibles es preferible ponerlas a germinar en cajas Petri y trasplantar las plántulas a macetas o directamente al campo.

NOTA: Las especies silvestres generalmente requieren un tratamiento para acelerar el proceso de maduración

NOTA: Las semillas procedentes de espiguillas con glumas fértiles germinarán primero.

NOTA: Las especies silvestres generalmente son sensibles al fotoperíodo (las favorecen los días largos) y en consecuencia requieren siembra temprana.

Método para la regeneración

Los ensayos para la regeneración de semilla requieren una sola replicación y utilizan variedades locales como testigos, sembradas a distancias fijas (por ejemplo, cada 20 parcelas). Las variedades locales deben estar adaptadas al ambiente de multiplicación y deben tener una fenología y porte (floración, madurez y altura de la planta) que permitan comparar sus características con las de las accesiones de las parcelas vecinas.

Distribución espacial de las parcelas, y densidad y distancia de siembra

- Use parcelas de seis hileras, con una distancia entre hileras de 15 a 30 cm
- Coseche la semilla de las cuatro hileras centrales únicamente
- Determine la longitud de la parcela de acuerdo con la cantidad de semilla requerida para la conservación y las pruebas (fitosanitaria, germinación, etc.), y el rendimiento de grano esperado (1 t de grano/ha es igual a 100 g de semilla/m²).

- Para los materiales altos y susceptibles al volcamiento, deje libre una franja de 90 cm entre parcelas, o intercale con parcelas sembradas con especies diferentes a cereales para evitar que se enreden los tallos y se mezcle la semilla de diferentes accesiones durante la cosecha.
- Las razas y los parientes silvestres pueden ser especialmente propensos al volcamiento en condiciones de cultivo; por tanto, siémbrelos en lugares protegidos del viento (foto 2) o en un túnel entre cultivos más altos. Si es necesario, ponga tutores para sostener las plantas.

Densidad de siembra

- Use una densidad de siembra de 125 a 250 semillas viables/m² (aproximadamente 5 a 10 g/m² ó 5 a 10 g de semilla/hilera de 3 m).

Rotulación

- Coloque las semillas que se van a sembrar en bolsas marcadas con el número de código del banco de germoplasma y el número de identificación de la parcela
- Prepare un plano de siembra antes de sembrar. Inmediatamente después de la siembra, registre en el plano la fecha de siembra y cualquier error cometido durante el proceso. Al momento de la siembra, marque con estacas la primera y la última parcela del vivero
- Prepare un libro de campo que incluya el nombre del vivero, el número de la parcela con el correspondiente nombre del germoplasma y el número de la accesión, y la fuente de origen de las semillas de la accesión. Registre en este libro de campo los datos de caracterización y evaluación
- Rotule cada hilera con el nombre del vivero y el número de la parcela. Use etiquetas y tinta resistentes a la intemperie
- Instale avisos con una breve descripción del vivero y su contenido para dar a conocer sus actividades al público en su entorno: colegas y administradores, visitantes, agricultores locales y medios de comunicación
- El uso del código de barras y del Asistente Digital Personal (equipo manual para grabar información en el campo); puede minimizar errores y facilitar el manejo computarizado de los datos.

Manejo del cultivo

Cuando tenga dudas, siga las mejores prácticas de manejo recomendadas localmente, incluyendo fecha y densidad de siembra; dosis y momentos oportunos para la aplicación de fertilizantes y riegos suplementarios; control de malezas, enfermedades y plagas; cosecha oportuna; y almacenamiento poscosecha de la semilla. El objetivo es mantener la integridad de la accesión al tiempo que se produce suficiente cantidad de buen grano con una viabilidad alta.

Control de malezas

- Antes de sembrar, prepare un semillero libre de malezas
- Evite el uso innecesario de herbicidas que puedan afectar la integridad genética de las accesiones. Los diversos materiales conservados en los bancos de germoplasma pueden reaccionar a los herbicidas de manera muy distinta a como reaccionan los materiales cultivados. Controle las malezas durante todo el ciclo de cultivo.
- Tenga especial cuidado de excluir del semillero y de las parcelas de regeneración, las especies de malezas cuarentenarias.

Riego

- El riego suplementario puede ser necesario en regiones con menos de 500 mm de precipitación anual
- En lo posible aplique riego a capacidad de campo al menos dos veces: a) inmediatamente después de la siembra; b) inmediatamente antes de la floración (por ejemplo, durante la etapa de embuchamiento de la espiga)
- En regiones con precipitación anual alta y también cuando se usa riego, evite ubicar las parcelas de siembra en áreas inundables del campo.

Fertilización

- Aplique un fertilizante balanceado (N-P-K) con base en las condiciones del sitio, las prácticas locales, los resultados del análisis de suelo y la disponibilidad de fertilizantes
- Las razas, los materiales altos y los parientes silvestres no están adaptados a los niveles altos de nitrógeno utilizados en la agricultura moderna. Para estos materiales use fertilizantes con un bajo contenido de nitrógeno. Aplique el 60% de las dosis recomendadas por los agricultores locales para evitar el crecimiento excesivo de las plantas, que puede resultar en el volcamiento y en infecciones fuertes de oidio o mildew.

Control de plagas y enfermedades

- La rotación de cultivos es frecuentemente la mejor forma de controlar plagas y enfermedades persistentes.
- Aplique fungicidas y herbicidas a las semillas y a las hojas; si se requiere, use dispositivos para proteger el cultivo contra aves y roedores, y siga las recomendaciones de manejo y protección integrada de cultivos.

Raleo para la eliminación de plantas fuera de tipo

- Cuando elimine plantas fuera de tipo dentro de una accesión, tenga cuidado de descartar solamente las plantas reconocidas como contaminantes o voluntarias. Inspeccione si hay plantas fuera de tipo en la parcela, varias veces durante el ciclo de cultivo.

Accesiones propensas a la dispersión de la semilla

- Para prevenir la pérdida de semillas debida al desgrane y a la dispersión, embolse las espigas o panículas durante la maduración usando bolsas plásticas perforadas o sobres de glassine y manténgalas hasta el final del ciclo (foto 3).

Cosecha

- Antes de la cosecha prepare bolsas de tela o papel, rotuladas con el número de código del banco de germoplasma y el número de identificación de la parcela
- Coseche cuando las espigas estén maduras, por ejemplo, cuando el 90% de las espigas de la parcela estén amarillas y los granos se sientan duros al presionarlos con las uñas
- Coseche solamente las cuatro hileras centrales (hileras con extremos recortados) de cada parcela de seis hileras
- Verifique que la información en la etiqueta de la bolsa y en la etiqueta de la parcela sean iguales. Luego coloque la semilla cosechada de la parcela y la etiqueta de esa parcela en la bolsa de cosecha previamente rotulada
- Para reducir el riesgo de daño por aves, de dispersión de la semilla y de germinación prematura en condiciones de alta precipitación, corte y ate en un haz las espigas de cada accesión, a más tardar una semana después de su maduración. Rotule cada atado con

una etiqueta incluyendo el número de código del banco de germoplasma y el número de identificación de la parcela. Seque los atados en un sitio cubierto y bien ventilado.

- Trille la semilla con una trilladora estacionaria o con una combinada
- Limpie la trilladora o la combinada meticulosamente después de cosechar cada parcela
- Seque el grano hasta una humedad uniforme del 12% usando aire ambiente (sin calentar), antes de pesarlo y almacenarlo para su acondicionamiento posterior
- Tenga especial cuidado cuando trille cebada y avena desnudas, pues generalmente su embrión es más susceptible al daño o a la remoción mecánica que el de las accesiones de trigo o de cereales con cáscara
- En los parientes silvestres, en donde la dispersión de semilla es espontánea y la maduración dispereja, puede ser necesario hacer varias cosechas manuales para lograr cosechar en el momento en que cada planta ha alcanzado la madurez óptima y así reducir la pérdida de semilla. Coseche las espigas de estos materiales temprano en la mañana y día de por medio.

Manejo poscosecha

Limpieza de semillas

- Remueva del grano cosechado broza, paja, semillas enfermas, semillas partidas, semillas de malezas y polvo, usando una venteadora
- Limpie la venteadora meticulosamente después de limpiar cada accesión
- Antes del almacenamiento en frío, fumigue las semillas para prevenir el ataque de insectos.

Secamiento de semillas

- Secamiento primario para almacenamiento a corto plazo: Mantenga las semillas cosechadas en bolsas de tela o papel en un sitio seco y protegido de la lluvia y los roedores. Seque las semillas en un sitio bien ventilado a temperatura no mayor a 35°C y hasta que su contenido de humedad sea del 12 al 15%
- Secamiento secundario para almacenamiento a largo plazo: Coloque las bolsas de tela o papel en un cuarto fresco y seco a una temperatura entre 10 y 25°C y a una humedad relativa del 10 al 15%, durante 6 a 8 semanas, hasta que las semillas alcancen un contenido de humedad en equilibrio entre el 5 y el 8%. Si no dispone de una cámara de secamiento, seque las semillas hasta que su contenido de humedad esté entre el 5 y el 8% utilizando gel de sílice o cualquier otro desecante apropiado.

Empaque de la semilla

- Empaque las semillas en recipientes a prueba de aire y humedad (para almacenar colecciones a largo plazo se recomienda usar bolsas de aluminio laminado, mientras que para conservar colecciones activas a mediano plazo se recomiendan los envases plásticos o de vidrio con tapa de rosca)
 - Las colecciones que se van a conservar a largo plazo deben tener de 1250 a 2500 semillas, o de 50 a 100 g de semillas por accesión
 - Las colecciones activas que se van a conservar a mediano plazo deben tener de 5000 a 7500 semillas viables (200 a 300g por accesión), o una cantidad mayor en el caso de accesiones genéticamente heterogéneas
 - Las muestras de los duplicados de seguridad deben contener cerca de 500 semillas (10 a 20 g)

- Extraiga el exceso de aire del recipiente y ciérrelo herméticamente
- Durante el acondicionamiento de las semillas, verifique las características de las semillas comparándolas con los datos de pasaporte y caracterización, para asegurar la correcta identidad de la accesión en cuanto a taxón, textura y color de la semilla
- No utilice fungicidas o insecticidas en el almacenamiento de semillas a largo plazo pues estos químicos generalmente reducen la viabilidad de las semillas
- Empaque una cantidad determinada de recipientes en cajas y codifique cada caja de acuerdo con su contenido y ubicación en el cuarto de almacenamiento del banco
- El uso del código de barras en cada recipiente facilita el manejo del banco de germoplasma y reduce la probabilidad de cometer errores humanos.

Inspección de la sanidad del germoplasma

- Antes de incorporar accesiones en su colección, inspeccione si hay presencia de enfermedades cuarentenarias transmitidas por la semilla. Todas las accesiones para distribución deben estar sanas para cumplir con las regulaciones fitosanitarias y evitar la propagación de enfermedades.

Plagas y enfermedades comunes transmitidas por la semilla

Trigos y Triticale	Cebada	Avena
Alternariosis del trigo (<i>Alternaria tritricina</i>)		
Cornezuelo del centeno (<i>Claviceps purpurea</i>)	Cornezuelo del centeno o diente de caballo (<i>Claviceps purpurea</i>) Rincosporiosis o mancha foliar de los cereales (<i>Rhynchosporium secalis</i>)	Cornezuelo del centeno o diente de caballo (<i>Claviceps purpurea</i>)
Mildeo de los cereales (<i>Sclerospora macrospora</i>)		
Carbón parcial (<i>Tilletia indica</i>)		
Tizón o carbón común [<i>Tilletia tritici</i> (= <i>T. caries</i>) y <i>T. laevis</i> (= <i>T. foetida</i>)]		
Carbón de bandera [<i>Urocystis agropyri</i> (= <i>U. tritici</i>)]		
Carbón del enanismo (<i>Tilletia controversa</i>)	Caries enana del trigo [<i>Tilletia controversa</i> (= <i>T. panicii</i> , <i>T. hordei</i>)]	
	Carbón cubierto de la cebada (<i>Ustilago hordei</i>)	Carbón cubierto de la avena [<i>Ustilago segetum</i> (= <i>U. kolleri</i>)]
	Carbón desnudo de la avena (<i>Ustilago nigra</i>)	
Carbón volador (<i>Ustilago tritici</i>)	Carbón desnudo o volador de la cebada (<i>Ustilago nuda</i>)	Carbón desnudo de la avena (<i>Ustilago avenae</i>)
Rayado bacteriano o espiga negra (<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>undulosa</i>)	Rayado bacteriano o espiga negra (<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>undulosa</i>)	Rayado bacteriano o espiga negra (<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>undulosa</i>)
Virus del mosaico estriado del trigo (<i>Wheat streak mosaic virus</i> , WSMV)		
	Virus del mosaico rayado de la cebada (<i>Barley stripe mosaic virus</i> , BSMV)	
Anguillado del trigo (<i>Anguina tritici</i>)		

Condiciones de almacenamiento

- Almacene los recipientes de las accesiones herméticamente sellados a una temperatura tan baja como sea posible: de 0 a 2°C para almacenamiento activo a mediano plazo, y de -18 a -20°C para almacenamiento a largo plazo.

Duplicado de seguridad

- Las accesiones de su colección son vulnerables a un amplio rango de amenazas, tales como falta de financiación, fallas de los equipos, errores en la regeneración, rotación del personal calificado, cambio de las prioridades institucionales, desórdenes civiles y catástrofes naturales.
- Variedades únicas se pierden cada vez que se presenta un desastre, por tanto el mantenimiento de duplicados de seguridad de su colección en lugares fuera de las instalaciones de su institución es una póliza de seguro para la colección y para el abastecimiento mundial de alimentos.

Igualmente, se invita a todos los bancos de germoplasma a usar la Bóveda Mundial de Semillas de Svalbard como 'caja negra' para conservar los duplicados de seguridad. Las directrices para depositar semillas se pueden solicitar en la siguiente dirección electrónica: sgsv@nordgen.org.

Monitoreo de la identidad de las accesiones

- A medida que se regeneran los materiales, verifique que sean genuinos al tipo, usando descriptores del pasaporte, colecciones de semillas de referencia comparativa, rasgos mínimos de caracterización, el respectivo espécimen en el herbario y documentación fotográfica. La accesión debe descartarse si sus características no coinciden con las de la accesión original.
- Conserve las accesiones fenotípicamente heterogéneas (frecuentemente éste es el caso con las razas originales o las poblaciones de parientes silvestres), tal como se reciben.
 - Durante la multiplicación inicial, tome submuestras separadas de las cabeceras de las hileras (espigas individuales de distintas plantas) y regenérelas separadamente
 - Identifique las líneas puras de las submuestras como derivados de la accesión heterogénea inicial, relacionándolas con el número de identificación de la accesión del progenitor original
 - Si se presentan dudas sobre el número de submuestras requeridas, es preferible estimar en exceso para asegurar el mantenimiento de la mayor cantidad posible de diversidad potencialmente útil de la población original.

Documentación de la información durante la regeneración

Recolecte la siguiente información durante la regeneración, con base en los descriptores de pasaporte para diversos cultivos (FAO/IPGRI 2001).

- Detalles del donante (número, nombre, institución, país)
- Estatus del Acuerdo de Adquisición de Germoplasma (AAG).
- Estatus del Acuerdo Estándar de Transferencia de Materiales (AETM) o estatus del Acuerdo de Transferencia de Materiales (ATM)
- Género, especie y taxonomía subespecífica
- Número(s) de identificación de la accesión
- Nombre(s)

- Pedigrí de la ascendencia de la accesión, información histórica de cruces y selección
- Estatus biológico: silvestre, cultivar tradicional o raza, material de investigación o de mejoramiento, cultivar mejorado, otro, o desconocido.
- País de origen
- Información sobre la expedición de recolección
- Nombre del recolector o del mejorador y su filiación institucional
- Número de recolección o mejoramiento
- Latitud, longitud y altitud del sitio de recolección
- Descripción del sitio de recolección
- Fecha y lugar de las regeneraciones.

Caracteres mínimos de evaluación y caracterización requeridos

Trigos y triticale	Cebada	Avena
hábito de crecimiento	hábito de crecimiento	hábito de crecimiento
días a la emergencia de la espiga	días a la emergencia de la espiga	días a la emergencia de la espiga
altura de la planta	altura de la planta número de hilera de la espiga	altura de la planta
		tipo de panícula densidad de la panícula
tipo de arista	tipo de arista	tipo de arista
color de la arista	caducidad de la arista	
color de las glumas	color de la lema	color de la lema
cobertura de la cáscara	cobertura de la cáscara	cobertura de la cáscara
peso de mil semillas	peso de mil semillas	peso de mil semillas
color del grano	color de la aleurona	

Los métodos y las escalas estándar para registrar los rasgos de los descriptores se pueden encontrar para cada cultivo bajo la sección 'Lista de Descriptores' en: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/croplist.pl>.

Referencias y lecturas adicionales

Breese EL. 1989. Regeneration and multiplication of germplasm resources in seed genebanks: The scientific background. International Board for Plant Genetic Resources, Roma, Italia.

Cook RJ, Veseth RJ. 1991. Wheat Health Management. APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, EE.UU.

Engels JMM, Visser L, editores. 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales de Bioversity para bancos de germoplasma No. 6. Bioversity International, Roma, Italia. Disponible en la dirección [http://www.bioversityinternational.org/nc/publications/publications/publications/?user_bioversitypublications_pi1\[showUid\]=3121](http://www.bioversityinternational.org/nc/publications/publications/publications/?user_bioversitypublications_pi1[showUid]=3121). (Vínculo válido el 15 de octubre de 2008).

FAO/IPGRI. 1994. Normas para bancos de genes. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Disponible en la dirección http://www.bioversityinternational.org/publications/pubfile.asp?ID_PUB=1250. (Vínculo válido el 15 de octubre de 2008).

- FAO/IPGRI. 2001. Lista de descriptores de pasaporte para cultivos múltiples. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. Disponible en la dirección http://www.bioversityinternational.org/nc/publications/publication/?user_bioversitypublications_pi1%5BshowUid%5D=3133. (Vínculo válido el 15 de octubre 2008).
- IBPGR. 1985. Descriptors for wheat (*Triticum* spp.), revised. International Board for Plant Genetic Resources, Roma, Italia. Disponible en la dirección <http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/303.pdf> (Vínculo válido el 16 de agosto 2008).
- IBPGR. 1985. Oat descriptors. International Board for Plant Genetic Resources. Roma, Italia. Disponible en la dirección http://www.bioversityinternational.org/publications/Web_version/146/begin.htm#Contents. (Vínculo válido el 16 de agosto 2008).
- IPGRI. 1994. Descriptors for barley (*Hordeum vulgare* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia. Disponible en la dirección <http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/333.pdf>. (Vínculo válido el 16 de agosto 2008).
- ISTA. 2008. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. ISTA Secretariat, CH-Suiza.
- Lehmann ChO, Mansfeld R. 1957. Zur Technik der Sortimentserhaltung [On the technique for collection-maintenance]. Kulturpflanze 5:108-138.
- Mathre DE, editor. 1997. Compendium of Barley Diseases, 2nd edition. APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, EE.UU.
- Mezzalama ML, Gilchrist L, McNab A. 2001. Seed health: rules and regulations for the safe movement of germplasm. CIMMYT, Mexico D.F., Mexico.
- Wiese MV. 1987. Compendium of Wheat Diseases, 2^a edición. APS Press, The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, EE.UU.

Reconocimientos

El autor desea reconocer los aportes de Harold Bockelman, USDA Small Grains Collection, EE.UU.; Monica Mezzalama, Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) Laboratorio de Sanidad de Semillas, México e Imke Thormann, Bioversity International, Italia. El contenido científico de esta guía fue revisado por Axel Diederichsen, Plant Gene Resources of Canada; Christoph U. Germeier, Julius Kuehn Institute, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Alemania; Igor Loskutov, N.I.Vavilov Research Institute of Plant Industry (VIR), Rusia; y Jan Valkoun, vinculado anteriormente al International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) y actualmente retirado.

Cómo citar esta publicación

Payne T.S., Amri A., Humeid B. and Rukhkyan N. 2008. Guías para la regeneración de germoplasma: cereales de grano pequeño. En: Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 12 pp.



1 Razas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en caracterización por tolerancia a la sequía, en Obregón, México.
Ana María Sánchez/CIMMYT

2 Parcelas de avena roja silvestre (*Avena sterilis* L.) separadas por plantas de girasol para protegerlas del viento.
Axel Diederichsen/Plant Gene Resources of Canada

3 Panícula de avena silvestre en una bolsa de glassine para evitar la pérdida de semilla.
Axel Diederichsen/Plant Gene Resources of Canada



