

MATERIALES PARA CAPACITACIÓN EN SEMILLAS

Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas

Publicado por
la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
y
AfricaSeeds
Roma, 2019

Cita requerida:

FAO y AfricaSeeds. 2019. *Materiales para capacitación en semillas - Módulo 3: Control de calidad y certificación de semillas*. Roma.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ni de la AfricaSeeds juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO o la AfricaSeeds los aprueben o recomienden de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO ni de la AfricaSeeds.

ISBN 978-92-5-131869-0

© FAO, 2019



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: "La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en [idioma] será el texto autorizado".

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

Índice

PROLOGO	V
AGRADECIMIENTOS	VII
ACRÓNIMOS	IX
INTRODUCCIÓN	1
1 CALIDAD DE LAS SEMILLAS	3
¿Qué es la calidad de las semillas?	5
¿Qué son las semillas de calidad?	6
Tipos de semillas de calidad	7
Factores que repercuten en la producción de semillas de buena calidad	8
Función de la calidad de la semilla en la producción agrícola	8
Medición de los atributos de calidad de las semillas	9
2 MUESTREO DE SEMILLAS	11
Procedimientos de muestreo de lotes de semillas	13
Recoger una muestra primaria	15
Instrumentos para la toma de muestras	16
Obtener una muestra compuesta	19
Obtener una muestra a enviar	19
Obtener una muestra de trabajo	20
Peso mínimo de la muestra de trabajo	21
Métodos para la obtención de muestras de trabajo	22
3 ANÁLISIS DE SEMILLAS	25
Porqué es importante el análisis de las semillas	27
Función del laboratorio de análisis de semillas	27
Secciones técnicas del laboratorio	28
Equipos de laboratorio, calibración y mantenimiento	28
Documentos de trabajo del laboratorio	28
Procedimientos del análisis de semillas en el laboratorio	29
Recepción y registro de las muestras	29
Análisis de la pureza física	30
Determinación de otras semillas por el número	32
Prueba de germinación	34
Prueba de viabilidad con tetrazolio	39
Prueba de vigor	40
Determinación del contenido de humedad	46
Análisis sanitario de las semillas	48
Análisis de pureza de las variedades	53
Almacenamiento de las muestras	56

4	PROPÓSITO Y ORGANIZACIÓN DE LA GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS SEMILLAS	59
	¿Qué es la garantía de calidad de las semillas?	61
	¿Qué es la certificación de semillas?	61
	Registro de Variedades	62
	Prueba DHE	63
	Análisis VCU	63
	Proceso de certificación de semillas	65
	Organización de un programa de certificación de semillas	66
	Organismo de certificación de semillas	66
	Clases de semillas	66
	Normas para la certificación de semillas	69
	Emisión de etiquetas oficiales	74
5	PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS DE CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS	75
	Elegibilidad para la certificación	77
	Inspectores agrícolas	77
	Procedimiento de la inspección agrícola	79
	Método de inspección	79
	Autenticación de semillas sembradas	79
	Evaluación general del cultivo	80
	Evaluación detallada del cultivo	81
	Cifra de rechazos	85
	Terminar el informe de inspección	85
	Parcelas de control	86
	¿Qué es la pureza varietal?	86
	Propósito de las parcelas de control	86
	Ubicación y gestión de la parcela de control	87
	Uso de las parcelas de control	88
6	ASPECTOS DE GESTIÓN Y CONSIDERACIONES INTERNACIONALES DE LA CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS	93
	Tipos de garantías de calidad de las semillas y sistemas de control	95
	Sistemas de certificación	95
	Sistemas de la FAO de semillas de calidad declarada y de material de propagación de calidad declarada	96
	Etiquetado de veracidad	97
	Sistemas internacionales de certificación de semillas	98
	Los sistemas de semillas de la OCDE	98
	Sistemas de semillas de la AOSCA	100
	Sistemas de semillas de calidad declarada y de material de propagación de calidad declarada	100
	Certificados de análisis de semillas de la ISTA	101
	Acuerdos institucionales y apoyo para la certificación de semillas	102
	BIBLIOGRAFÍA	105

Prologo

La comunidad global, a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se ha comprometido a lograr un mundo libre de hambre para el año 2030. Eso requerirá una producción sostenible de aproximadamente 60 por ciento más de alimento que en el presente, alimento que debe ser nutritivo y seguro, y producido de forma que no dañe el medio ambiente. En la mayoría de los escenarios, no existen recursos extra de tierra o agua para dedicarlos a incrementar la producción agrícola. De hecho, la forma de lograr el objetivo es a través de una mejora de la productividad en forma sostenible. Esto significa producir más rendimiento con menos insumos externos. Para apoyar esto, los agricultores necesitan utilizar variedades adaptadas.

La FAO y sus asociados trabajan con los países para aumentar el uso de semillas de calidad y material de plantación de variedades adaptadas, particularmente por parte de pequeños agricultores y agricultura familiar con bajos recursos, que son quienes producen la mayoría del alimento consumido por comunidades vulnerables en países en desarrollo.

El sistema de semillas de un país es concebido como una cadena de valor compuesta por componentes interrelacionados, desde el desarrollo de variedades adaptadas y nutritivas y su adopción por parte de los agricultores, su producción y distribución, incluidas las ventas de semilla y material de plantación de calidad, hasta la utilización de esos insumos por los agricultores. El funcionamiento efectivo de la cadena de valor, promovida por la aplicación de las leyes y políticas nacionales de semillas, estrategias, planes de acción y reglamentos, depende en gran medida de la habilidad con que los agricultores sean capaces de poner en práctica el conocimiento y técnicas que se necesitan para la producción de semilla y material de plantación de calidad.

Este material de capacitación en semillas ha sido desarrollado para apoyar a técnicos en toda la cadena de valor, para que puedan adquirir el conocimiento y técnicas necesarias para poder producir y distribuir semillas y material de plantación de calidad de variedades adaptadas para los agricultores. El material de capacitación está diseñado principalmente para desarrollo de capacidades, especialmente para pequeños agricultores y pequeñas o medianas empresas semilleras. Contiene 6 módulos interrelacionados. Estos módulos abordan: la formación de empresas semilleras de pequeños agricultores, el procesamiento de semillas, el control de calidad, el almacenaje y el mercadeo de semillas. También fue producido un módulo sobre aspectos regulatorios. Estos módulos de fácil lectura podrán también ser útiles para responsables políticos u otros técnicos interesados en una mejor comprensión de un sistema de semillas efectivo.

Hans Dreyer

Director de la División de Protección y Producción Vegetal

Agradecimientos

Este módulo fue producido por el equipo de Semillas y Recursos Genéticos de la División de Protección y Producción Vegetal, bajo la dirección de Chikelu Mba (Líder del equipo)

AUTORES

Mohammed Tazi (Consultor Internacional), Gerry Hall (Universidad de Edinburgo), Guillaume Sika (Consultor Internacional) y Samuel Kugbei (ex Oficial Senior de la FAO)

REVISIÓN TÉCNICA

El texto fue revisado por Michael Turner (Consultor Internacional) y Wilson Hugo (FAO). También se benefició de los insumos y comentarios de expertos de países en África que participaron de un taller organizado por AfricaSeeds en Abidjan, Costa de Marfil.

APOYO EDITORIAL

Hamza Bahri y Diana Gutierrez Méndez (FAO) coordinó la edición de idiomas, ilustraciones y estilo. Ruth Duffy editó el documento, Shalis Stevens realizó las figuras e ilustraciones y Davide Moretti (Art & Design) realizó el diseño de la publicación.

Acrónimos

AOSA	Asociación de Analistas Oficiales de Semilla
AOSCA	Asociación de Agencias Oficiales de Certificación
DHE	Distinto, Homogéneo y Estable
CE	Conductividad Eléctrica
ELISA	Ensayo de Inmunoabsorción ligado a Enzimas
UE	Unión Europea
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ISTA	Asociación Internacional de Analistas de Semillas
ONG	Organización No Gubernamental
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
PCR	Reacción de Polimerasa en Cadena
SPV	Semilla Pura Viva
QDPM	Material de Plantación de Calidad Declarada
QDS	Semilla de Calidad Declarada
TSW	PMS Peso de mil Semillas
UPOV	Unión Internacional para la Protección de Variedades Vegetales
VCU	Valor de cultivo y uso.

Introducción

Las semillas de calidad son el combustible del desarrollo agrícola, y la disponibilidad de semillas de calidad de una amplia gama de variedades de cultivos adaptados es la clave para alcanzar la seguridad alimentaria. Las semillas producidas con un sistema de control de calidad o de certificación son superiores porque son de variedades mejoradas, con pureza varietal, no están mezcladas con semillas de malezas y de otros cultivos, y por su elevado vigor, germinación y sanidad.

Este módulo de *Materiales para capacitación en semillas* está formulado para orientar y ayudar a los técnicos, productores de semillas y otras partes interesadas en la creación y ejecución de programas de gestión de calidad de semillas. Explica los principios y elementos fundamentales de la garantía de calidad y certificación de semillas, y se basa en las directrices de las organizaciones internacionales participantes en la certificación de semillas y actividades afines, como la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la Asociación de Agencias Oficiales de Certificación de Semillas (AOSCA), la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA), y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

El módulo consta de seis capítulos. Cada capítulo se complementa con ejercicios formulados para promover el debate y la reflexión conjunta durante las sesiones de capacitación. En el **capítulo 1** se explica qué significa "semillas de calidad", y la función de la calidad de las semillas en la producción de cultivos. También se explican los principales atributos de la calidad y los factores que repercuten en la calidad de las semillas.

En el **capítulo 2** se exponen los procedimientos de muestreo de un lote de semillas en el almacén y cómo obtener muestras de trabajo en el laboratorio de semillas.

En el **capítulo 3** se presentan en detalle las mediciones de los atributos de la calidad de las semillas, relacionados con: (i) el análisis de pureza, (ii) test de germinación, (iii) determinación del contenido de humedad, (iv) prueba de viabilidad, (v) prueba del vigor (vi), análisis sanitario de la semilla (vii) y verificación de la variedad.

En el **capítulo 4** se describen el propósito y la organización de la garantía y control de calidad de las semillas. Se explica el proceso de certificación de semillas, el organismo de certificación de semillas y sus actividades, la lista de variedades nacionales y los requisitos técnicos para la producción de semillas certificadas. Los temas tratados comprenden: selección del sitio, preparación de la tierra, material de plantación, siembra, eliminación de malezas, gestión de la cosecha, secado, procesamiento, transporte y almacenamiento.

El **capítulo 5** describe el proceso de certificación de semillas y los procedimientos necesarios para supervisar la calidad de las semillas durante el proceso de multiplicación. Se presta atención en especial a dos procedimientos principales –las parcelas de control y la inspección del terreno – diseñados para comprobar la integridad de una variedad en las diferentes etapas del proceso de producción de semillas.

El **capítulo 6** abarca importantes aspectos de gestión, así como consideraciones internacionales de la certificación de semillas, con atención a los diferentes aspectos de los sistemas de garantía y control de calidad de las semillas, incluidos la certificación obligatoria y voluntaria y un etiquetado verídico. Se presentan los sistemas de semillas de la OCDE y AOSCA, el sistema de semillas de la FAO de calidad declarada y la función que desempeña la ISTA.

①

Calidad de las semillas





Figura 1.1 Agricultor seleccionando semillas

Calidad de las semillas

1

notes

Calidad de las semillas puede significar cosas diferentes, de acuerdo a la interpretación de "calidad". Es importante comprender las diferencias entre "calidad de las semillas", "variedad de cultivo" y "semillas de calidad". Para que las variedades nuevas desplieguen su óptimo potencial en el campo, es indispensable seguir las **prácticas agrícolas recomendadas**, incluida la utilización oportuna de **semillas de calidad**. La adopción y difusión de nuevas variedades depende de la calidad de las semillas que se ofrecen a los agricultores. No es posible obtener un alto rendimiento de una variedad maravillosa sembrando semillas de baja calidad de esa variedad: es la calidad de la semilla la que determina a fin de cuentas la densidad de las plantas en el campo y el número de plantas establecidas por hectárea.

¿QUÉ ES LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS?

Calidad de semillas es un concepto: expresa el grado en que un determinado lote de semillas cumple las normas establecidas respecto a ciertos atributos que determinan la calidad de las semillas.

Un **lote de semillas** puede definirse como una cantidad determinada de semillas de una variedad, de origen y trayectoria conocidos, que está registrado con un número de referencia único en un sistema de garantía de calidad de las semillas.

Parámetros de los atributos de calidad de las semillas:

- **Genético:** se refiere a las características genéticas específicas de la variedad de la semilla (pureza genética).
- **Físico:** tiene que ver con la condición de la semilla en el lote de específico de semillas (pureza física, presencia de otras semillas y contenido de humedad).
- **Fisiológico:** se refiere al rendimiento de las semillas (germinación, viabilidad y vigor).
- **Sanidad:** se refiere a la presencia de enfermedades y plagas en un lote de semillas.

Atributos de calidad de las semillas:

- **Pureza genética:** es la proporción de semilla en un lote que corresponde a la variedad declarada. La pureza genética tiene un efecto directo en el rendimiento final. La autenticidad por lo general se determina verificando los registros de la procedencia de las semillas para comprobar sus orígenes y trayectoria y los conteos de plantas fuera de tipo en campo. De otra forma, es posible efectuar parcelas de control.
- **Pureza física:** es la proporción de semilla pura en un lote, una vez identificados los contaminantes como materia inerte, malezas y semillas de otros cultivos. El componente de las semillas puras, aunado a la capacidad de germinación, determinan el valor para la siembra.
- **Capacidad de germinación:** una indicación de la proporción de semillas vivas capaces de producir plántulas normales.

notas

Tanto la pureza física como la germinación de las semillas repercuten profundamente en el rendimiento y determinan el **valor para la siembra** de las semillas. El valor para la siembra (porcentaje de semillas puras vivas) determina el verdadero valor de un lote de semillas para la producción agrícola. Únicamente las **semillas puras vivas producen plantas** y, por consiguiente, deberá calcularse con el fin de ajustar la densidad de siembra, según sea necesario.

$\text{Semillas puras vivas (\%)} = \text{semillas puras (\%)} \times \text{germinación (\%)}$

Ejemplo: Si la etiqueta de una bolsa de semillas indica una germinación del 80% y una pureza del 95%,

$\text{Semillas puras vivas} = (80 \times 95) / 100 = 76\%$

Por lo tanto, el lote de semillas contiene 76 kg de semillas vivas efectivas por cada 100 kg.

- **Contenido de humedad: es la proporción de humedad de las semillas. Secar la semilla hasta obtener un** nivel de humedad inocuo es decisivo para mantener la germinación y viabilidad de las semillas durante el almacenamiento.
- **Vigor de las semillas:** definida por la ISTA (1995) como "la suma total de las propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y rendimiento de la semilla o lote de semillas durante la germinación y crecimiento de plántulas". En todo lote de semillas, la pérdida de vigor de las semillas se refiere a una reducción de la capacidad de las semillas para llevar a cabo las funciones fisiológicas que les permiten desempeñarse.
- **Sanidad de las semillas:** una indicación de si las semillas están libres de patógenos, u enfermedades transmitidas por semillas o de insectos plaga.

La calidad de las semillas es la suma de estos atributos. Determina la aceptabilidad de las semillas para los compradores y el precio que están dispuestos a pagar por ellas. Las normas establecidas para estos atributos determinan si un lote específico de semillas se puede considerar de alta o de baja calidad. Las **semillas de alta calidad** tienen:

- una elevada pureza genética;
- un alto porcentaje de germinación;
- una presencia mínima de materia inerte, malezas y semillas de otros cultivos; y
- ausencia de enfermedades.

Se prevé que las semillas de alta calidad produzcan plántulas normales que crezcan bien en el campo, ofrezcan al agricultor un cultivo uniforme y produzcan un alto rendimiento.

¿QUÉ SON LAS SEMILLAS DE CALIDAD?

Las semillas de calidad son genéticamente puras, se caracterizan por un elevado porcentaje de germinación y un contenido de humedad apropiado; están libres de enfermedades, tienen un alto contenido de semillas puras y no tienen semillas de malas hierbas.

Tipos de semillas de calidad

Las semillas de calidad son importantes tanto en el sector formal como en el informal. El **sector formal** abarca actividades específicas para ofrecer nuevas variedades y mantener su pureza; y para certificar y distribuir semillas a los agricultores a través de canales reconocidos de semillas. Las semillas de calidad se producen bajo supervisión, que puede variar de acuerdo a la clase o categoría de las semillas.

El **sector informal** - también conocido como sistema de semillas tradicional o campesino - no está reglamentado por el sector público. Las semillas se intercambian y truecan entre agricultores o se venden en el mercado local. Según Cromwell, Friis-Hansen y Turner (1992), el sistema informal se distingue por cinco características principales: se basa en la tradición, está semiestructurado, tiene funciones específicas en cada comunidad, utiliza una amplia variedad de mecanismos de intercambio y generalmente trata pequeñas cantidades de semillas que tengan una gran demanda entre los agricultores. Este sistema tradicional ha conservado las variedades locales y autóctonas durante cientos de años.

notas

Figura 1.2 Tomando una muestra de semillas para verificar la calidad después de la cosecha



notas

Factores que repercuten en la producción de semillas de buena calidad

Factores genéticos

La estructura genética determina las características, como el tamaño de la semilla y su densidad, que pueden influir en la calidad de las semillas.

Prácticas de producción

Las buenas prácticas de producción son esenciales:

- **Condiciones de siembra.** La producción de semillas de alta calidad puede fallar en condiciones adversas que ejerzan demasiadas presiones.
- **Uso de productos químicos.** Los daños fisiológicos en las plantas debidos a la aplicación de productos químicos no recomendados pueden producir un cultivo no apto para la inspección sobre el terreno. Además, las sustancias químicas pueden quedarse en la semilla con efectos negativos en su germinación.
- **Momento y métodos de la cosecha.** Una cosecha demasiado prematura o demasiado demorada puede reducir la calidad de las semillas. Es fundamental cosechar las semillas en cuanto el contenido de humedad alcance un nivel inocuo para el almacenamiento (a menos que haya servicio de secado disponible).
- **Trilla, secado y procesamiento.** No limpiar las semillas puede reducir la calidad. La limpieza elimina o reduce los contaminantes no deseados (p.ej., semillas enfermas o inmaduras, semillas de malezas, materia inerte, semillas rotas o partidas, o semillas de otros cultivos). Secar a temperaturas demasiado elevadas –por lo general cuando se intenta secar rápidamente las semillas– puede afectar negativamente a la germinación de las semillas.
- **Almacenamiento de las semillas.** Unas condiciones inadecuadas pueden incrementar la tasa de deterioro. Un almacenamiento prolongado en condiciones que no sean óptimas (en cuanto a temperatura y humedad) da lugar a cambios fisiológicos, bioquímicos y citológicos en las semillas, que se traducen en un deterioro de la calidad.

Factores ambientales

Las condiciones de crecimiento en el momento de la siembra y durante el desarrollo y maduración de las semillas repercute en la producción de semillas de calidad. Las fluctuaciones de los factores ambientales afectan a los procesos fisiológicos y, en consecuencia, la calidad de las semillas. Las condiciones climáticas extremas, como un exceso de lluvias o sequías durante la floración, afectan el establecimiento de las semillas y producen bajos rendimientos.

FUNCIÓN DE LA CALIDAD DE LA SEMILLA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

La calidad de las semillas es fundamental en la producción agrícola. Para tener buenas cosechas (y por tanto una buena rentabilidad) es indispensable contar con semillas de alta calidad, y reducir así al mínimo la posibilidad de que no se dé la cosecha. Por el contrario, las semillas de origen desconocido pueden dar lugar a un establecimiento deficiente del cultivo, un desempeño insatisfactorio

en el campo y bajo rendimiento. Además, si la semilla está contaminada con especies indeseables o infectada con patógenos, los agricultores pueden tener que recurrir al uso de herbicidas o plaguicidas adicionales.

El **objetivo** de la evaluación de la calidad de las semillas es permitir una predicción razonable del rendimiento en el campo a fin de determinar su valor para la siembra. En la siembra, la información sobre el vigor de la semilla es útil para tomar decisiones de gestión, especialmente en condiciones negativas.

En cada nueva temporada de siembra, los agricultores se preguntan si es una buena inversión comprar semillas certificadas o semillas de alta calidad de una fuente reconocida. La respuesta es: en comparación con semillas de poca calidad, las semillas de gran calidad generalmente son más vigorosas, germinan mejor y más rápidamente, y producen plantas más uniformes, con un establecimiento vigoroso en diversas condiciones del campo, lo que a la larga da lugar a **mayores rendimientos**.

Además, saber que las plantas mostrarán las características agronómicas de la variedad seleccionada es necesario para los agricultores en el proceso de producción. Este mismo conocimiento puede ser decisivo para vender la semilla a un determinado mercado de calidad, cuando la variedad cultivada tiene las características de calidad industrial deseadas (adecuadas para hacer pan, cerveza, para la producción de aceites, etc.).

La explotación del potencial genético de una variedad, la obtención de un alto rendimiento por unidad de superficie, es la principal ventaja de utilizar semillas de buena calidad. **Otros beneficios** son:

- mayor productividad;
- eficiencia en el uso de los nutrientes y el agua;
- mayor resistencia a las plagas de insectos y las enfermedades;
- mayor tolerancia a factores ambientales (sequías, inundaciones, heladas, etc.); y
- mayor valor nutritivo.

En resumen, los agricultores que utilizan semillas de calidad pueden aprovechar todo el potencial de las variedades modernas de alto rendimiento.

MEDICIÓN DE LOS ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LAS SEMILLAS

Las normas o requisitos mínimos de calidad de las semillas generalmente son establecidos por la ley nacional de acuerdo a las normas y reglamentos en materia de semillas. Las normas mínimas sobre semillas (véase el capítulo 4) pueden ser independientes del sistema de certificación.

Los métodos normalizados de análisis de semillas de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA) se utilizan por lo general para medir los atributos de calidad de las semillas (véase el capítulo 3).

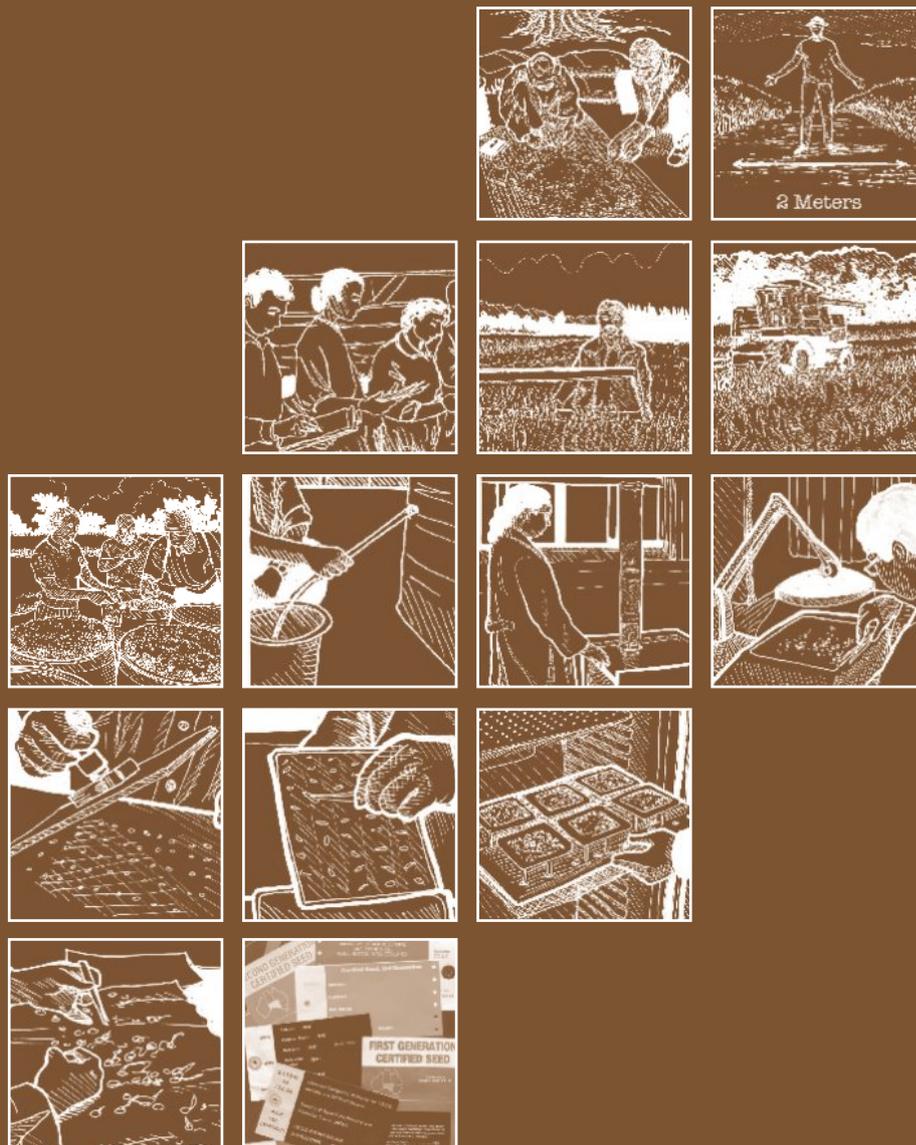
notas

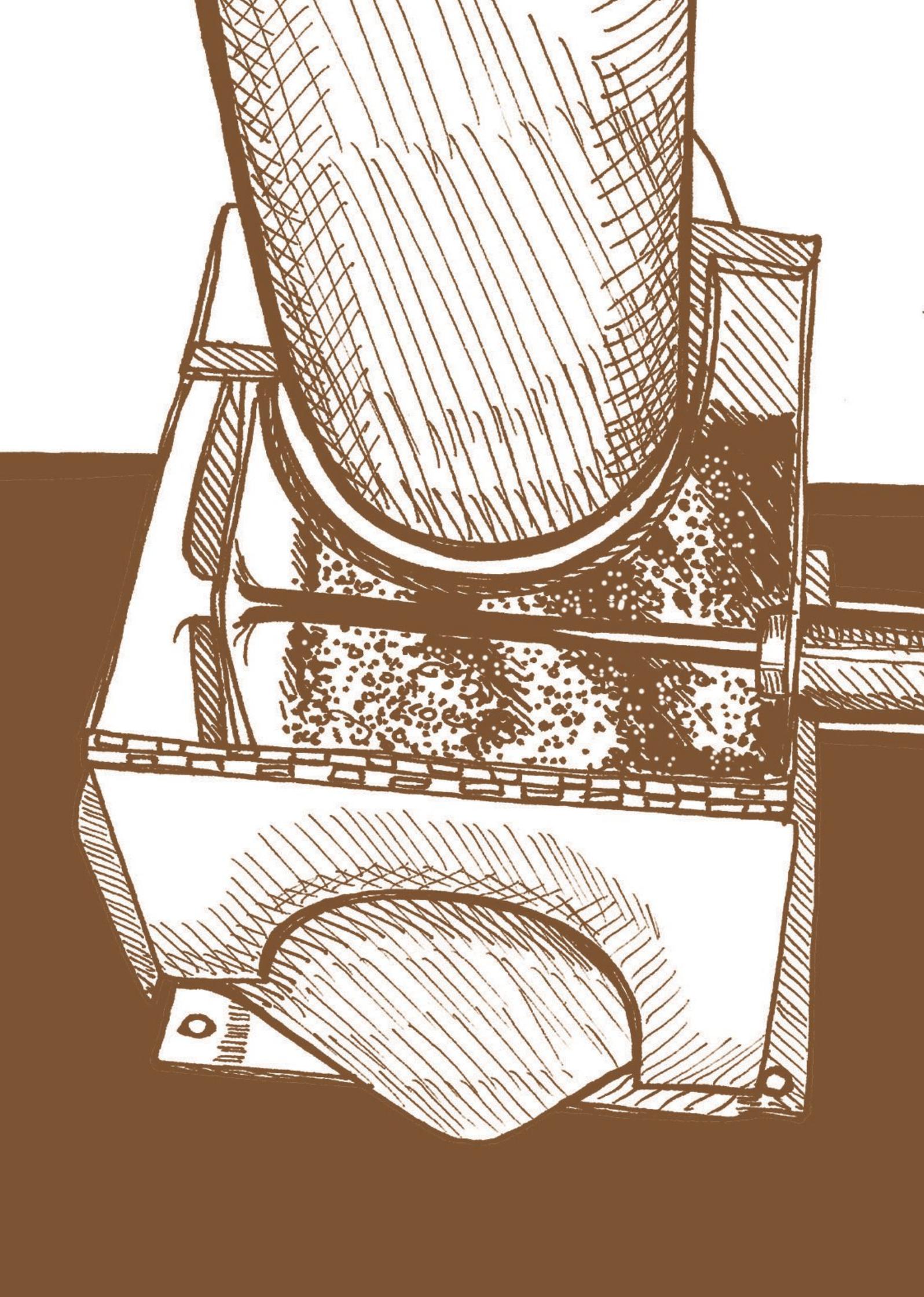
notas

EJERCICIOS Y TEMAS DEL DEBATE

1. ¿Cuáles son los atributos de calidad de las semillas?
2. ¿Qué es el valor de siembra? Se compraron semillas de un cultivo determinado con etiquetas que indican un 75% de germinación y 85% de pureza; si la relación de siembra es de 80 kg/ha, calcular la cantidad de semillas que se vayan a plantar en una hectárea (proporción ajustada de siembra).
3. ¿Cuáles son los factores que repercuten en la producción de semillas de buena calidad?
4. ¿Cuál es el principal objetivo a la hora de evaluar la calidad de las semillas?

② Muestreo de semillas





notas

Hay dos **organizaciones internacionales** con la finalidad de garantizar la uniformidad en el análisis de las semillas:

- La Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA), presente en 80 países de todo el mundo, tiene aproximadamente 218 laboratorios miembros y 127 laboratorios acreditados (1° de enero de 2015).
- La Asociación de Análisis Oficiales de Semillas (AOSA), una organización de laboratorios en los Estados Unidos y Canadá.

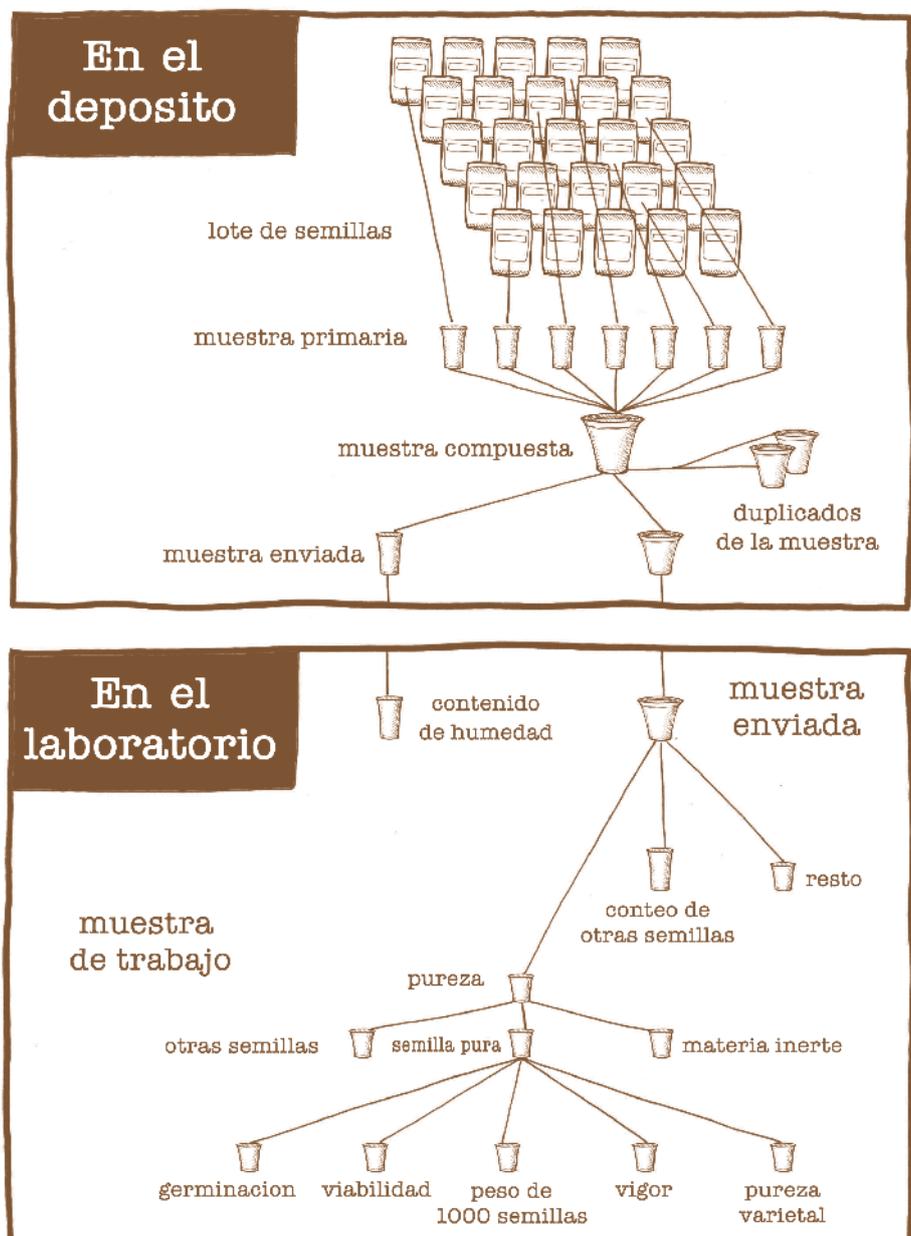


Gráfico 2.1 Plan de muestreo de la ISTA en el almacén y el laboratorio

notas

Instrumentos para la toma de muestras

Muestreo manual

Este método es apropiado para **todas las especies**. Además, puede ser el método más adecuado para las semillas que podrían dañarse con el uso de caladores, semillas con alas, semillas con bajo contenido de humedad, cintas y mantas de semillas (Imagen 2.2).

Figura 2.2 Muestreo manual

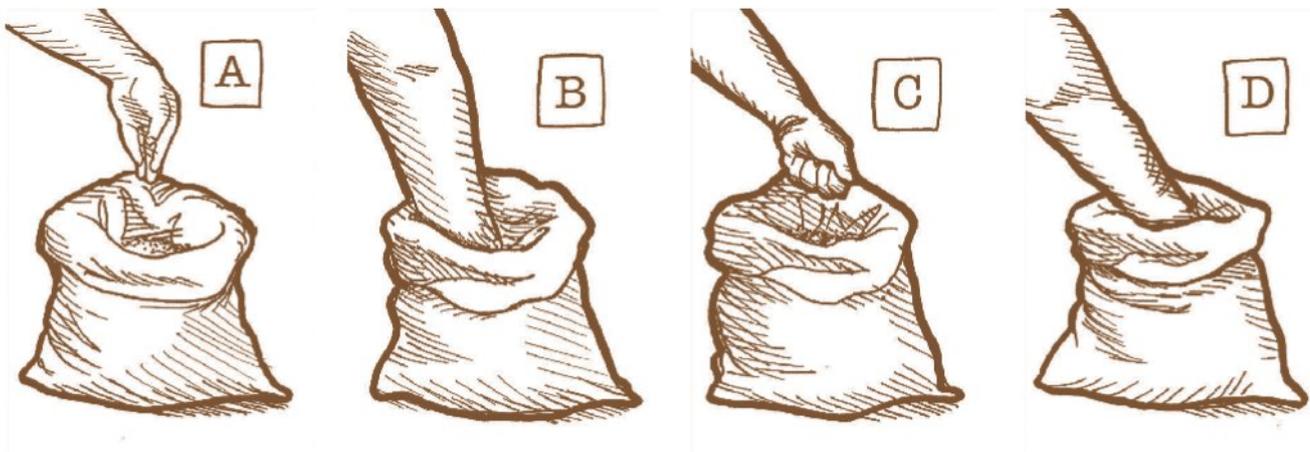
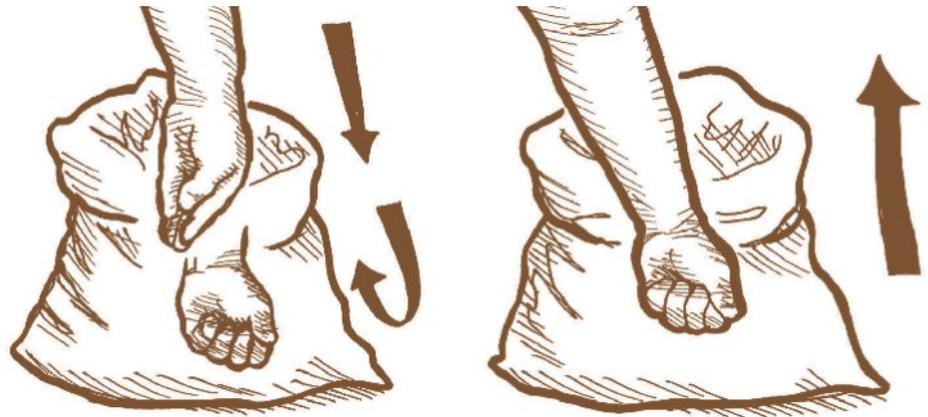
A) Introducir la mano abierta en el recipiente,

B) Cerrar la mano con semillas en su interior,

C) Retirar la mano, teniendo mucho cuidado de que los dedos permanezcan bien cerrados alrededor de las semillas para no soltarlas,

D) Cuando sean semillas tratadas, usar guantes adecuados

(ISTA, 2005)



Calador nobbe

El calador nobbe –o sonda dinámica– es un tubo puntiagudo con una abertura cerca del extremo en punta. La semilla pasa a través del tubo y se recoge en un recipiente.

Dimensiones del agujero:

- Ancho ≥ 2 veces el diámetro máximo de la semilla
- Longitud 2–5 veces el ancho del agujero

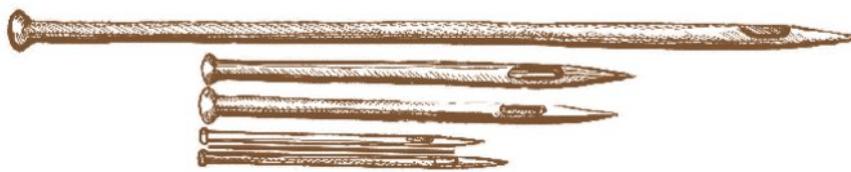


Figura 2.3 Caladores nobbe

Procedimiento con el calador nobbe:

- Introducir a un ángulo de aproximadamente 30° respecto al plano horizontal con la abertura hacia abajo.
- Presionar hasta que se alcance la posición deseada y girar 180° .
- Retirar con velocidad decreciente del contenedor.
- Agitar suavemente el calador para mantener un flujo uniforme de las semillas.
- Recoger la muestra de semillas del calador en un recipiente adecuado.

notas

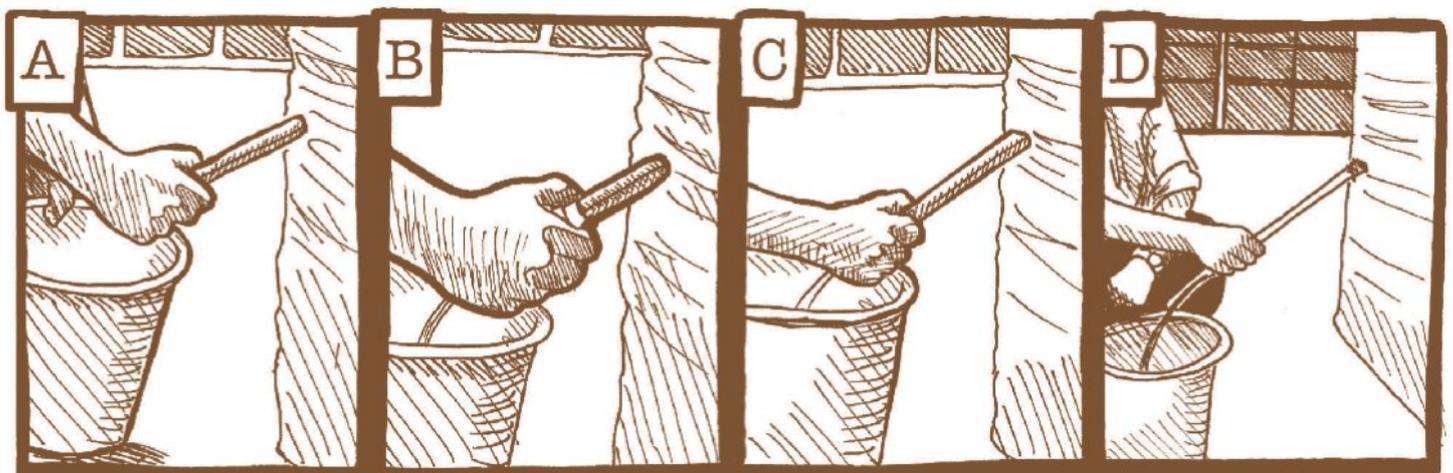


Figura 2.4 Uso de un calador nobbe

A) Introducir el calador en la bolsa con la abertura hacia abajo, B), C) y D) Girar el calador y retirarlo de la bolsa (ISTA, 2005).

notas

Calador de doble tubo

El calador de doble tubo –sonda muestreadora– consta de un tubo interno y otro externo. Algunos modelos tienen divisiones, mientras que otros solo tienen una cavidad. Las normas ISTA estipulan que una sonda sin divisiones solo se puede utilizar horizontalmente.

Muestreo automático de un caudal de semillas

Hay dispositivos para muestreo automático. Es importante asegurar que:

- se tome una muestra uniforme de toda la sección transversal del caudal de semillas; y
- el material que entra en el muestreador no se vuelva a salir.

La operación puede ser **manual** o **automática**. Los intervalos entre la toma de muestras primarias deberán ser constantes; sin embargo, también se pueden tomar muestras a intervalos aleatorios.

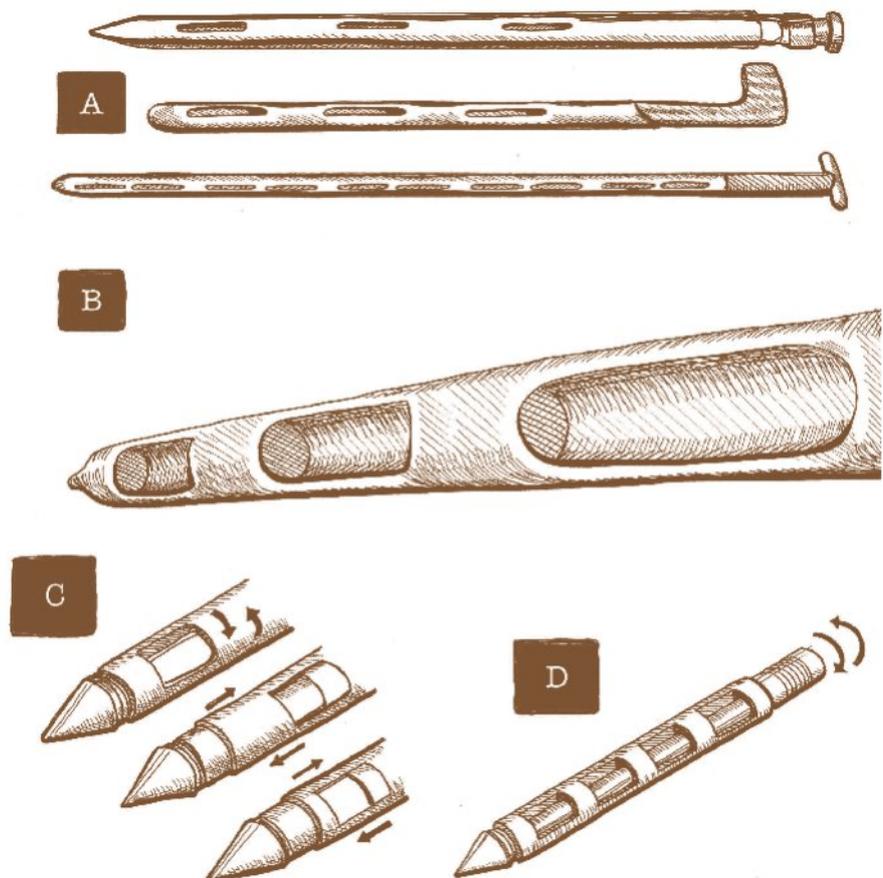


Figura 2.5 Sondas

A) Diferentes tipos,

B) Sonda con compartimentos para uso vertical,

C) Formas diferentes de abrir y cerrar la cámara,

D) Toda la sonda se abre y cierra girando los tubos (ISTA, 2005).

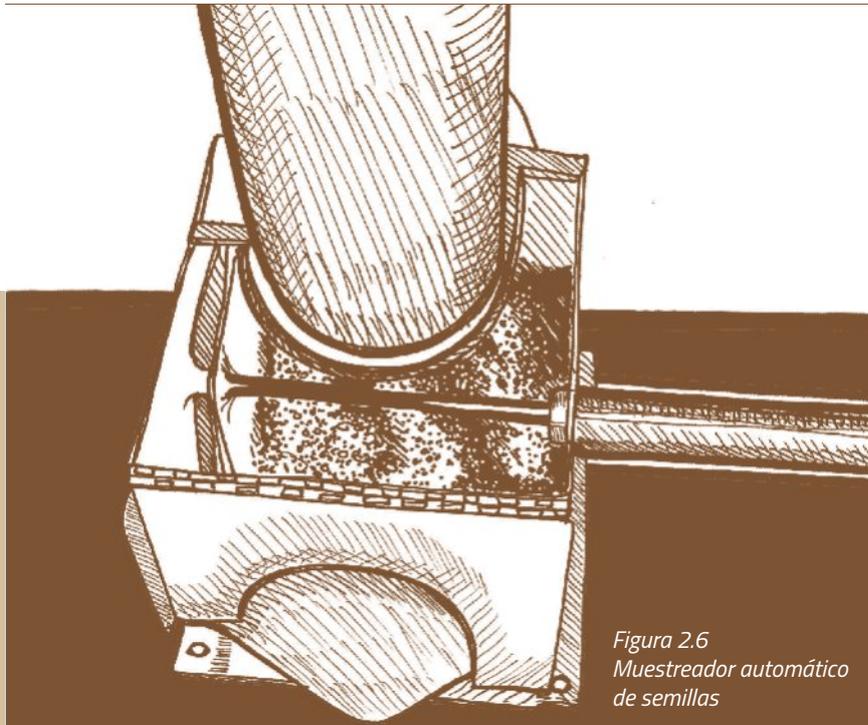


Figura 2.6
Muestreador automático
de semillas

notas

OBTENER UNA MUESTRA COMPUESTA

Para obtener una muestra compuesta, es necesario combinar y **mezclar todas las muestras primarias** tomadas del lote de semillas. Durante el muestreo, las muestras primarias se comparan para comprobar su homogeneidad. Si las muestras primarias son **uniformes**, se combinan para formar la muestra compuesta. De lo contrario, el procedimiento de muestreo se interrumpe.

Las muestras primarias a veces se toman directamente en un contenedor. El contenido de este contenedor se puede considerar la muestra compuesta solo si es uniforme. De lo contrario, no se utilice como muestra a enviar.

OBTENER UNA MUESTRA A ENVIAR

Una muestra a enviar es aquella que se **envía al laboratorio**. Puede comprender la totalidad de la muestra compuesta o una submuestra obtenida mediante uno o más métodos ISTA de reducción, como con la muestra de trabajo (ver más abajo).

El **envasado** depende de los requisitos específicos del análisis. Los recipientes adecuados son de tela limpia sin uso, bolsas de papel o sobres de papel manila de buena calidad. Cuando se va a analizar el contenido de humedad de la muestra, se debe utilizar un contenedor a prueba de humedad. Las muestras nunca deben quedar desprotegidas o expuestas a la humedad, el calor o la luz directa del sol.

Los contenedores se sellan para evitar alteraciones y se colocan etiquetas tanto dentro como fuera de la bolsa. Para asegurar que la muestra tenga información sobre el lote de semillas original, las etiquetas deben proporcionar toda la **información** necesaria, que comprende:

- el número de lote;
- la cantidad del lote;
- el número y tamaño de los recipientes muestreados;
- los nombres de las especies y variedades;
- la clase de semilla;
- el productor;
- el establecimiento de procesamiento de semillas (nombre y dirección);
- el análisis solicitado;
- lugar y fecha del muestreo; y
- nombre del muestreador.

notas

Hay un peso fijo mínimo para las muestras enviadas según la especie y de acuerdo a los análisis solicitados (Cuadro 2.2). Es importante enviar la muestra al laboratorio de análisis de semillas en forma segura, junto con el informe del muestreador. El muestreador siempre debe conservar una copia del informe de muestreo.

OBTENER UNA MUESTRA DE TRABAJO

La muestra de trabajo se forma en el laboratorio a partir de la muestra enviada usando un método adecuado de **reducción** (Imágenes 2.7 y 2.8). Esa es la muestra de trabajo que efectivamente **se somete a análisis**.

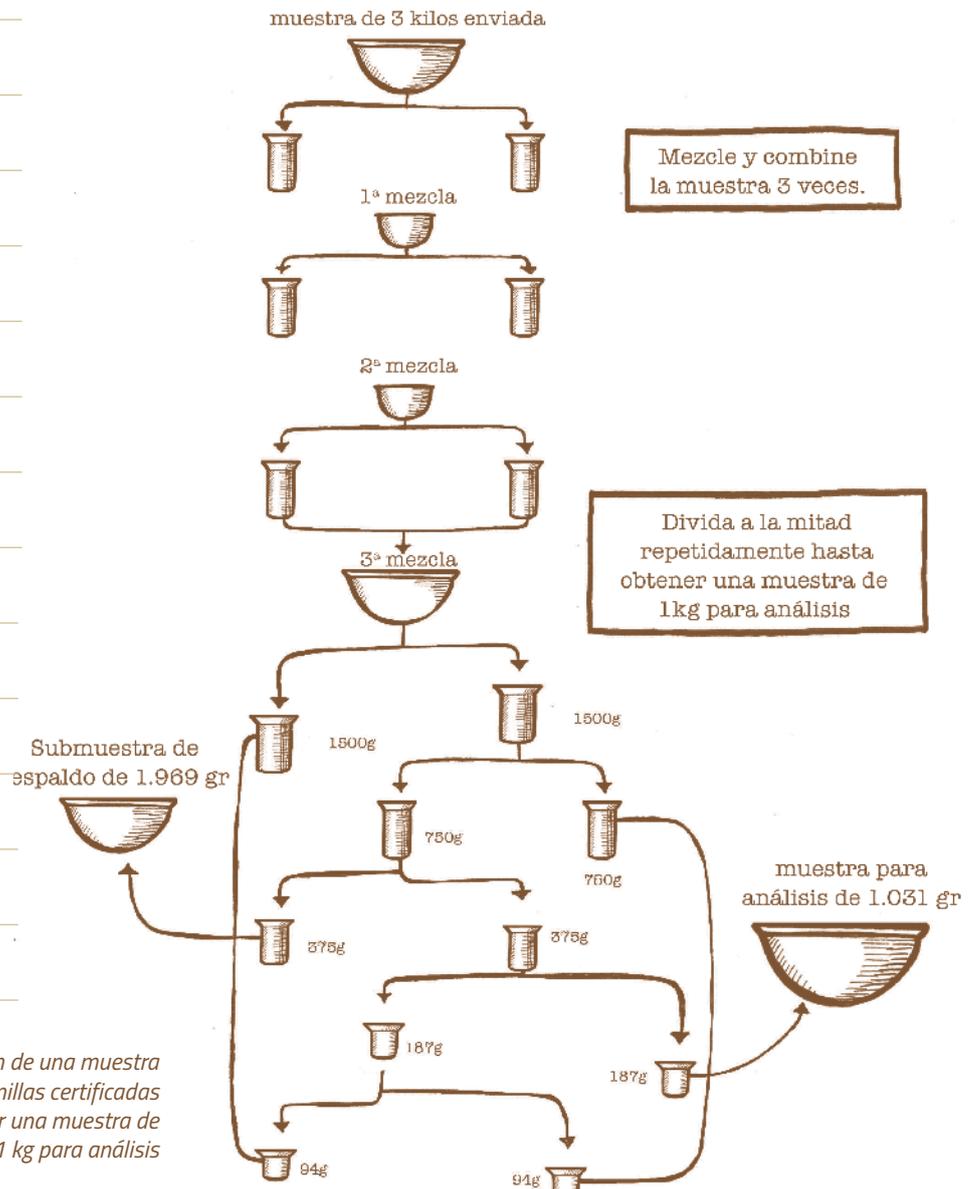


Figura 2.7 Mezcla y división de una muestra enviada de 3 kg de semillas certificadas de cereales para obtener una muestra de trabajo de 1 kg para análisis

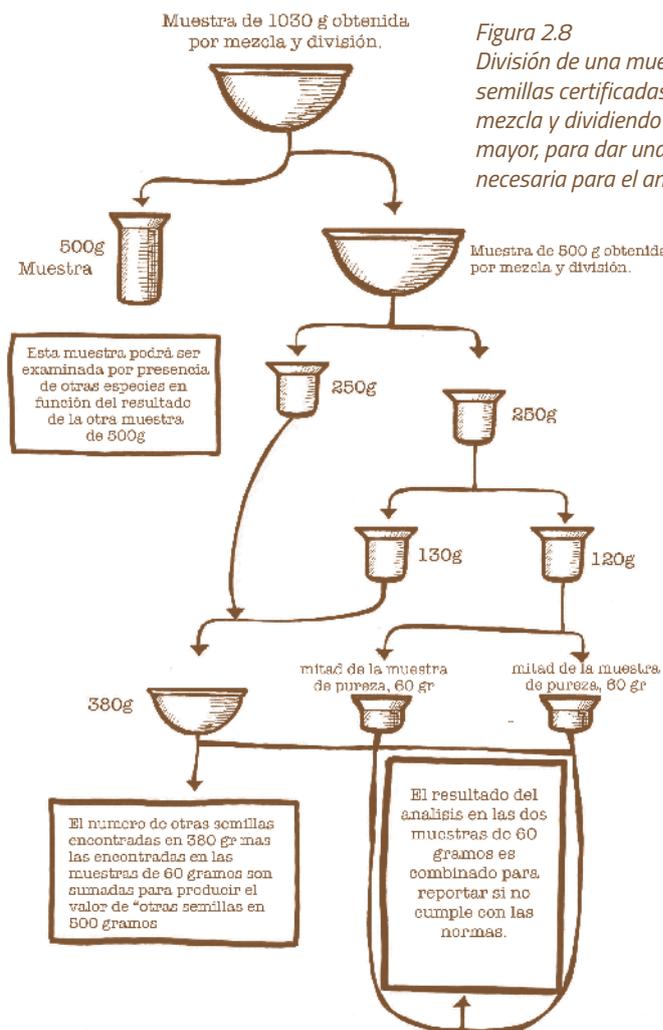


Figura 2.8 División de una muestra de 1 kg de semillas certificadas, obtenidas por mezcla y dividiendo una muestra enviada mayor, para dar una muestra de trabajo necesaria para el análisis

notas

Peso mínimo de la muestra de trabajo

El peso mínimo de las muestras de trabajo (es decir, las semillas que se van a analizar) está establecido por la ISTA y depende de las especies y de los tipos de análisis (Cuadro 2.2)..

Cuadro 2.2. Tamaños de lote y tamaños de muestra de algunas semillas

	Peso máximo de lote (kg)	Muestra enviada mínima (g)	Muestras de trabajo mínimas (g)	
			Análisis de pureza	Otras semillas por número
Cebada - <i>Hordeum vulgare</i> L.	30 000	1 000	120	1 000
Caupí - <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	30 000	1 000	400	1 000
Cacahuete - <i>Arachis hypogaea</i> L.	30 000	1 000	1 000	1 000
Maíz - <i>Zea mays</i> L.	40 000	1 000	900	1 000
Avena - <i>Avena sativa</i> L.	30 000	1 000	120	1 000
Mijo perla - <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R.Br.	10 000	150	15	150
Arroz - <i>Oryza sativa</i> L.	30 000	700	70	700
Raigrás - <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	10 000	60	6	60
Sorgo - <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	30 000	900	90	900
Trigo - <i>Triticum aestivum</i> L.	30 000	1 000	120	1 000

notas

Métodos para la obtención de muestras de trabajo

La muestra de trabajo debe ser **representativa** de la muestra enviada. Mezclar bien la muestra enviada antes de dividirla mecánica o manualmente. Cada método tiene **ventajas** y **desventajas**; seleccione el más apropiado de acuerdo a las semillas y los medios disponibles.

Métodos mecánicos (no adecuados para el análisis sanitario de las semillas)

- Divisor del suelo (o divisor tipo riffle): adecuado casi para todas las semillas. Relativamente económico y fácil de usar, limpiar y trasladar.
- Divisor centrífugo: adecuado para especies con un poco de paja o impurezas grandes. Requiere electricidad y no es fácil de transportar.
- Divisor cónico. Muy eficaz, pero difícil de limpiar, especialmente el cono, los canales y los espacios.
- Divisor giratorio: adecuado para especies de semillas pequeñas, en particular especies con cáscara (p. ej., gramíneas, flores o hierbas). Avanzado, pero el procedimiento de división toma mucho tiempo. Requiere electricidad y es costoso. Limpiar el conducto y las botellas consume mucho tiempo.
- Divisor variable. Admite variación de la tasa de división; reduce una muestra de tamaño conocido a un determinado tamaño de la submuestra en una sola operación; no es necesario mezclar antes de reducir las muestras. Costoso y requiere electricidad.

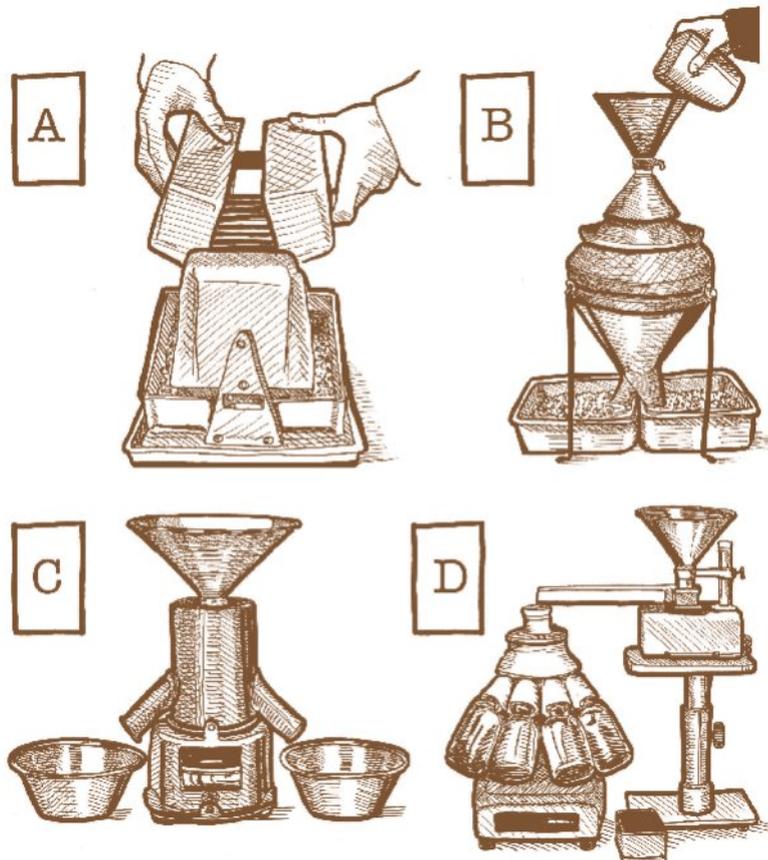


Figura 2.9 Métodos de reducción mecánica de muestras:
(A) Divisor de suelo / tipo riffle,
B) Divisor cónico,
C) Divisor centrífugo,
D) Divisor giratorio

2

Métodos manuales

- Método de cuchara: compuesto por una bandeja, una espátula de bordes planos y una cuchara plana con bordes verticales. Apropiado para especies más pequeñas que el trigo.
- Reducción modificada a la mitad: consta de una bandeja provista de una rejilla de celdas cúbicas que están alternativamente abiertas en ambos extremos o cerradas en la parte inferior. Permite reducir la muestra a la mitad, pero no hace otra división.
- Método manual de dividir a la mitad: compuesto por una espátula plana y un instrumento de bordes rectos (p. ej., un cuchillo o una regla). Apropiado para especies de semillas con paja, como figura en las normas ISTA.

Siempre que sea posible, la ISTA recomienda el uso de métodos mecánicos de reducción, por ser más eficaces y sin intervención humana. Sin embargo, en determinadas situaciones (las semillas con mucha paja, semillas sin procesar y análisis sanitario de semillas), los métodos manuales de reducción son más adecuados.

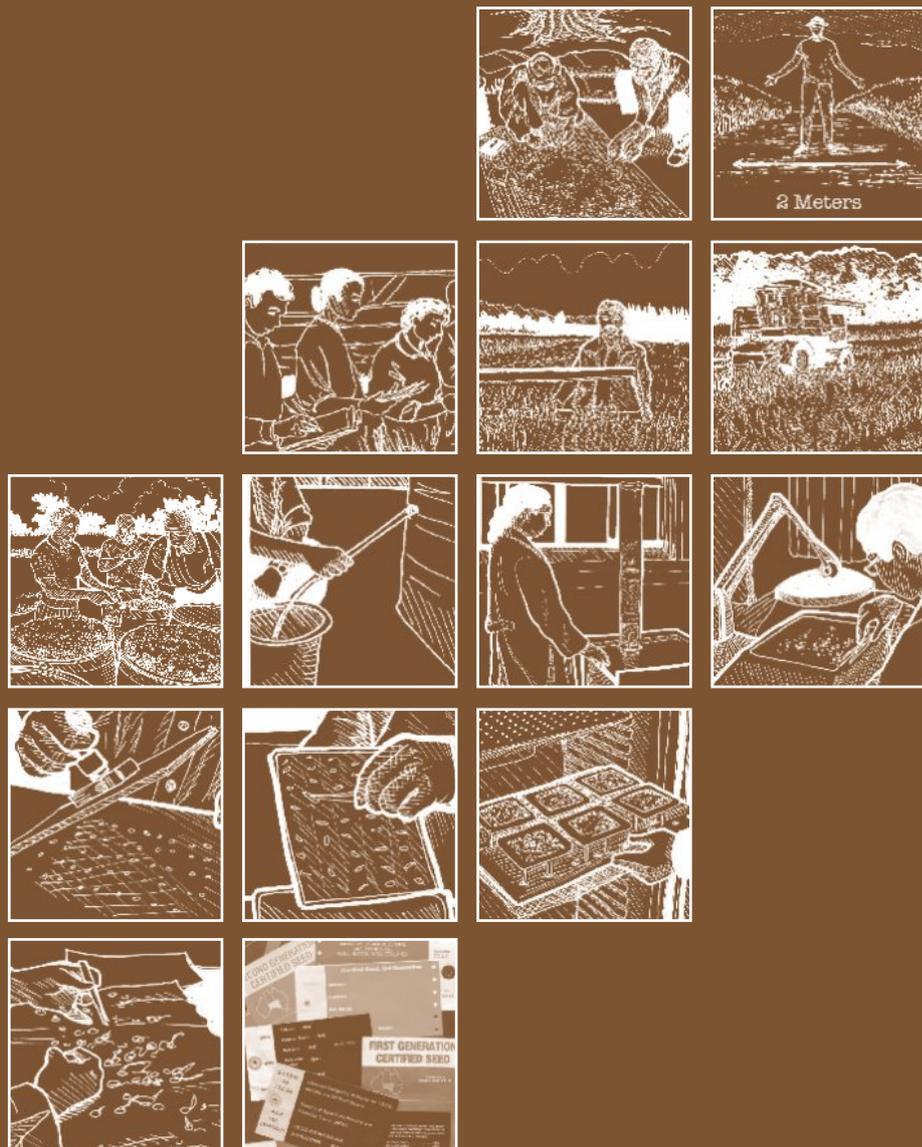
notas

EJERCICIOS Y TEMAS DE DEBATE

1. ¿Cuántas bolsas individuales (muestras primarias) es posible obtener de un lote de semillas que contiene 16 bolsas? ¿41 bolsas? ¿312 bolsas?
2. Explicar cómo se obtiene una muestra compuesta.
3. ¿Qué métodos se han adoptado en el laboratorio para obtener una muestra de trabajo?
4. Explicar las diferencias entre los distintos tipos de equipos utilizados en la reducción mecánica de muestras. En su opinión ¿cuál es el método más adecuado? ¿Por qué?

3

Análisis de semillas





Análisis de semillas

3

La calidad de las semillas no se puede evaluar visualmente; para evaluarla se han creado métodos objetivos. La evaluación de la calidad de las semillas es decisiva para **prever su comportamiento** en el campo y **determinar su valor** para la siembra. Por ello, hoy en día proliferan los laboratorios de análisis de semillas, y se adoptan métodos normalizados para eliminar los lotes de semillas de mala calidad y garantizan mejores resultados para los agricultores en la cosecha.

PORQUÉ ES IMPORTANTE EL ANÁLISIS DE LAS SEMILLAS

El análisis de semillas indaga los parámetros físicos y las cualidades fisiológicas de un lote de semillas, con base en una pequeña muestra representativa. "Calidad" - es decir, la **calidad fisiológica**, no la calidad genética - es una medida del rendimiento potencial en condiciones óptimas. El análisis de semillas, por lo tanto, es un importante instrumento para asegurar que los agricultores obtengan la calidad de las semillas que ellos quieren. El análisis también se utiliza en la aplicación de las leyes sobre semillas para proteger a los compradores de ventas fraudulentas y ofrecer opiniones técnicas profesionales en casos de litigios debidos a las diferencias entre la información provista en las etiquetas de certificación y los resultados reales.

Para los agricultores, el **análisis de semillas**:

- garantiza que las semillas satisfagan las normas mínimas de calidad en cuanto a la pureza física y el porcentaje de germinación;
- reduce al mínimo el riesgo de pérdida de cosechas; y
- evita los problemas derivados de la utilización de semillas contaminadas con malezas nocivas, semillas infestadas de enfermedades o insectos, y semillas poco viables.

Los científicos y los técnicos especializados en semillas han elaborado procedimientos de análisis normalizados para obtener información detallada de las características de calidad que determinan el valor de las semillas. Es importante que los métodos de evaluación y los resultados de los análisis sean congruentes y uniformes. Por esta razón, en 1924 se estableció la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA)¹.

FUNCIÓN DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SEMILLAS

El laboratorio de análisis de semillas es fundamental para el proceso de control de calidad de las semillas; debe cumplir con las normas establecidas por la legislación de semillas. Un laboratorio de semillas **no mejora la calidad** de las semi-

notas

¹ Como se indica en el Capítulo 4, esta directriz se refiere a las normas ISTA

notas

llas que se producen y distribuyen en el país; más bien, sobre la base de los resultados del análisis de las muestras, **proporciona información** para evitar, o al menos mitigar, los efectos adversos del uso de semillas de poca calidad.

Secciones técnicas del laboratorio

El laboratorio de análisis de semillas comprende secciones técnicas especializadas interdependientes, responsables de las diferentes áreas:

- Pureza analítica: medición de la pureza y otros aspectos relacionados (p. ej.: contenido de humedad, contenido de semillas de otras especies, peso, peso hectolítrico y peso de 1 000 semillas).
- Pureza de la variedad: determinación y verificación de la identidad y la pureza de las especies y cultivares (p. ej., características morfológicas de la semilla o plántula, propiedades químicas y aspectos citológicos). Además de las pruebas de laboratorio, el análisis puede requerir el uso de cámaras de cultivo, invernaderos o terrenos para cultivar las parcelas de control).
- Germinación: evaluación del porcentaje de germinación y otros análisis (p. ej., análisis de la viabilidad bioquímica y vigor).
- Sanidad de las semillas: todos los análisis relacionados con la sanidad de las semillas.

Equipos de laboratorio, calibración y mantenimiento

El laboratorio deberá contar con todos los equipos necesarios para la correcta realización de los análisis y la toma de muestras, de conformidad con las normas ISTA, y deberá identificarse con un sistema único de numeración. Deberá aplicarse la máxima atención a:

- Permitir únicamente al personal capacitado utilizar el equipo.
- Proporcionar y distribuir los procedimientos del laboratorio y los manuales del fabricante sobre el uso, mantenimiento y control del equipo.
- Revisar y calibrar los equipos que influyen en la calidad del análisis antes de la puesta en servicio y después periódicamente. Colocar una etiqueta con la fecha de la última y la siguiente inspección/calibración programada.
- Asignar personal de laboratorio para llevar a cabo las verificaciones, de acuerdo con los procedimientos técnicos del laboratorio; o bien, recurrir a una empresa externa especializada.
- Retirar y marcar claramente o aislar cualquier equipo que esté sujeto a un uso indebido, que sea defectuoso o que dé resultados dudosos. Además, evaluar la posible influencia en los resultados de pruebas anteriores.

Documentos de trabajo del laboratorio

- Hojas de muestreo
- Registros de las muestras recibidas en orden de llegada.
- Hojas de los análisis de pureza
- Hojas de los análisis de humedad
- Hojas de los análisis de germinación
- Hojas de la sanidad de las semillas.

Los resultados de los análisis de las muestras se registran en **hojas de análisis**, según las normas prescritas. Cuando proceda, el laboratorio expide un **certificado**.

PROCEDIMIENTOS DEL ANÁLISIS DE SEMILLAS EN EL LABORATORIO

notas

Recepción y registro de las muestras

Cuando las muestras llegan al laboratorio, pero **antes del registro**, comprobar lo siguiente:

- Que estén selladas las muestras.
- Se proporcionan dos muestras (una para usar como muestra de trabajo, la otra para control conservada en refrigeración y posiblemente para uso en el análisis posterior).
- Las muestras se acompañan de informes y formularios del muestreo.
- No hay rastros de insectos (las muestras con insectos vivos se rechazan).
- Las bolsas de las muestras no están húmedas ni rotas.
- Las etiquetas que están dentro y fuera presentan toda la información necesaria (más detalles en el capítulo 2 "Obtención de una muestra a enviar").

Registrar cada muestra recibida, con:

- los detalles de la etiqueta;
- la información del informe del muestreo;
- el número de identificación del análisis;
- la fecha de recepción de la muestra;
- la fecha de finalización del análisis; y
- los documentos de referencia y de otros tipos que se proporcionan al cliente.

En los laboratorios se utilizan mucho los sistemas computarizados de información para facilitar la gestión de datos e imprimir todos los documentos afines y los certificados.

Asignar un código para identificar la muestra y todas las muestras tomadas de ella para análisis en todo el proceso de pruebas de laboratorio. El método más sencillo es dar números de serie consecutivos, p. ej:

0004 = tla cuarta muestra recibida en el laboratorio; o

08003 = tla tercera muestra recibida en 2008.

Preparar una **hoja de análisis** que contenga la siguiente información:

- Número de registro (código)
- Fecha de recepción
- Especie, variedad y clase de semillas
- Análisis solicitado.

Tras el registro, es posible identificar fácilmente una muestra determinada y obtener información sobre la marcha del análisis y los resultados del mismo en cualquier momento.

Para llevar a cabo el análisis, es necesario obtener una **muestra de trabajo** mediante la reducción de la muestra enviada en el laboratorio utilizando métodos apropiados (ver el capítulo 2 "Obtención de una muestra de trabajo").

notes

Análisis de pureza física

Objetivos:

- Determinar la composición porcentual por peso de la muestra que se analiza (y por deducción, la composición del lote de semillas).
- Determinar las diferentes especies de semillas y partículas inertes que constituyen la muestra.

Es esencial seguir todos los requisitos generales establecidos en el reglamento. La muestra de trabajo se divide en tres componentes:

- Semillas puras
- Otras semillas
- Materia inerte

Identificar todas las especies de semillas y cada tipo de materia inerte presentes y, a continuación, determinar el porcentaje en peso de cada parte.

- **Semillas puras:** la especie indicada por el solicitante, o la que se observe que predomina en el análisis, inclusive todas las variedades botánicas y cultivos de esa especie. La fracción de semilla pura comprende también:
 - semillas maduras íntegras de la especie; y
 - trozos de semillas rotas que son más grandes que la mitad del tamaño original.
- **Otras semillas:** unidades de semillas de cualquier especie vegetal distinta de las semillas de la especie reportada en la muestra.
- **Materia inerte:** unidades de semillas y toda la demás materia y estructuras no definidas por la ISTA como semillas puras u otras semillas, por ejemplo:
 - pedazos rotos de las semillas puras y de especies de semillas que sean de la mitad o menos de su tamaño original;
 - partículas de suelo, arena, piedras, paja, tallos, hojas, flores; y
 - grumos de mohos, cornezuelo y quistes de nematodos.

Equipo:

- Mesa para análisis de pureza, es el principal instrumento.
- Lupas y microscopios binoculares, a menudo utilizados para la identificación exacta y separación de semillas pequeñas y fragmentos.
- Sopladores de semillas: dispositivos mecánicos utilizados para separar el material ligero (p. ej., la paja y estructuras florales vacías) de otras semillas más pesadas. Se han creado varios tipos de sopladores de semillas (Imagen 3.2).
- Zarandas: se usan para separar los componentes de diferentes tamaños en fracciones separadas. Examinar cada fracción y clasificar las partículas (semillas puras, otras semillas o materia inerte). Tener en cuenta que la separación en fracciones puede reducir el tiempo necesario para hacer el análisis de pureza.
- Balanza analítica, fórceps y agujas finas.

Procedimiento:

- Identificar la semilla.
- Determinar el peso correcto de la muestra de trabajo (≥ 2 500 semillas con un peso máximo de 1 000 g). Las normas ISTA estipulan que el análisis puede hacerse en una muestra de trabajo de este peso o en dos submuestras de, al menos, la mitad de este peso, cada una tomada independientemente.
- Pesar la muestra de trabajo (o cada submuestra) en gramos hasta el número mínimo de decimales necesarios para calcular el porcentaje de sus componentes hasta un decimal, como se indica en el siguiente cuadro:

Peso de la muestra de trabajo o submuestra (g)	Mínimo número de decimales	Ejemplo
< 1.000	4	0,7056
1.000-9.999	3	7,056
10.00-99.99	2	70,56
100.0-999.9	1	705,6
≥ 1 000	0	7 056

- Dividir la muestra de trabajo en la mesa en tres componentes (semillas puras, otras semillas y materia inerte).
- Pesar las distintas fracciones independientemente con una balanza analítica. Por ejemplo:
 - Semillas puras = X (g)
 - Otras semillas = Y (g)
 - Materia inerte = Z (g)

notes

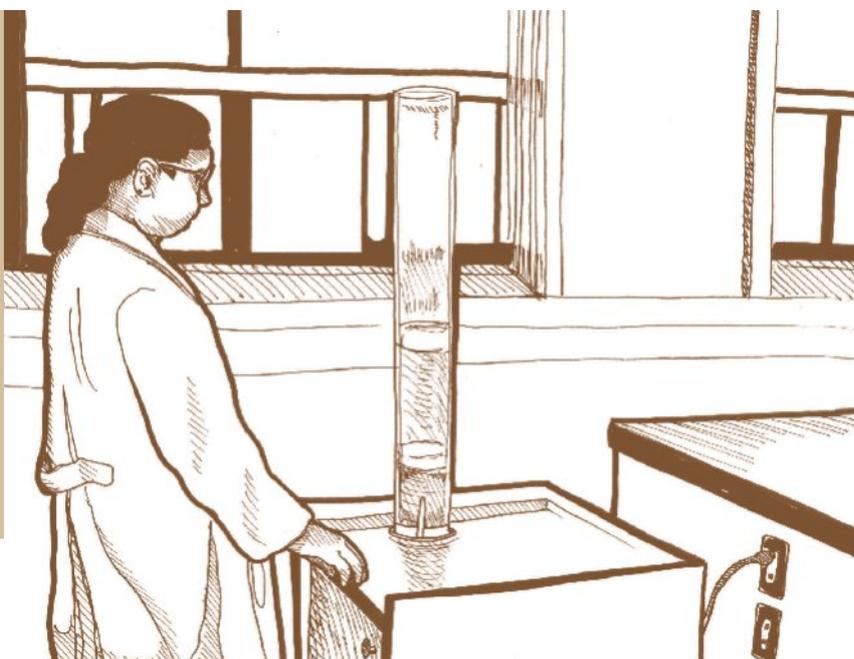


Figura 3.1 Separación de la muestra en sus componentes con soplador

notas

Los resultados se expresan como un porcentaje con dos decimales. El tercer decimal se redondea hacia abajo si es 4 o menos (98,384 será 98,38), y hacia arriba si es 5 o más (98,386 será 98,39).

Componentes	Peso (g)	Porcentaje	Ejemplo (arroz)	
			Peso (g)	%
Semillas puras	X	$(X \times 100) \div W$	X = 68,88	98,4
Otras semillas	Y	$(Y \times 100) \div W$	Y = 0,14	0,2
Materia inerte	Z	$(Z \times 100) \div W$	Z = 0,98	1,4
Total	W	100	W = 70	100,0

- Semillas puras = 98,4%
- Otras semillas = 0,2%
- Materia inerte = 1,4%

Los informes de laboratorio del análisis de pureza deberán presentar la siguiente información:

- Nombre y dirección del laboratorio responsable
- Nombre de la persona responsable
- Análisis de laboratorio o número de muestra
- Fecha de expedición del informe del análisis
- Información del solicitante (p. ej., tipo de semilla, cultivar, número de lote, tamaño del lote, número de certificación, tratamiento)
- Tipo de semilla pura por nombre común
- Peso de la muestra de trabajo
- Porcentaje por peso de semillas puras, otras semillas, materia inerte y semillas de maleza (con dos decimales)
- Nombre científico o nombre común - o ambos - de todas las semillas distintas o semillas de maleza (incluidas las hierbas nocivas) encontradas, si las hay (si no las hay, especificarlo).

Determinación de otras semillas por el número

"Otras semillas" - es decir, las especies indicadas por el solicitante (además de las que se analizan) - puede referirse a:

- un grupo en general (p.ej., todas las demás especies);
- una categoría de semillas (p.ej., especies registradas como nocivas); o bien
- una especie determinada (ej. *Elytrigia repens*).

En Marruecos, por ejemplo, en las semillas certificadas (R1) de los cereales, el número máximo permitido de otras semillas en 1 kg es de 20, de las cuales ≤ 12 de otras especies de cereales, ≤ 1 de avenilla y ≤ 4 de malezas nocivas (*Emex spinosa*, *Galium tricornitum*, *Vaccaria pyramida* y *Astragalus* sp.)

Se cuentan las semillas y la cifra se expresa como el número de semillas presente en la cantidad examinada. Cuando no es posible determinar con certeza la especie, solo se notifica el nombre del género.

notes

En el **comercio internacional**, este análisis tiene especial utilidad para determinar la presencia de semillas de **especies nocivas o indeseables**.

Equipo: Zarandas, sopladores y varios otros dispositivos mecánicos.

Procedimiento:

- Obtener una muestra de un peso que se estima que contenga $\geq 25\ 000$ semillas o del peso prescrito por el Reglamento. Si es difícil determinar una especie indicada por el solicitante, utilizar un mínimo de una quinta parte del peso de la muestra de trabajo prescrito por la ISTA.
- Examinar la muestra de trabajo para ver si contiene semillas de todas las demás especies (o de determinadas especies únicamente, según lo que haya pedido el solicitante).
- Contar el número de semillas encontradas de cada una de las especies indicadas.
- Conservar las semillas de las otras especies que se hayan encontrado y guardarlas como referencia hasta que se elimine la muestra.

La determinación de otras semillas se notifica con una de las pruebas que se describen a continuación:

- **Análisis completo:** se examina toda la muestra de trabajo, de conformidad con las normas ISTA, en busca de todas las demás semillas presentes, con la excepción de las semillas diminutas (p. ej. *Orobanche* y las especies de *Striga*). El análisis de presencia de *Orobanche* spp. se lleva a cabo solo si se solicita específicamente.
- **Análisis limitado:** la búsqueda se limita a las especies declaradas en toda la muestra de trabajo según lo prescrito.
- **Análisis reducido:** solo se examina una parte de la muestra de trabajo, según lo prescrito.
- **Análisis reducido-limitado:** se examina menos del peso prescrito de las semillas de una muestra de trabajo en busca de las especies indicadas únicamente, de conformidad con lo prescrito.

Los informes de laboratorio de la determinación de otras semillas deberán presentar la siguiente información:

Figura 3.2 Determinación de otras semillas por el número



notes

- Peso efectivo de las semillas examinadas al mínimo número de decimales.
- Nombre científico y número de semillas de cada especie buscada y encontrada.
- Nombre de género solo si las características de la semilla son insuficientes para una determinación más precisa (p. ej. *Astragalus* sp.).

Prueba de germinación

La germinación es el nacimiento y desarrollo de la plántula hacia una etapa en la que el aspecto de sus estructuras fundamentales indica si se podrá seguir desarrollando hasta llegar a ser una planta satisfactoria, en condiciones favorables del campo.

Objetivo: Determinar el **potencial de germinación** de un lote de semillas, que es vital para comparar la calidad de los diferentes lotes y estimar el valor de siembra.

El análisis en condiciones de campo no ofrece resultados fiables dado que las condiciones tienden a variar cuando se repite la prueba.

En las **pruebas de laboratorio**, por otra parte, **las condiciones externas están controladas** a fin de obtener la germinación más regular, rápida y completa de la mayor parte de las muestras de una especie en particular. Además, **las condiciones están normalizadas**, de manera que los resultados de las pruebas se pueden reproducir dentro de unos límites tan cercanos como sea posible a los límites de variación de un muestreo aleatorio.

Se realizan análisis de germinación en semillas tomadas de la fracción de semillas puras tomada de un análisis de pureza o de una fracción representativa de la muestra enviada.

El **número de semillas** prescrito para los análisis de germinación es de 400, que se pueden dividir en cuatro repeticiones de 100 semillas. El análisis se lleva a cabo en condiciones favorables de humedad y de conformidad con los métodos prescritos.

Cuadro 3.1 Métodos para el análisis de germinación de algunas especies (ISTA, 2016)

Especie	Sustrato	Temperatura [°C]	Primer conteo	Conteo final	Recomendaciones para romper dormancia
Cebada - <i>Hordeum vulgare</i> L.	EP; A	20	4	7	Precalentar hasta 30-35°C; GA ₃ ; KNO ₃ ; Preenfriar
Caupi - <i>Vigna unguiculata</i> [L.] Walp.	EP; A	20 <=> 30; 25	5	8	-
Mani - <i>Arachis hypogaea</i> L.	EP; A	20 <=> 30; 25	5	10	Remover la cascara, Precalentar hasta 40±2°C;
Maiz - <i>Zea mays</i> L.	EP; SPA; A	20 <=> 30; 30; 25	4	7	-
Avena - <i>Avena sativa</i> L.	EP; S	20	5	10	Precalentar hasta 30-35°C; Preenfriar
Mijo perla - <i>Pennisetum glaucum</i> [L.]R.Br.	PS; BP	20 <=> 35; 20 <=> 30	3	7	-
Arroz - <i>Oryza sativa</i> L.	PS; BP; A	20 <=> 30; 25	5	14	Precalentar hasta 50±2°C; soak in water or HNO ₃ for 24 h
Raigras - <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	PS	20 <=> 30; 15 <=> 25; 20	5	10	KNO ₃ ; Preenfriar
Sorgo - <i>Sorghum bicolor</i> [L.] Moench	PS; EP	20 <=> 30; 25	4	10	Preenfriar
Trigo - <i>Triticum aestivum</i> L.	PS; EP; A	20	4	8	Precalentar hasta 30-35°C; GA ₃ ; Preenfriar

* El Símbolo "<=>" indica regimen de alternancia de temperatura, primer temperatura 16 horas, segunda temperatura 8 horas.
EP = entre papel; A = Arena; SPA = Sobre papel o Arena; PS = Parte superior de papel

Las semillas se separan sobre el sustrato para evitar que las plántulas tengan contacto entre sí antes de contarse y retirarse. Al final del período de germinación especificado, las repeticiones se examinan; por lo general se recuentan las plántulas y semillas en dos etapas, retirando a las que han germinado primero para que no entorpezcan al conteo en la segunda etapa.

El **porcentaje de germinación** registrado en el certificado emitido indica la proporción del número de semillas que produjo plántulas "normales" en las condiciones dadas y en los plazos establecidos por el reglamento.

Estructuras esenciales de las plántulas

Una plántula, según la especie evaluada, se compone de una combinación específica de algunas de las siguientes estructuras esenciales para su desarrollo hacia una planta satisfactoria:

- Sistema radical (raíz primaria; en algunos casos raíces seminales)
- Brote (hipocótilo; epicótilo; en algunas poáceas el mesocótilo; yema terminal)
- Cotiledones (uno o más)
- (Coleóptilo en todas las poáceas)

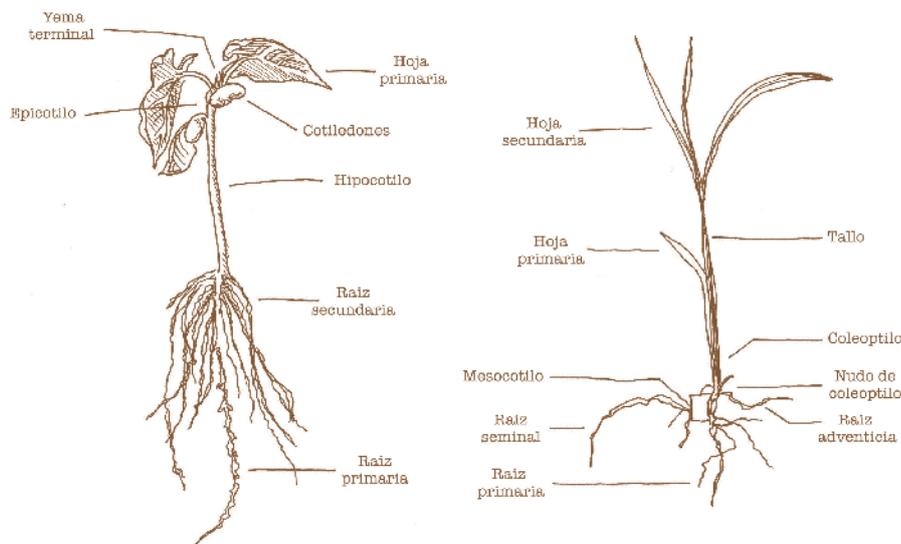


Figura 3.3 Estructuras de plántulas de frijol (izquierda) y arroz (derecha)

La regla del 50 %

La regla del 50% se utiliza para evaluar los cotiledones y las hojas primarias.

Tejido del cotiledón:

- Las plántulas son "normales" cuando al menos la mitad del total del tejido del cotiledón es funcional.
- Las plántulas son "anormales" cuando falta más de la mitad del tejido del cotiledón, aparece necrótico, deteriorado o decolorado.

Hojas primarias (evaluadas en especies como los *Phaseolus*):

- Las plántulas son "normales" cuando al menos la mitad del total del tejido de las hojas primarias es funcional.
- Las plántulas son "anormales" cuando falta más de la mitad del tejido de la hoja primaria, aparece necrótico, deteriorado o decolorado.

notes

notas

Medios de cultivo

Los **medios de cultivo** deben proporcionar suficiente espacio poroso para el aire y el agua, el crecimiento de las raíces y el contacto con soluciones (agua) necesarias para el crecimiento de la planta. Los medios prescritos son **arena** y **papel**, y ambos tienen **ventajas** y **desventajas**.

La arena ofrece un entorno más natural para el crecimiento de la plántula. El contacto entre la semilla y la arena es bueno, los brotes crecen hacia arriba y salen del medio de cultivo, y la plántula se expone a la luz, lo que permite un mejor desarrollo de sus estructuras esenciales. Sin embargo, necesita más espacio en las cámaras de germinación que en sustratos de papel, es pesada para trasladar durante los análisis y en la eliminación, y requiere de un espacio considerable de almacenamiento. El laboratorio se puede diseñar para reducir al mínimo estos problemas. La arena muchas veces es preferible a los medios de cultivo cuando se repiten los análisis, debido a las infecciones fúngicas, o por cualquier situación que dificulte la evaluación de las plántulas en un sustrato de papel. En estos casos, puede ser necesario esterilizar la arena. La arena utilizada como medio de cultivo debe tener $\geq 90\%$ de partículas capaces de pasar a través de un tamiz con orificios de 2,0 mm de ancho.

Medios de cultivo de papel:

- **Parte superior del papel (PS):** las semillas germinan en la parte superior de una o más capas de papel.
- **Entre el papel (EP):** las semillas germinan entre dos capas de papel.
- **Papel plisado (PP):** las semillas se colocan en una pieza de papel plisado, similar a un acordeón, con 50 pliegues, generalmente dos semillas en cada pliegue. Este método es una alternativa al PS y EP.

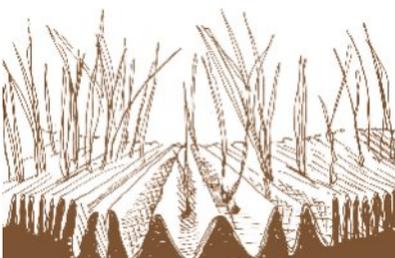
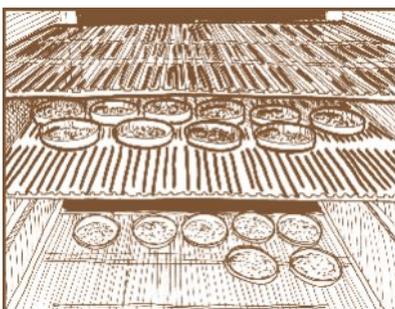
Medios de cultivo de arena y medios de cultivo orgánicos:

- **Parte superior de la arena (AS), parte superior del medio de cultivo orgánico (SO):** las semillas se presionan en la superficie de la arena o en el medio de cultivo orgánico.
- **Arena (A), medio de cultivo orgánico (O):** las semillas se plantan en una capa de arena húmeda o en un medio de cultivo orgánico y se cubren con 10-20 mm de sustrato sin comprimir, de acuerdo al tamaño de la semilla.

Equipo:

- Campana de vidrio o aparato Jacobsen (tanque de Copenhague): una placa de germinación en la que se colocan sustratos de papel filtro con las semillas. El sustrato se mantiene húmedo continuamente por medio de una mecha, que pasa a través de las hendiduras o agujeros en la placa de germinación al agua de la parte inferior.
- Incubadora de germinación y cámara de germinación: se usa para hacer germinar las semillas en la oscuridad o a la luz, o para dar a las semillas un tratamiento previo para interrumpir la latencia (p.ej., enfriamiento previo). Están bien aisladas y tienen sistemas de calefacción y refrigeración para garantizar el mantenimiento de las temperaturas requeridas.
- Placas de Petri, fórceps, malla para cubrir, agua, papel secante, arena.

Figura 3.4 Análisis de germinación en sustrato de papel PS (arriba), EP (centro), PP (bajo)



3

Procedimiento (PS):

- Tomar una muestra al azar de 400 semillas de semillas puras bien mezcladas. Es importante **no seleccionar las semillas**, ya que esto podría sesgar los resultados.
- Utilizar cuatro repeticiones de 100 semillas para garantizar una adecuada separación. Dividir las repeticiones de 50 semillas (o incluso 25, en particular cuando hay semillas de patógenos o saprófitos presentes) para reducir al mínimo el efecto contagio de semillas adyacentes en el desarrollo de la plántula.
- Colocar las semillas de manera uniforme y suficientemente separadas en el sustrato húmedo en la placa de Petri. Si las semillas cultivadas en sustratos de papel están muy infectadas, en un recuento intermedio, transferir las restantes semillas y plántulas a medios frescos.
- Colocar las placas de Petri en la incubadora; registrar el número de semillas y la fecha.
- Hacer dos recuentos de plántulas. Programar el primero y el último recuento de conformidad con las normas ISTA.
- Mantener las semillas húmedas durante todo el período de prueba.

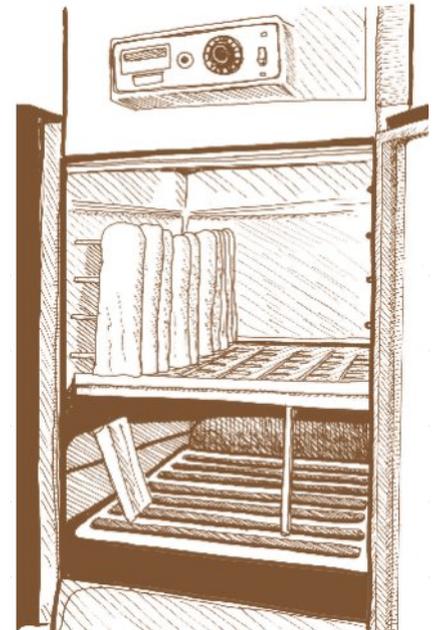


Figura 3.5 Incubadora

El **porcentaje de germinación** se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Germinación (\%)} = \frac{\text{Número de semillas normales}}{\text{Número de semillas puestas a germinar}} \times 100$$

Las plántulas se **evalúan** y clasifican como sigue:

- **Plántulas normales:** con potencial para convertirse en plantas satisfactorias cuando se cultiven en suelos de buena calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Para clasificarse como normales, las plántulas deben satisfacer una de las siguientes categorías:

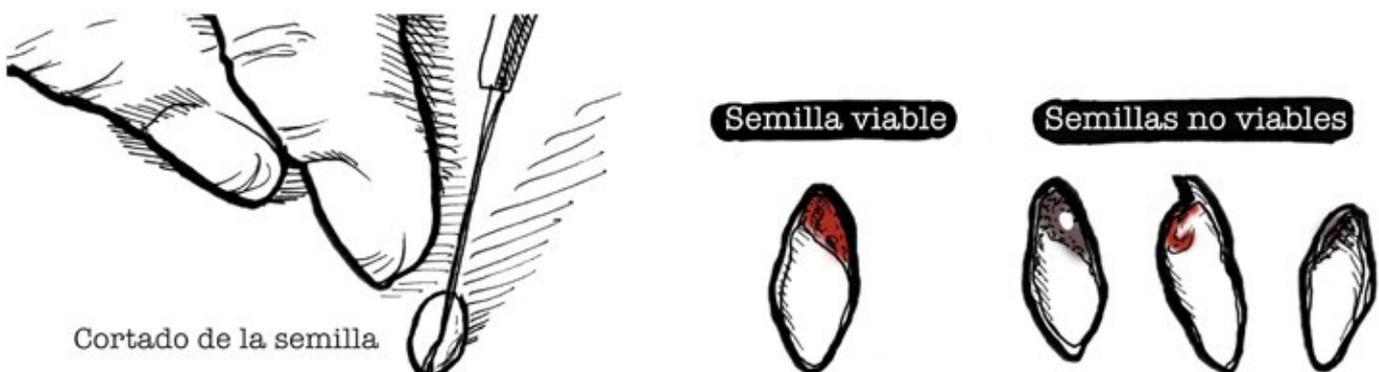


Figura 3.6 Preparación de una prueba de germinación

notas

- **Intactas:** plántulas con todas las estructuras esenciales bien desarrolladas, completas, bien proporcionadas y sanas.
- **Con leves defectos:** plántulas con ligeros defectos en sus estructuras esenciales, pero, por lo demás, con un desarrollo satisfactorio y equilibrado comparable al de las plántulas intactas de la misma prueba.
- **Con infección secundaria:** plántulas que claramente habrían correspondido a una de las categorías anteriores, pero aparecen afectadas por hongos o bacterias que no proceden de las semillas de origen.
- **Plántulas anormales:** sin potencial para convertirse en plantas normales cuando se cultiven en suelos de buena calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Las siguientes plántulas se clasifican como anormales:
 - **Dañadas:** plántulas a las que falta cualquiera de las estructuras esenciales o que están tan e irremediamente dañadas que no cabe esperar que tengan un desarrollo equilibrado.
 - **Deformadas o desequilibradas:** plántulas con un desarrollo débil o con alteraciones fisiológicas, o bien con sus estructuras esenciales deformadas o desproporcionadas.
 - **Descompuestas:** plántulas con cualquiera de las estructuras esenciales tan enfermas o deterioradas a consecuencia de una infección primaria que el desarrollo normal no es posible.
- **Semillas sin germinar:** no germinaron al final del período de prueba. La clasificación es la siguiente:
 - **Duras:** semillas que quedan duras al final del período de análisis, debido a que no absorbieron agua. La dureza de las semillas es una forma de letargo. Es frecuente en muchas especies de fabáceas, pero también puede presentarse en otras familias.
 - **Frescas:** semillas (distintas de las semillas duras) que no han podido germinar en las condiciones de la prueba de germinación debido a la latencia, pero que permanecen limpias y firmes y se pueden convertir en una plántula normal. Pueden absorber agua en las condiciones establecidas en las normas ISTA, pero el proceso de germinación está obstruido.
 - **Muertas:** semillas que no son duras ni frescas y no han producido parte alguna de una plántula al final del período de prueba. Las semillas muertas absorben agua, por lo general son blandas o descoloridas y con frecuencia tienen mohos. No dan indicios de formación de plántulas.
 - **Otras:** en algunas circunstancias, las semillas vacías y sin germinar se pueden clasificar ulteriormente de acuerdo a las normas ISTA.

Figura 3.7 Evaluación de una prueba de tetrazolio



notas

- Sumergir las semillas preparadas o embriones en una solución de sales de tetrazolio. Evitar la exposición a la luz directa, ya que podría provocar una reducción de las sales de tetrazolio. Consultar en las normas ISTA las temperaturas óptimas y los tiempos de teñido.
- Lavar las semillas varias veces con agua destilada.
- Examinar las semillas bajo la lupa.

Ejemplo: Para el maíz, las semillas se remojan durante 18 horas en agua a 20°C. Después se cortan longitudinalmente a través del embrión y $\frac{3}{4}$ del endospermo antes de teñirlas en el 1% de la solución de tetrazolio durante 2 horas a 30°C. Las semillas entonces se cortan a la mitad y se observan las superficies.

Las semillas se **clasifican** como sigue:

- Vivas: embrión rojo o morado.
- Muertas: embrión sin color. Cuando el embrión no se tiñe de rojo pero se tiñen otras partes, las semillas de todas formas se clasifican como muertas.

El porcentaje de semillas viables se calcula como sigue:

$$\text{Semillas viables (\%)} = \frac{\text{Número de semillas viables}}{\text{Número de semillas puestas en test de viabilidad}} \times 100$$

Prueba de vigor

La prueba de germinación no detecta diferencias de calidad entre lotes de semillas con porcentajes de germinación similares. Una prueba de vigor es más **sensible** y capaz de detectar esas diferencias.

Objetivos:

- Evaluar el grado de deterioro y/o daño físico del lote de semillas producido durante la manipulación y el almacenamiento.
- Distinguir las diferencias importantes en el potencial fisiológico entre lotes de semillas de valor comercial (en particular las de similar porcentaje de germinación).

Hay varias **definiciones** de vigor de semillas, inclusive:

- Propiedades de las semillas que determinan las posibilidades de brote rápido y desarrollo uniforme de plántulas normales en una amplia variedad de condiciones de campo (AOSA, 1983).
- Suma del total de las propiedades de las semillas que determina la actividad y el rendimiento de los lotes de semillas de germinación aceptable en una amplia variedad de entornos (ISTA, 1995).

El vigor de semillas no es una única propiedad mensurable. Es un **concepto** que describe **varias características de las semillas** asociadas con los aspectos del rendimiento en el campo, incluidos:

- la tasa y uniformidad de germinación de las semillas y crecimiento de las plántulas;
- capacidad de las semillas para crecer en condiciones ambientales desfavorables; y
- comportamiento después del almacenamiento, en particular conservación de la capacidad de germinar.

Es posible determinar lotes más aptos para un buen desempeño en condiciones ambientales no óptimas. En efecto, las pruebas de germinación se llevan a cabo en condiciones óptimas de germinación y los resultados expresan el potencial para germinar. Esta cifra puede ser bastante diferente del rendimiento efectivo en condiciones de campo donde hay factores que afectan la implantación.

Por ejemplo, dos lotes de semillas pueden tener un potencial de germinación análogo (> 90%), pero con diferencias significativas en vigor de las semillas (Cuadro 5.2). Una prueba eficiente del vigor debe señalar las diferencias de potencial fisiológico no detectadas en las pruebas de viabilidad y clasificar los lotes de acuerdo al rendimiento potencial.

Cuadro 3.2 Ejemplo de germinación y crecimiento en dos lotes de semillas

Lote de semillas	Germinación (%)	Surgimiento de las plántulas (%)	
		Campo 1 (cerca de las condiciones ideales)	Campo 2 (condiciones desfavorables)
A [gran vigor]	90	88	75
B [poco vigor]	90	87	50

- Campo 1: las plantas de los lotes de semillas de gran (A) y poco (B) vigor son similares a su germinación.
- Campo 2: el lote de semillas de poco vigor (B) muestra un surgimiento escaso de las plántulas en comparación con el lote de semillas de gran vigor (A). Además, a pesar del vigor superior del lote de semillas A, el crecimiento en el campo 2 es menor que el porcentaje de germinación; por lo tanto, el establecimiento del cultivo puede ser inaceptable si hay presiones ambientales.

Pruebas de vigor de las semillas

Objetivo: Obtener información sobre el **valor de siembra** en una amplia variedad de entornos y el **potencial de almacenamiento** del lote de semillas.

Como el vigor de las semillas describe varias características asociadas con su rendimiento –en lugar de una única característica mensurable–, no hay un único procedimiento estándar aprobado para medir el vigor. Los distintos métodos de análisis del vigor se exponen en detalle en los manuales de la AOSA (2002) y la ISTA (1995). Algunas pruebas miden un aspecto directo de los procesos de deterioro (p.ej., el análisis de integridad de la membrana celular, la prueba de conductividad), y otros, una consecuencia del proceso de deterioro (p. ej., el análisis de una menor tolerancia a las presiones ambientales, prueba del frío, análisis de envejecimiento acelerado). Existen tres categorías de métodos de análisis del vigor:

- Análisis de estrés: pruebas de frío, envejecimiento acelerado y deterioro controlado
- Pruebas bioquímicas: análisis de conductividad y de tetrazolio
- Pruebas del crecimiento de las plántulas y evaluación.

notas

notas

Prueba de frío

La prueba de frío se creó en los Estados Unidos para evaluar el vigor de las semillas de **maíz**. En los Estados Unidos, cuando el maíz se siembra a fines de la primavera, el suelo está húmedo y frío, y las semillas débiles no logran germinar y establecerse. La prueba de frío reproduce las condiciones del campo en el momento de la siembra del maíz.

Este análisis pretende diferenciar entre lotes débiles y vigorosos de semillas, sometiéndolos a una combinación de baja temperatura, alto contenido de agua del sustrato y, de ser posible, a la presencia de patógenos.

Esta prueba también se ha utilizado para otras especies, como la cebada (*Hordeum vulgare* L.), la zanahoria (*Daucus carota* L.), el algodón (*Gossypium hirsutum*), la berenjena (*Solanum melongena* L.), las habas, la lechuga (*Lactuca sativa* L.), la cebolla (*Allium cepa* L.), el arroz (*Oryza sativa* L.), el sorgo (*Sorghum bicolor* L.) y la soja.

La prueba de frío somete las semillas a la influencia de **dos factores de estrés**:

- baja temperatura; y
- presencia de patógenos.

Para garantizar la presencia de determinados patógenos, se usa como sustrato suelo de la parcela del año anterior. Este uso de diferentes tipos de suelos significa que no hay una prueba de frío normalizada. Hay métodos modificados de la prueba fría con una mezcla de tierra y arena, o solo arena. En esos casos, las semillas se exponen únicamente a bajas temperaturas y no se tiene en cuenta el efecto de los patógenos.

Aparato: Bandeja de aluminio, suelo, arena, germinador.

Procedimiento:

- Triturar y cribar el suelo.
- Poner en la bandeja 2 cm de suelo.



Figura 3.8 Prueba de frío: bandejas de plástico con arena (arriba) y rollos de papel (abajo)

3

- Colocar 50 semillas en la mezcla de suelo/arena y cubrir con una capa de 2 cm de espesor de suelo.
- Compactar el suelo y añadir agua (a 10°C) hasta que la tierra alcance aproximadamente el 70% de su capacidad de retención de agua.
- Cubrir las bandejas con bolsas de polietileno, colocar en el refrigerador y mantener a 10°C durante 7 días.
- Retirar las bandejas y poner el germinador a 25°C.
- Calcular el porcentaje de germinación contando el número de plántulas normales (como en la prueba de germinación). A mayor porcentaje de germinación, mayor será el vigor.

Distintos laboratorios de semillas han creado numerosos procedimientos diferentes de pruebas de frío, con una variedad de recipientes, desde cajas y bandejas de plástico, hasta toallas enrolladas (Figura 3.8).

Prueba de envejecimiento acelerado

La prueba de envejecimiento acelerado se creó inicialmente para determinar el potencial de almacenamiento. Ahora se usa para predecir el potencial de los lotes de semillas de producir plántulas en el campo, y es muy utilizado para las **semillas de soja** (*Glycine max*). El proceso de envejecimiento se acelera sometiendo las semillas a temperaturas elevadas (40°C a 45°C) y a una elevada humedad relativa (95%) en la cámara de envejecimiento durante 72 horas. Posteriormente se someten las semillas a una prueba de germinación.

Durante la prueba, las semillas absorben la humedad del medio ambiente; el aumento del contenido de humedad de las semillas, aunado a la alta temperatura, provoca el rápido envejecimiento de las semillas. Los lotes de semillas que muestran una gran capacidad de germinación en la prueba de envejecimiento acelerado tienen un gran vigor y se prevé que conserven una elevada viabilidad durante el almacenamiento.

notas

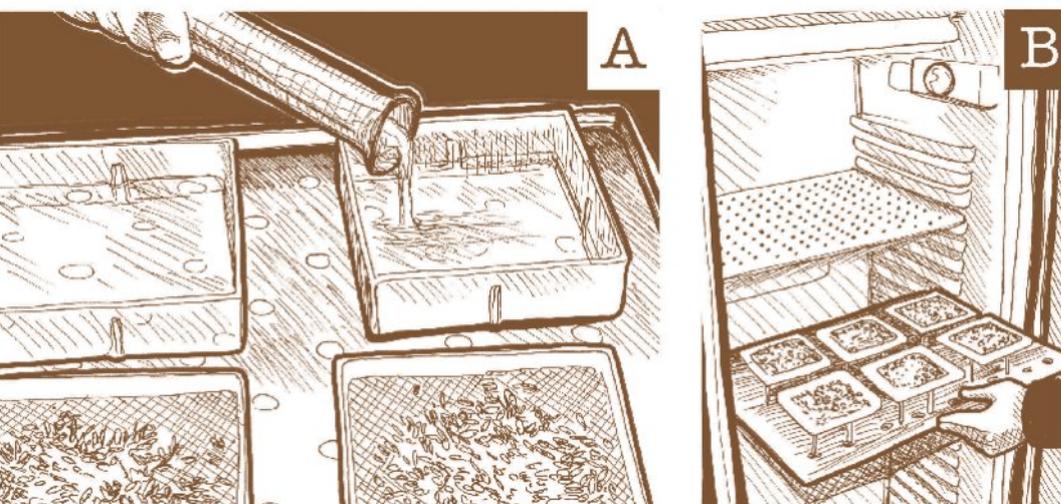


Figura 3.9 Prueba de envejecimiento acelerado:

- A) Recipientes de envejecimiento con agua y semillas en la malla de alambre,
 B) Colocando los recipientes en la cámara de envejecimiento

notas

Equipo: Cámara de envejecimiento acelerado, equipos para análisis de germinación, cajas de plástico con malla de alambre para envejecimiento acelerado, agua destilada.

Procedimiento:

- Utilice dos cajas con 42 g de semillas (100 semillas) en cada una.
- Colocar las semillas en una bandeja (pantalla) de malla de alambre seco en una caja de plástico de envejecimiento acelerado con 40 ml de agua destilada. Tener cuidado de no salpicar agua en la pantalla.
- Cerrar los recipientes y ponerlos en la cámara de envejecimiento a $41 \pm 0,3^\circ\text{C}$ durante 72 horas. Es importante que la temperatura sea estable para asegurar la validez de los resultados de varias pruebas repetidas.

Quitar las semillas de los contenedores y realizar una prueba de germinación estándar con cuatro repeticiones de 50 semillas cada una.

Análisis de conductividad

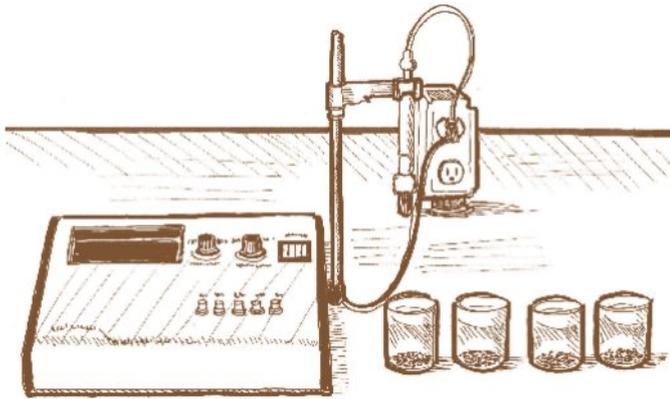
La prueba de conductividad eléctrica (CE) se basa en la suposición de que las membranas celulares se desintegran durante el deterioro de semillas. Este análisis se usa para los **guisantes** (*Pisum sativum*). El principio de la prueba de CE es que las semillas menos vigorosas o más deterioradas tienen una tasa más baja de reparación de la membrana celular durante la absorción de agua por la semilla para la germinación y, por lo tanto, liberan mayores cantidades de solutos al ambiente externo. La prueba mide la fuga de iones. En condiciones de campo, la pérdida de exudados después de la siembra, que refleja la pérdida de organización de la membrana celular y la permeabilidad selectiva, puede estimular el crecimiento de microorganismos patógenos y afectar el crecimiento de las plántulas.

Como unas semillas vigorosas pueden reparar el daño y reorganizar sus membranas más rápidamente (en comparación con semillas de poco vigor), la pérdida de electrolitos es una indicación de vigor. Una baja conductividad indica poca pérdida de electrolitos y, por consiguiente, gran vigor, una elevada conductividad indica poco vigor (ISTA, 1995).

Aparato: Medidor de conductividad, vaso de precipitado, 0,1% de cloruro mercúrico, agua destilada, muestra de semillas, botella de lavado, papel tisú.

Procedimiento:

- Utilizar 4 repeticiones de 50 semillas y pesar cada repetición con dos decimales (0,01 g).
- Llenar cuatro contenedores del mismo tamaño con 250 ml de agua desionizada, cubierta para evitar la contaminación, y mantener a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 h.
- Poner las semillas en remojo en los contenedores y cubrir de nuevo para evitar contaminación y evaporación. Colocar en un germinador a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 h.
- Utilizar otros dos contenedores con agua desionizada solamente, como control para cada prueba.
- Al final del período de incubación, remover las semillas y medir la conductividad eléctrica específica, ya sea entre las semillas o después de haberlas retirado del agua.
- Medir la conductividad de los contenedores de control y restar el valor medio de las lecturas de las muestras de semillas. Entre las lecturas, enjuagar la celda de inmersión en agua desionizada.



3

Figura 3.10 Prueba de conductividad para guisantes

La conductividad se expresa en $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ y se calcula como sigue:

$$\text{Conductividad} = \frac{\text{Lectura de conductividad} - \text{Valor promedio de conductividad del control}}{\text{Peso de la repetición (g)}}$$

Análisis de tetrazolio

La prueba de tetrazolio se ha utilizado durante muchos años para obtener una rápida estimación general de la viabilidad de las semillas, en particular en especies con latencia cuando la prueba de germinación duraría demasiado tiempo. Para determinar el vigor del lote de semillas, el procedimiento es igual que para el análisis de viabilidad, pero la **clasificación** es más precisa:

- Elevado vigor: teñido uniforme y parejo, tejido firme y brillante.
- Vigor medio: embrión completamente teñido o ejes embrionarios teñidos en las dicotiledóneas. Las extremidades pueden no teñirse, mientras que algunas partes pueden estar más o menos teñidas.
- Bajo vigor: grandes partes de las estructuras no esenciales sin teñir. Solo una raíz puede estar teñida (monocotiledóneas) o la punta extrema de una radícula sin teñir (dicotiledóneas). El tejido aparece lechoso y demasiado teñido.

Para obtener resultados fiables, un experimentado analista de tetrazolio debe evaluar la prueba y el método se debe seguir con exactitud. Esta prueba se ha adoptado para los cultivos de **cereales** y se usa con buenos resultados con **guisantes**. También se usa con la soja, el algodón, el maíz y legumbres de semillas grandes.

Pruebas y evaluación del crecimiento de las plántulas

Se utilizan varias pruebas basadas en el comportamiento de las plántulas para evaluar el vigor de semillas:

- Primer conteo de la prueba de germinación.
- Velocidad de germinación: una de las más antiguas manifestaciones del vigor de semillas. La germinación rápida es importante, dado que normalmente corresponde a la rápida aparición de plántulas en el campo.
- Crecimiento uniforme de las plántulas: evaluación de la longitud o del peso en seco de las plántulas.
- Velocidad de aparición de la raíz primaria.

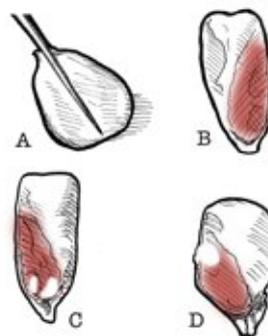


Figura 3.11 Análisis de tetrazolio
A) Preparación de las semillas,
B) Semilla vigorosa
C) Semilla viable no vigorosa,
D) Semillas no viables

notas

Las pruebas en las plántulas son sencillas de realizar y por lo general no requieren un equipo especial. Las pruebas con las plántulas son particularmente útiles para evaluar el vigor de semillas de especies de las que no hay información sobre otras pruebas de vigor de las semillas.

Además, para la evaluación de la longitud de plántulas, las nuevas tecnologías, como escáneres y programas informáticos específicos, permiten hacer una medición exacta.

Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad es decisivo para conservar la calidad de las semillas almacenadas y mantener su viabilidad. Las semillas con un contenido de humedad correcto se pueden almacenar durante más tiempo y son relativamente resistentes a los daños causados por los insectos.

El contenido de humedad de una muestra procede de la pérdida de peso cuando la semilla se seca, de conformidad con los métodos de la ISTA. Se expresa como un porcentaje del peso de la muestra original.

Las normas ISTA distinguen entre **métodos directos** e **indirectos** para determinar el contenido de humedad. Los métodos directos constan de estufado, desecación y otros métodos fisicoquímicos. Téngase en cuenta que algunas especies requieren **tritución** antes del análisis.

Objetivos:

- Determinar las condiciones de secado óptimas para su conservación durante el almacenamiento.
- Comprobar si las semillas cumplen con el contenido máximo de humedad especificado en los reglamentos de semillas.

Método de horno a temperatura constante

Es un **método directo**, reduce la oxidación, la descomposición y la pérdida de otras sustancias volátiles, y garantiza la eliminación de la mayor cantidad de humedad posible. La temperatura (alta/baja) depende de la especie.

Tener en cuenta que puede ser necesario un secado previo (véase el Cuadro 3.3).

Equipo: Molino, horno eléctrico, contenedores, termómetro, desecador, sustancia desecante adecuada (p. ej., gel de sílice), báscula analítica, cribas, herramienta de corte.

Procedimiento:

- Distribuir la muestra de trabajo uniformemente sobre la superficie del contenedor.
- Pesar el recipiente y su tapa antes y después del llenado.
- Colocar rápidamente el recipiente encima o junto a su cubierta, en un horno.
- Al terminar el lapso prescrito, cubrir el recipiente, colocarlo en un desecador (que contenga la sustancia desecante) y dejar enfriar a temperatura ambiente.
- Una vez enfriado, pesar el contenedor con su tapa y contenido.



Figura 3.12 Análisis de humedad. Secando semillas en un horno (izquierda) y poniéndolas a enfriar en un desecador (derecha)

El contenido de humedad en porcentaje por peso se calcula con tres decimales para cada repetición, con la siguiente fórmula:

$$MC (\%) = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso inicial}} \times 100 = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100$$

En que:

- M1 = peso (g) del contenedor y tapa
- M2 = peso (g) del contenedor, la tapa y el contenido antes del secado
- M3 = peso (g) del contenedor, la tapa y el contenido después del secado

Cuadro 3.3 Métodos para determinar la humedad en algunas semillas (ISTA, 2016).

Especie	Moler o cortar	Método a utilizar	Secado a alta temperatura (h)	Necesidad de secado previo
Remolacha roja - <i>Beta vulgaris</i> L.	No	Alta	1	-
Caupí - <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Gruesa	Alta	1	≤ 17% de contenido de humedad
Cacahuets - <i>Arachis hypogaea</i> L.	Cortar	Baja	-	≤ 17% de contenido de humedad
Maíz - <i>Zea mays</i> L.	Fino	Alta	4	≤ 17% de contenido de humedad
Arroz - <i>Oryza sativa</i> L.	Fino	Alta	2	≤ 17% de contenido de humedad
Sorgo - <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	Fino	Alta	2	≤ 17% de contenido de humedad
Trigo - <i>Triticum aestivum</i> L.	Fino	Alta	2	≤ 17% de contenido de humedad

notas

Método del medidor de humedad

Es un **método indirecto**, se puede usar cualquier tipo de medidor de humedad, siempre que cumpla los requisitos de calibración y determinación. El contenido de humedad medido se calibra contra el contenido de humedad obtenido mediante el método de horno.

Los medidores son muy prácticos y son especialmente útiles cuando se requiere un resultado rápido, por ejemplo, cuando las semillas llegan al establecimiento de procesamiento después de la cosecha y es necesario decidir si es necesario secar más.

ANÁLISIS SANITARIO DE LAS SEMILLAS

Es importante entender la diferencia entre patología de las semillas y sanidad de las semillas.

Patología de semillas: el estudio de las enfermedades transmitidas por las semillas, incluidos el mecanismo de infección; transmisión a través de semillas; función del inóculo de la semilla en el desarrollo de enfermedades; técnicas para la detección de patógenos de semillas; normas de certificación de semillas; deterioro debido a hongos, micotoxinas y micotoxicosis de almacenamiento; y control del inóculo transmitido por las semillas.

Sanidad de las semillas: la presencia o ausencia de organismos que produzcan enfermedades (p. ej., hongos, bacterias y virus) y plagas de animales (p. ej., nematodos e insectos).

Objetivos:

- Prescribir el tratamiento para las semillas.
- Habilitar la certificación de semillas.
- Determinar la necesidad de cuarentena vegetal.
- Conservar las semillas en bancos de germoplasma.

Métodos

Hay diversas maneras de detectar la presencia o ausencia de microorganismos transmitidos por semillas:

- Inspección de semillas secas (se describe en detalle más adelante)
- Lavado de semillas para formar una suspensión (se describe en detalle más adelante)
- Método de conteo de embriones completos
- Método con desecante (se describe en detalle más adelante)
- Método de la placa de agar.
- Método de placa con agua y agar.
- Método de congelación
- Método de síntomas de las plántulas
- Análisis serológico



Figura 3.13 Medidor de humedad portátil

3

- Prueba de crecimiento
- Prueba de inmunoabsorción enzimática (ELISA)
- Métodos de biología molecular (PCR)
- Pruebas de campo
- Inspección de cultivos de semillas.

Inspección de semillas secas

La muestra de semillas se examina a simple vista o con estereomicroscopio; la presencia de hongos, si existe, se observa y registra. Los hongos afectan a la **apariciencia física** de las semillas:

- Las estructuras de fructificación de los hongos son visibles como acérvulos o picnidios; las semillas están parcial o totalmente tiznadas o cariadas.
- Hay esclerocios del cornezuelo enteros o rotos mezclados con las semillas.
- Las esporas o masas de esporas de hongos son visibles en la superficie de la semilla (royas, tizón, mohos, esporas de hongos, p. ej. *Drechslera*, *Alternaria*, *Curvularia*, *Nigrospora*).
- Hay presentes quistes de nematodos.

La inspección también revela **anomalías físicas** (p. ej., la cubierta de la semilla aparece arrugada, tamaño de la semilla reducido o aumentado, decoloración o manchas en las semillas).

notas

Equipo: Caja para análisis de pureza, estereomicroscopio binocular, microscopio compuesto, placas de Petri, vidrios de reloj, báscula, hidróxido de sodio (NaOH).

Procedimiento:

- Tomar una muestra, del mismo tamaño que la utilizada para un análisis de pureza.
- Poner las semillas en la caja para análisis de pureza y separar en semillas puras, materia inerte y semillas de otros cultivos.
- Pesas los tres componentes y registrar los detalles en el informe sanitario de las semillas.
- Examinar las semillas puras a simple vista primero y después con un estereomicroscopio binocular.
- Recoger las esporas aisladas con un pincel fino o una aguja húmeda. O bien, sumergir la semilla en el portaobjetos, en una gota de agua para liberar algunas esporas. Esto puede hacerse bajo un estereomicroscopio binocular.
- Registrar las observaciones en el informe sanitario de las semillas.

notas

Análisis de lavado

Las semillas se lavan y se analiza la suspensión. Este análisis se utiliza principalmente para detectar hongos cuyo inóculo esté presente en la superficie de la semilla, p. ej. teliosporas de hongos y mohos, oosporas de mildiú, clamidosporas de *Protomyces macrosporus*, el óxido de la remolacha (*Uromyces betae*) y el cártamo (*Puccinia calcitrapae*).

Equipo: Microscopio compuesto, báscula, mezcladora, centrífuga, tubos de centrífuga, tubos capilares, matraces cónicos, vasos, probetas, portaobjetos y cubreobjetos, gradillas para tubos de ensayo, estopilla, Tween 20, solución de montaje, hemocitómetro.

Procedimiento:

- Tomar una muestra de trabajo.
- Pasar las semillas a un frasco y añadir agua hasta sumergirlas.
- Agregar de 1 a 2 gotas de Tween 20 (tensoactivo tipo polisorbato no iónico).
- Colocar las semillas en una mezcladora durante 5- 10 minutos.
- Filtrar el contenido en un vaso de precipitados a través de la muselina o la estopilla.
- Pasar el contenido a un tubo de centrífuga; poner el agua en otro tubo de centrífuga para control.
- Centrifugar el contenido de 1 500-3 000 durante 2- 10 minutos.
- Decantar el líquido superior y añadir 1 ml de agua o solución de fijación al tubo de centrífuga.
- Mezclar el contenido con una aguja.
- Insertar un tubo capilar; succionar unas gotas y colocar en el portaobjetos.
- Colocar la cubierta sobre las gotas.
- Examinar el portaobjetos bajo un microscopio compuesto.
- Verter el contenido en una placa de Petri y examinar directamente los lavados bajo un estereomicroscopio binocular a 50X.
- Recoger las esporas con tubos capilares y colocarlos en el portaobjetos para análisis en el microscopio compuesto. Esto es útil cuando solo hay un número pequeño de semillas disponibles para análisis (p. ej., muestras de germoplasma en aprobación de cuarentena).
- Registrar los resultados en el informe sanitario de las semillas.

Este método se utiliza para detectar patógenos en diversos cultivos:

- Soja: mildiú
- Mijo perla: mildiú, tizón
- Trigo: mohos, enanismo, carbones
- Arroz: carbón.

notas

Selección del método de análisis de patógenos

El analista debe conocer la exacta **ubicación del patógeno** (es decir, en/ sobre semillas individuales o entre las semillas como órganos separados), y si hay uno o más **tipos de inóculo**.

Métodos:

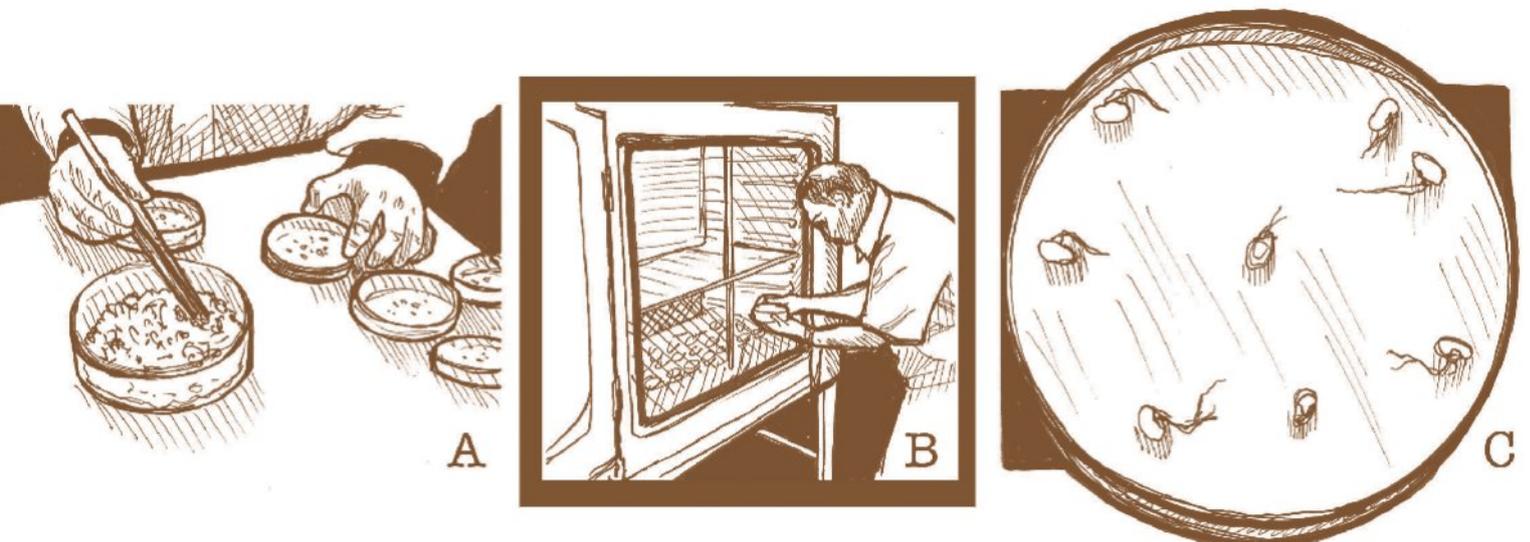
- A simple vista: para identificar carbones, ya que el carbón parcial o total se aprecia fácilmente en las semillas secas.
- Análisis con estereomicroscopio y lavado: para observar las esporas sueltas en la superficie de las semillas.
- Prueba de los síntomas en las plántulas: para observar los síntomas producidos por los hongos en plántulas jóvenes en un corto período de tiempo o que causan pérdidas de germinación. Nota: ésta debería ser una prueba adicional, no la única.
- Pruebas de inmunoabsorción enzimática (ELISA) para detectar el virus del mosaico de la soja, el tizón de la vaina y otros virus. Se añade a la muestra un anticuerpo para una proteína específica (antígeno) en el patógeno y la reacción entre ellos refleja un cambio en el color que indica la infección.

Algunos cultivos requieren varias pruebas para obtener la imagen completa de patógenos de semillas, por ejemplo, el **trigo**:

- inspección en seco para el cornezuelo;
- prueba de lavado para las *Tilletia* spp.;
- el método de recuento de embriones para el carbón volador;
- método del papel secante y ultracongelación para los *Alternari* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium* spp. y *Stagonospora nodorum*; y
- método de la placa de agar para el cribado rápido para *B. sorokiniana*.

Figura 3.14 Análisis con papel secante

A) Colocar las semillas en las placas,
B) Poner las placas en la incubadora,
C) Placas después de la incubación



Prueba de pureza de las variedades

La pureza de las variedades o especies se analiza en el laboratorio, en el invernadero y en las parcelas del campo. Sin embargo, la identificación de las variedades en el laboratorio no es una práctica habitual, porque casi todas las especies tienen características morfológicas insuficientes para una identificación exacta. La mejor manera de garantizar la pureza de las variedades es la **inspección sobre el terreno** (como parte del proceso de certificación) y **en las parcelas después del control** (véase el capítulo 5 "Después del control").

Los análisis tradicionales de laboratorio de la pureza de las variedades (p.ej., examen visual de las semillas y plántulas y pruebas químicas) son el primer paso hacia la identificación de una variedad el tipo de variedad. Se examinan las características morfológicas y fisiológicas de las semillas, plántulas y plantas. En todas las pruebas debe haber disponibles muestras auténticas de la especie o variedad para hacer la comparación.

La ISTA define una **muestra auténtica** como una muestra de una semilla de una especie o variedad conocida o una muestra con una característica conocida.

Los tamaños de las muestras a enviar se muestran en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4 Tamaños de las muestras para el análisis de las especies y de las variedades

Especie	Solo el laboratorio [g]	Parcela y laboratorio [g]
<i>Glycine, Lupinus, Phaseolus, Pisum, Vicia, Zea</i> y especies de otros géneros con semillas de tamaño similar	1 000	2 000
<i>Avena, Hordeum, Secale, Triticum</i> y especies de otros géneros con semillas de tamaño similar	500	1 000
<i>Beta</i> y especies de otros géneros con semillas de tamaño similar	250	500
Todas las especies de semillas más pequeñas	100	250

Examen de las semillas

Es posible diferenciar entre cultivares sobre la base del color, caracteres morfológicos y características químicas. Hay diversos métodos de análisis.

Examen de los caracteres fenotípicos

Se analiza una muestra de trabajo de ≥ 400 semillas con repeticiones de ≤ 100 semillas. Se adopta el examen visual directo o con el aumento adecuado para determinar los **caracteres morfológicos**. Para determinar los **caracteres de color**, las semillas se pueden examinar a la luz del día o con luz ultravioleta. Los caracteres de identificación son:

- Trigo: color, forma y tamaño de la carióspside; frecuencia y longitud de los tricomas al final de la carióspside (pilosidad).
- Arroz: forma, tamaño y color del grano; el tamaño y el color de la carióspside.

notas

notas

- Cebada: forma del grano, base de la lema, color, pilosidad del pliegue ventral, apertura del pliegue ventral, pilosidad de la raquilla, forma dentada de los nervios dorsales laterales, arrugamiento de la lema y la palea, forma y pilosidad de los lodículos.
- Avena: color del grano (blanco, gris amarillento o negro).
- Guisante: color, tamaño y forma.

Análisis químico

Hay varios análisis químicos para distinguir entre las variedades de diversas especies:

- Prueba de fenol: distingue entre cultivares de trigo, cebada, avena y raigrás.
- Prueba de peroxidasa: separa los cultivares de soja en elevada y baja actividad de la peroxidasa en la cubierta de la semilla.
- Análisis de cobre y sulfato amónico: separa el meliloto amarillo (*Melilotus officinalis*) del meliloto blanco (*M. alba*).
- Análisis de hidróxido de sodio (NaOH): distingue el trigo blanco del rojo.

Procedimiento de la prueba de fenol:

- Preparar la solución de fenol al 1% pesando 8 g de cristales de fenol y disolverlos en 800 ml de agua destilada. Calentar hasta que los cristales se disuelvan (evitar el contacto con la piel y preparar bajo campanas de extracción para prevenir la inhalación).
- Remojar las semillas en agua destilada durante 16 horas.
- Escurrir y colocar en placas Petri sobre papel filtro humedecido con la solución de fenol al 1%.
- Evaluar la tinción después de una hora (o tan pronto como aparezcan diferencias). Las semillas ligeramente teñidas seguirán desarrollando el color, por lo que el momento de la evaluación puede ser crítico.
- Probar un control conocido de la variedad como punto de referencia para evaluar la tinción.



Figura 3.15 Con la prueba de fenol las variedades de trigo adquieren un característico color marrón que varía desde un tono pálido hasta muy oscuro

Análisis de fluorescencia

La muestra se examina con luz ultravioleta y se observa la fluorescencia. Es importante usar gafas de protección y evitar mirar directamente la luz ultravioleta. Este análisis es útil para distinguir entre especies de raigrás y entre las variedades de avena. Los **caracteres de identificación** son:

- Avena: la lema y la palea de la semilla. Se coloca una muestra de 75 g de semillas puras sobre una superficie de trabajo negra y se examina con luz ultravioleta para distinguir las semillas diferentes o de fluorescencia variante.
- Raigrás: las raíces de las plántulas. La prueba se utiliza para diferenciar entre semillas anuales (*Lolium multiflorum*) y perennes (*Lolium perenne*).

Electroforesis

Se utiliza electricidad para separar las moléculas (proteínas o ADN) en función de su carga y/o tamaño. Se observan manchas específicas y la forma se compara con normas conocidas. La ISTA recomienda las siguientes técnicas estándar para ciertos cultivos:

- **Electroforesis en gel de poliacrilamida (PAGE):** cebada (*Hordeum*), guisante (*Pisum*) y raigrás (*Lolium*). La figura de las bandas proteicas observada en el gel es característica de una determinada variedad.
 - *Hordeum*: se extraen las proteínas solubles en alcohol (hordeína) de las semillas y se separan con PAGE a un pH 3.2.
 - *Pisum* y *Lolium*: se extraen las proteínas de las semillas de semillas individuales de *Pisum* o de una pasta de semillas de *Lolium* tratadas con dodecil sulfato-sódico (SDS) y se separan mediante un procedimiento discontinuo de SDS-PAGE.
- **Isoelectroenfoque (IEF):** maíz (*Zea mays*). El método de referencia estándar para medir la pureza y verificar las variedades híbridas de maíz es el isoelectroenfoque en capa ultrafina (UTLIEF). Las proteínas solubles en alcohol (zeína) o proteínas solubles en agua se extraen de semillas de maíz individuales y se separan con IEF en geles de capa ultradelgada. La figura de las bandas proteicas observada en el gel es característica de una determinada variedad. Por lo general es posible estimar la pureza de las muestras híbridas identificando una o más bandas de zeína en el progenitor masculino, ausentes en el progenitor femenino (y presentes en el híbrido).

Examen de las plántulas

Cereales

Algunas variedades se pueden distinguir por el color de sus coleóptilos, que varía de púrpura a verde y se determina cuando las plántulas llegan a una etapa de desarrollo adecuada.

Procedimiento (para intensificar el color): humedecer el papel filtro (sustrato) con una solución al 1% de NaCl o HCl; o bien, colocar las plántulas bajo luz UV durante 1 a 2 horas antes del examen.

Brasicáceas

Los cultivares de pulpa blanca se distinguen de los de pulpa amarilla por el color de los cotiledones de los gérmenes en el nabo: limón para los cultivares de pulpa blanca y naranja para los cultivares de pulpa amarilla.

notas

Procedimiento:

germinar 400 semillas en la oscuridad a 20°C - 30°C; después de cinco días, colocar los cotiledones en placas de Petri con alcohol (85% - 96%); colocar las placas sobre una superficie blanca; determinar el color de los cotiledones, después de cuatro horas.

Lolium

Las especies de raigrás se pueden identificar mediante el análisis de fluorescencia en las plántulas. En la mayor parte de los cultivares de *Lolium multiflorum* aparece fluorescencia en los restos de raíces, mientras que en el *Lolium perenne* no aparece.

Procedimiento:

- Colocar la semilla en papel filtro blanco no fluorescente humedecido con agua destilada para la germinación en las condiciones prescritas (Cuadro 3.1).
- Después de 14 a 18 días, una vez bien desarrolladas las raíces, examinar las plántulas bajo luz ultravioleta de una lámpara de radiaciones de 360-370 nm.
- Registrar el número de plántulas fluorescentes y no fluorescentes, así como el número de plántulas normales, en cada repetición.

Almacenamiento de las muestras

Es fundamental hacer los análisis tan pronto como sea posible una vez recibida la muestra.

No retrasar el análisis:

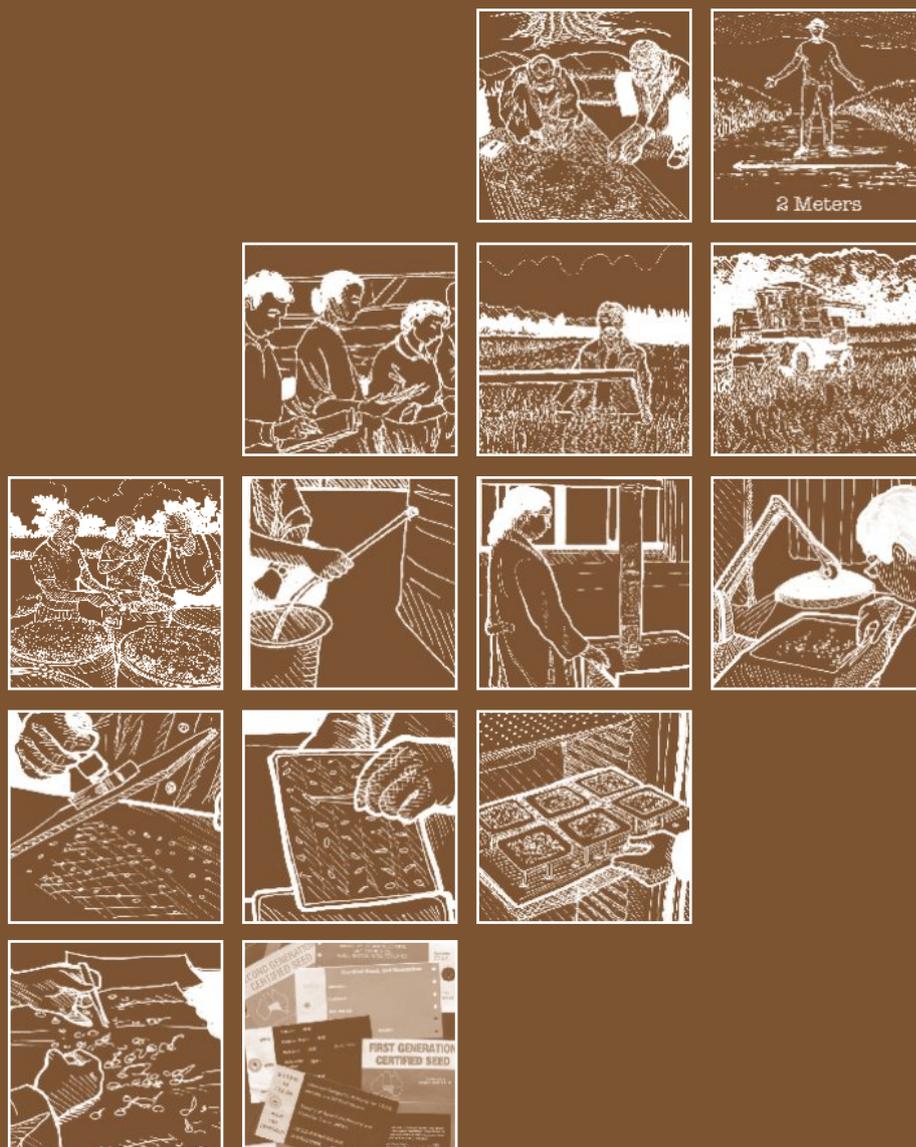
- El contenido de humedad puede aumentar o disminuir drásticamente durante el almacenamiento, de acuerdo a la temperatura y humedad de la sala de almacenamiento.
- La latencia se puede modificar y –en el caso de las fabáceas (legumbres)– puede aumentar el número de semillas duras.

Después del análisis, las muestras deberán conservarse durante ≥ 1 año para poder repetir los análisis. Las muestras deberán almacenarse en una sala con temperatura y humedad controladas y protegerse de insectos y roedores para reducir al mínimo los cambios en la calidad de las semillas. Las muestras deben colocarse en estanterías adecuadas en forma clara y ordenada.

Las muestras de alto valor (p. ej., semillas prebásicas, semillas para investigación, híbridos, algunas semillas de hortalizas y semillas de una colección de germoplasma) deben almacenarse en condiciones más estrictas. El contenido de humedad de las muestras para el almacenamiento a largo plazo se debe bajar al 7% - 8%. Estas muestras se colocan en latas apropiadas que contengan un agente desecante y se sellan con una junta hermética o almacenan en un congelador.

④

Propósito y organización de la garantía y control de calidad de las semillas





Propósito y organización de la garantía y control de calidad de las semillas

La **importancia económica** de las semillas genética y físicamente puras de las variedades de alto rendimiento cada vez es más reconocida en los países en desarrollo. Las semillas de buena calidad ofrecen un excelente potencial de producción, y un suministro constante es indispensable para la **seguridad alimentaria**. Para garantizar la calidad de las semillas que se venden a los agricultores, la mayor parte de los países ha adoptado disposiciones legislativas específicas.

Este capítulo analiza la certificación de semillas, su organización, reglamentación y requisitos.

¿QUÉ ES LA GARANTÍA DE CALIDAD DE LAS SEMILLAS?

La garantía de calidad de las semillas es un programa para los productores semillas. Se trata de un **proceso sistemático y planificado**, formulado para asegurar la integridad genética, física y fisiológica de las semillas que se proporcionan a los agricultores. Incluye inspecciones de campo, análisis de laboratorio, auditorías de los registros de producción y evaluaciones *in situ* de las instalaciones de tratamiento y acondicionamiento.

La garantía de calidad de las semillas asegura que las semillas certificadas que se venden a los agricultores satisfacen **elevadas normas** de pureza, lo que permite a la empresa de semillas producir y comercializar semillas de acuerdo a sólidas **prácticas de gestión de la calidad**.

Objetivos:

- Asegurar la producción y venta a los agricultores de semillas de la mejor calidad.
- Prevenir la propagación de malezas, plagas y enfermedades, especialmente tipos invasivos.
- Satisfacer las demandas de los consumidores de determinadas cualidades.
- Atender las necesidades de la agricultura especializada.
- Cumplir con la mecanización de la agricultura.
- Fomentar la competencia sana entre los comerciantes de semillas.

¿QUÉ ES LA CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS?

La certificación de semillas es un **proceso reglamentario** destinado a mantener y poner a disposición de los agricultores semillas y material de plantación de alta calidad de variedades de cultivos superiores, producidas y distribuidas para garantizar la **identidad** y la **pureza genética** (International Crop Improvement Association, 1968). También garantiza otros factores, incluida la ausencia de malezas y enfermedades, la pureza y viabilidad analíticas.

notas

Las autoridades de certificación de semillas adoptan **normas** y **sistemas** predefinidos para la producción, multiplicación y comercialización de las semillas.

REGISTRO DE VARIEDADES

Objetivos:

- Establecer la identidad de la variedad.
- Establecer normas de rendimiento.

En la mayor parte de los países, para que una variedad cumpla los requisitos para la certificación, deberá estar inscrita en la "lista de variedades nacionales" o "catálogo de variedades nacionales". El procedimiento de inscripción en las listas nacionales es un instrumento potencialmente útil para la agricultura: solo hay un nombre asociado a una variedad; y los atributos positivos (alto rendimiento, resistencia a la sequía o a las enfermedades) son observados y monitoreados a lo largo del tiempo a consecuencia de las pruebas agronómicas de rendimiento.

Una vez que una variedad se incorpora en la lista nacional, se puede incluir en los sistemas de certificación de semillas para su comercialización. En muchos países, también se pueden conceder a las variedades **derechos de obtentor**, que permiten al genetista recuperar los costos de las actividades de obtención e invertir en el futuro. La introducción de los derechos de los obtentores ha propiciado la disminución de la obtención estatal a favor de la privada.

una variedad, un nombre, una descripción

para incorporarlas en la **lista nacional**, deben realizarse pruebas durante al menos dos temporadas agrícolas con dos series de **evaluaciones**:

- **Análisis DHE:** distinción, homogeneidad y estabilidad
- **Pruebas de VCU:** valor de cultivo y uso.

El período de prueba varía entre países (véase el Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1 Temporadas de cultivo necesarias para la evaluación y el registro de variedades de cereales en una selección de países

	Morocco (wheat)	Nepal (maize)	Spain (wheat)	Uganda (maize)	Ukraine (maize)
Numero de temporadas para test DHE	2	2	2	2	3
Numero de temporadas para ensayos VCU	2	2	2	2	3
Datos provistos por el registrante son aceptados	No	Yes	Yes	Yes	No

Source: World Bank, 2015

Prueba DHE

Objetivos:

- Demostrar que la variedad tiene una única descripción taxonómica y, por lo tanto, es diferente de todas las demás variedades de la lista nacional.
- Asegurar que la variedad sea uniforme, es decir, que las plantas se ajusten a la misma descripción.
- Asegurar que la variedad sea estable, es decir, las plantas no cambian taxonómicamente de una generación a la siguiente.
- Producir una detallada descripción de la variedad para identificarla durante el proceso de certificación.

El examen DHE lo lleva a cabo la autoridad nacional designada (en la mayor parte de los países, el comité de registro/emisión de variedades) con los conocimientos técnicos apropiados, especialmente en los países que no aceptan los datos del solicitante (véase el Cuadro 4.1).

Se usan parcelas que incluyen:

- semillas suministradas por el obtentor de las nuevas variedades;
- otras variedades aspirantes;
- variedades que figuran en la lista nacional; y, a veces
- variedades de "conocimiento común": por lo general, las variedades recientemente retiradas de la lista nacional, pero que se siguen produciendo en el comercio.

Normalmente hay un período de gracia - después de que una variedad se ha eliminado de la lista nacional, pero antes de que tenga que dejar de comercializarse - para dar a los comerciantes y productores de semillas el tiempo de vender las existencias de esa variedad.

De cada variedad aspirante se registran los **caracteres taxonómicos** de la planta. Así se documenta la descripción de la variedad. La descripción oficial de la variedad se usa para la elaboración de las listas nacionales y también durante el proceso de certificación una vez que la variedad es aceptada en la lista.

La lista de caracteres se basa en las directrices técnicas de la UPOV², que también comprenden:

- estadio de crecimiento en el que las características deberían ser registradas;
- rango que puede ser utilizado en cada característica;
- ejemplos de variedades que presentan esa característica.

Análisis VCU

Objetivo: Demostrar que la variedad tiene una ventaja agronómica sobre otras variedades.

notas

² Disponible en <http://www.upov.int/tgp/es/>.

notas

En la mayor parte de los países, esta prueba se realiza con las variedades destinadas al mercado interno; en general, no se aplica a las especies de hortalizas.

La evaluación supone pruebas de campo de variedades aspirantes cultivadas junto con variedades cuidadosamente seleccionadas de la lista nacional para actuar como controles y con una serie de atributos (p. ej., alto rendimiento y buena resistencia a enfermedades).

Por ejemplo, en una prueba VCU de cereales, la semilla se siembra en parcelas con una superficie de 2 m de ancho y 10 m de largo. Las parcelas se repiten en cada prueba, el número de repeticiones depende del tamaño y del número de pruebas realizadas.

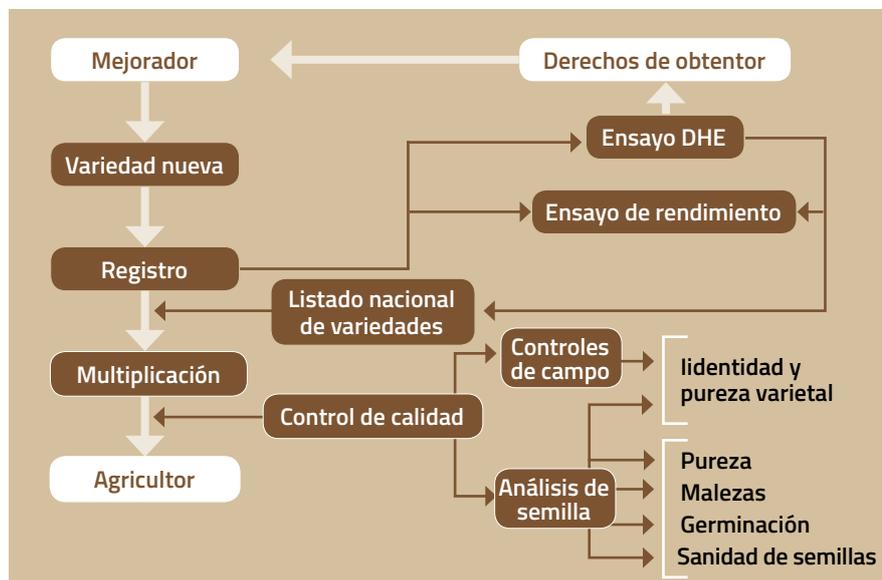
El sistema oficial de la lista nacional figura en la Imagen 4.1.

Figura 4.1 Mecanismo de toma de decisiones de la lista nacional



En la Imagen 4.2 figura un panorama general del proceso de registro de variedades y producción de semillas certificadas.

Figura 4.2 Diagrama del proceso de registro de variedades y certificación de semillas



PROCESO DE CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS

Los programas de certificación de semillas tienen más de 100 años de existencia. Han definido efectivamente normas y les han dado seguimiento para **garantizar los requisitos específicos de pureza** del producto final o semillas.

La certificación significa que se pueden comprar semillas de elevada calidad física y fisiológica, con la máxima proximidad posible a la composición genética de la variedad seleccionada por el obtentor. El obtentor invierte tiempo y esfuerzo en la selección de una variedad que funciona mejor que las variedades disponibles en el mercado. Los agricultores que eligen producir variedades certificadas tienen las ventajas de las semillas de calidad.

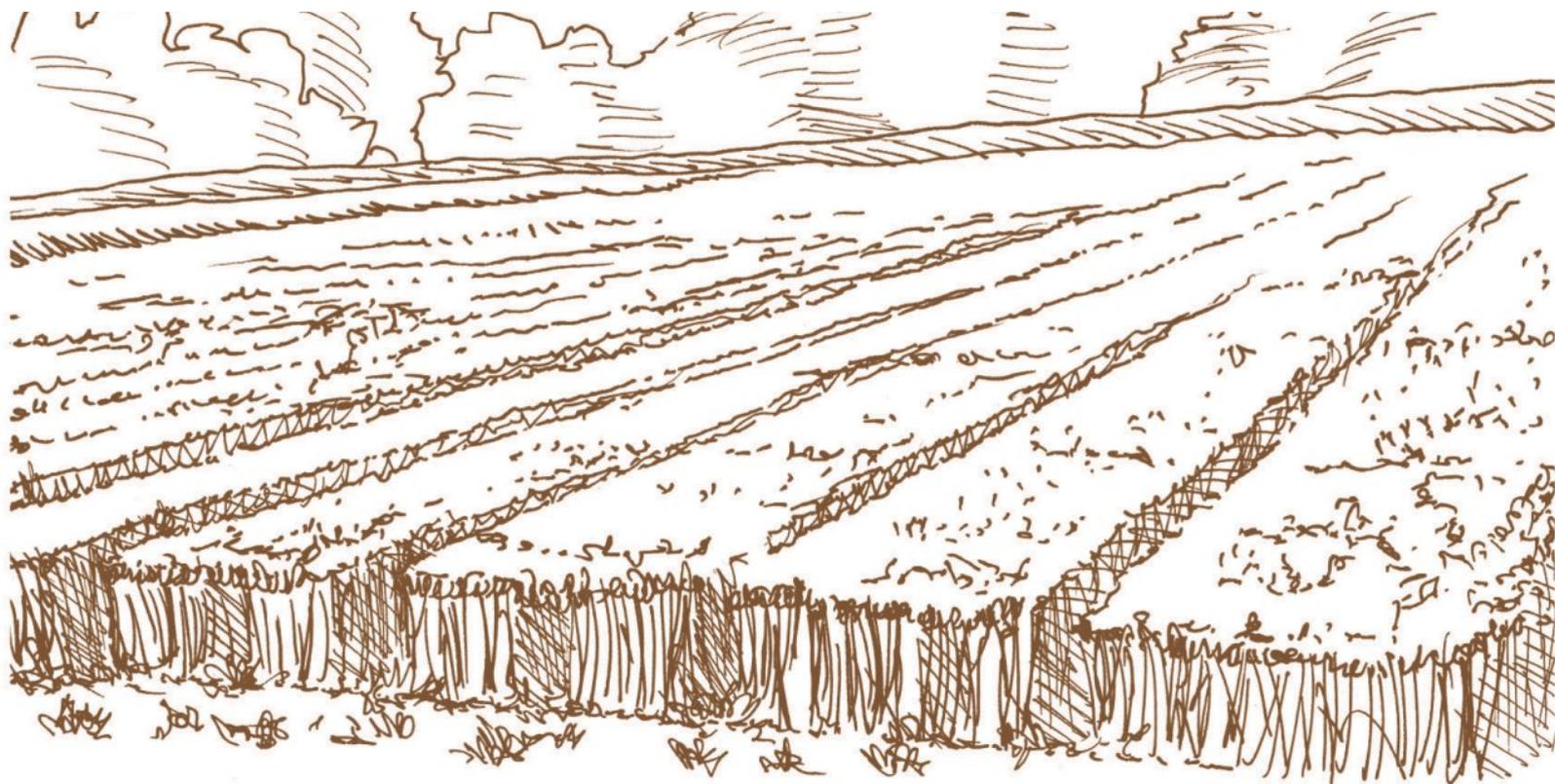
Por ejemplo, en el Reino Unido hubo un aumento de 33% en promedio de los rendimientos nacionales de trigo –de 6,2 toneladas por hectárea en 1982 a 8,3 toneladas por hectárea en 2008– de lo cual alrededor del 90% se debe al fitomejoramiento (BSPB, 2010). Los agricultores pueden optimizar este potencial mediante la compra de semillas de las variedades modernas de alta pureza varietal a través de un sistema de certificación.

Objetivos:

- Establecer y mantener normas razonables de calidad de las semillas.
- Facilitar la producción de semillas de la calidad especificada.
- Mantener la identidad y la pureza de las variedades.

notas

Figura 4.3 Campo de semillas de trigo certificadas



notas

ORGANIZACIÓN DE UN PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS

Es necesario contar con reglamentos y procedimientos para garantizar que se mantengan las normas mínimas de calidad establecidas. Los países han desarrollado sistemas de certificación a lo largo del tiempo, adaptándose a las condiciones locales, que incluyen el sistema y la gestión agrícola en curso. Para el comercio internacional de semillas, los países adoptan el sistema de certificación creado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (véase el Capítulo 6).

La organización de la certificación de semillas comprende **tres pasos principales**:

1. Establecer un organismo de certificación de semillas.
2. Establecer normas mínimas de certificación de semillas.
3. Elaborar procedimientos para la inspección de campo, el procesamiento, el muestreo y los análisis, el etiquetado, etc.

Organismo de certificación de semillas

El organismo de certificación de semillas es la autoridad competente - **independiente de la industria** - a la que compete la aplicación del sistema de certificación. La organización y la estructura de la autoridad de certificación de cada país puede variar de acuerdo a la evolución del sector de las semillas. En algunos países, la certificación está bajo la autoridad pública y el organismo también es responsable del laboratorio de análisis de semillas.

Principales actividades de un organismo de certificación de semillas:

- Registro de variedades y mantenimiento de la lista de variedades para la certificación de semillas
- Establecimiento y revisión de las normas de certificación de semillas
- Registro de los productores de semillas
- Registro de los establecimientos de procesamiento para la certificación de semillas
- Inspección agrícola
- Muestreo de semillas
- Expedición de etiquetas oficiales
- Pruebas de laboratorio
- Entrega de certificados
- Capacitación para la certificación y examen de semillas .

Clases de semillas

Un sistema de certificación contempla diferentes clases de semillas certificadas. La producción de semillas certificadas de las variedades registradas sigue un sistema control generacional para garantizar que todas las semillas comercializadas a los agricultores procedan de un origen conocido (semillas producidas por el obtentor). El material de origen también se conoce como "semilla núcleo" o "material parental". Mientras más se multiplica una variedad, mayor es la posibilidad de contaminación, cruce y variabilidad. Por esta razón, es importante limitar el número de clases y generaciones.

4

El sistema de semillas de la **OCDE** reconoce tres clases de semillas:

- Pre-básicas (PB): material de semillas de cualquier generación entre el material parental (semilla núcleo) y la semilla básica. Las produce el obtentor.
- Básicas (B): semillas producidas por, o bajo la responsabilidad del obtentor y destinadas a la producción de semillas certificadas. Se llaman semillas básicas porque son la base de las semillas certificadas y su producción es la última etapa que normalmente se esperaría que el obtentor supervise muy de cerca.
- Certificadas: la progenie de las semillas básicas, producidas bajo contrato por una selección de productores de semillas bajo la supervisión de una empresa de semillas (pública o privada). Las semillas certificadas se pueden utilizar para producir nuevas generaciones de semillas certificadas (certificada 1, certificada 2, etc.) de acuerdo a la reglamentación del país.

notas



Figura 4.4 Ejemplos de etiquetas de semillas de Côte d'Ivoire: semillas básicas G4 (4ª generación) y semillas certificadas R1 (1ª multiplicación en la reproducción francesa 1)

notas

El sistema de semillas de la **AOSCA** reconoce cuatro clases de semillas:

- Obtentor (equivalente a las pre-básicas de la OCDE): semilla de una nueva variedad con la mayor pureza. La producen, desarrollan, controlan y proporcionan directamente los obtentores o su institución para seguir la multiplicación.
- Fundación (equivalente a la básica de la OCDE): la progenie de las semillas de obtentor. La producen funcionarios capacitados de un centro agrícola o de la empresa obtentora, de conformidad con las normas nacionales y están manipuladas para mantener la pureza genética y la identidad de la variedad.
- Registradas: progenie de las semillas de fundación. Las producen una selección de agricultores, están inspeccionadas para mantener la pureza genética e identidad, y están sujetas a inspección de campo y de las semillas para garantizar que cumplan con las normas.
- Certificadas: progenie de semillas fundación, registradas o certificadas. Se inspeccionan para mantener suficiente identidad y pureza varietal. Las produce una selección de agricultores en condiciones prescritas de cultivo y aislamiento, y están sujetas a inspecciones de campo y de las semillas antes de su aprobación por el organismo de certificación. La cosecha de esta clase se utiliza para la siembra comercial.

La producción de semillas núcleo no recibe seguimiento del organismo de certificación de semillas. Otras clases de semillas (pre-básica/obtentor, básica/fundación, certificadas/registradas y certificadas) están comprendidas en el programa de certificación de semillas. El organismo de control de calidad de las semillas verifica la calidad, tanto en el campo como en el laboratorio, y certifica que la semilla cumple las normas nacionales.

Los sistemas de certificación de semillas en diferentes países utilizan nombres diferentes para las generaciones o clases de semillas de acuerdo al sistema de semillas adoptado (Cuadro 4.2).

Figura 4.5 Producción de semillas núcleo de cereales



Cuadro 4.2 Designación de las clases de semillas de cereales en algunos países

País	Etiopía	Egipto	Marruecos	Nueva Zelandia	OCDE	AOSCA
Material inicial						
	Núcleo	Núcleo	Hileras de espigas	Núcleo	Núcleo	Núcleo
Clases						
Primera	Obtentor	Obtentor	Prebásica	Obtentor	Prebásica	Obtentor
Segunda	Prebásica	Fundación	Básica	Básica	Básica	Fundación
Tercera	Básica	Registrada	Certificada R1	Certificada 1	Certificada 1	Registrada
Cuarta	Certificada 1	Certificada	Certificada R2	Certificada 2	Certificada 2	Certificada
Quinta	Certificada 2	-	-	-	-	-

Normas para la certificación de semillas

Los requisitos de certificación de semillas varían de acuerdo a las condiciones locales y a las leyes y reglamentos nacionales. El objetivo es proporcionar al comprador la mayor garantía posible de que obtenga semillas de buena calidad de pureza y procedencia conocidas. Los requisitos técnicos de la certificación de semillas comprenden **las normas del campo (producción)** y **las normas de las semillas** (véase el Cuadro 4.3):

- Pureza varietal, aislamiento, enfermedades transmitidas por las semillas y malezas, controlados mediante inspecciones sobre el terreno y análisis previos y posteriores.
- Pureza analítica, germinación, sanidad de semillas, vigor y contenido de humedad y pureza varietal (en la medida de lo posible), todo esto controlado mediante análisis de calidad de semillas.

Cuadro 4.3 Normas del campo y de semillas para el trigo blando en Marruecos (ONSSA, 2016)

	Prebásica	Básica	Certificada (R1)	Certificada (R2)
A. Normas de campo				
Aislamiento (m)	10	10	≥ 2	≥ 2
Tasa máxima de otras variedades (%)	0.5	1	2	3
Niveles máximos de impurezas específicas de los cereales de invierno (cebada, avena, trigo, centeno y triticale)	1/15 000	1/10 000	1/8 000	1/2 000
Tasa máxima de plantas infectadas por enfermedades transmitidas por semillas: carbón, carbón largo, tizón foliar y añublo	1/10 000	1/5 000	1/2 000	1/1 000
B. Normas de semillas				
Pureza varietal mínima (%)	99,9	99,9	99,8	99,7
Germinación mínima (%)	85	85	85	85
Pureza física mínima (% en peso)	99	99	98,5	98
Contenido máximo de otras semillas (número de semillas por kg)	6: 1 de OC(*) 0 de AS (**) 2 de MN (***)	8: 3 de OC 0 de AS 3 de MN	20: 12 de OC 1 de AS 4 de MN	30: 15 de OC 1 de AS 8 de MN

(*) OC: Otras especies de cereales (**) - AS: Avena silvestre (***) - MN: Malezas nocivas

notas

Normas de campo

La producción de semillas de alta calidad es una tarea exigente. Los agricultores deben ser calificados y tener un conocimiento profundo de los cultivos para semillas y de su gestión, desde la siembra hasta la cosecha. Deben tomar todas las precauciones necesarias para controlar los factores que pueden causar daños irreversibles a la pureza genética o a la sanidad de las semillas. Muchos agricultores productores de semillas trabajan por contrato para una organización o empresa de semillas con equipo especializado y recursos.

Para cumplir las normas de certificación de semillas, los agricultores deben satisfacer ciertos requisitos en el campo y durante la producción, en los siguientes ámbitos:

- Material de siembra
- Selección del sitio y aislamiento
- Siembra
- Control de malezas
- Gestión de la cosecha
- Elaboración de semillas
- Embalaje y etiquetado de las semillas
- Almacenamiento de semillas procesadas.

Material de siembra

Casi en todos los países, para poder cumplir con la certificación, una variedad debe figurar en la **lista de variedades nacionales**: un registro que comprende tanto las variedades introducidas desde otros países como las que son producto de un programa de selección en el país.

Las semillas deben tener un origen conocido y aprobado, su clasificación depende de la etapa de multiplicación de las semillas:

- Las semillas prebásicas se siembran para obtener semillas básicas.
- Las semillas básicas se siembran para obtener semillas certificadas C1 (primera generación).
- Las semillas certificadas se siembran para obtener semillas certificadas C2 (segunda generación).

Selección del sitio y aislamiento

Es importante seleccionar un sitio con las condiciones apropiadas para obtener una buena producción de semillas. Los campos utilizados para el cultivo de semillas certificadas deberán cumplir los **criterios establecidos en los reglamentos nacionales de semillas**, por ejemplo:

- **Historia del cultivo.** En el terreno no se deberá haber producido otra variedad del mismo cultivo durante el período especificado en las normas particulares de ese cultivo. Sin embargo, un agricultor puede plantar la misma variedad en el mismo terreno si está produciendo exactamente la misma variedad de clase igual o inferior.
- **Aislamiento.** El terreno debe estar separado de otros terrenos cultivados con la misma especie a fin de mantener la identidad genética. La distancia del aislamiento depende del modo de polinización. El aislamiento puede ser **espacial** (separación por una distancia específica) o **temporal** (cultivos sembrados en periodos distintos cuyo momento de floración no coincide). Cuando no es posible el aislamiento temporal o espacial es posible crear barreras mecánicas, como una zanja, un dique o calzada, o bien, se puede dejar una franja sin sembrar para impedir la contaminación por polinización cruzada o la mezcla durante la cosecha. El ancho de la **franja de aislamiento** depende de la especie

y clase de semillas. Para los cultivos autofértiles (autógamos), son suficientes dos o tres metros alrededor de las orillas del terreno para evitar la contaminación, pero en el caso de los cultivos de polinización cruzada (alógamo) se requiere una distancia mayor (p.ej., para el maíz, 400-500 m).

- **Limpieza.** El terreno debe estar limpio y libre de malezas, plagas y enfermedades.

La siembra

Limpiar la maquinaria para la siembra y el equipo de manipulación de las semillas antes de su uso para reducir al mínimo el riesgo de contaminación durante la siembra, la cosecha y el procesamiento. El material de limpieza adecuado comprende: una manguera de aire de alta presión y una aspiradora de alta potencia.

Mantener toda la documentación recibida en el momento de la compra (etiquetas de las semillas, certificados de venta a granel, facturas, etc.) para poder verificar en cualquier momento que las semillas cumplan las normas del reglamento. Seguir siempre las recomendaciones sobre el momento y las cantidades de semilla para la siembra.

Eliminación de aberrantes (plantas fuera de tipo)

La **eliminación de aberrantes** es el retiro sistemático del terreno de producción de semillas de los elementos atípicos, plantas de otros cultivos o variedades y plantas enfermas.

Esta depuración se debe llevar a cabo al menos una vez (pero mejor dos veces: antes y después de la floración), y asegurar el retiro de las plantas atípicas



Figura 4.6 Distancia de aislamiento para los cultivos autofértiles

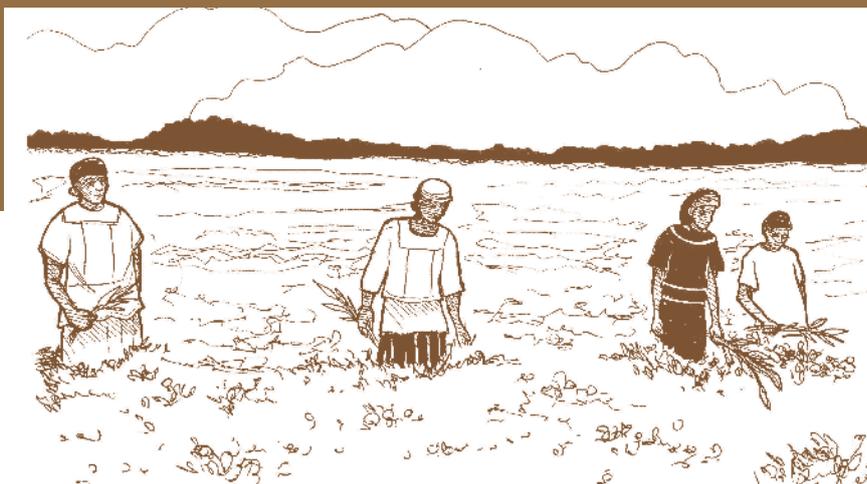


Figura 4.7 Eliminación de atípicas en un trigo

notas

notas

antes de que distribuyan su polen. No siempre es posible reconocer las plantas atípicas antes de que comiencen a formarse las semillas y se pueda observar una diferencia en el color del grano. Por lo tanto, es necesario inspeccionar periódicamente las parcelas para reconocer a tiempo los aberrantes.

Características determinantes de la pureza varietal en el campo: altura de planta, pigmentación de las partes de la planta, pubescencia, características de la barba o aristas y momento de la floración.

Gestión de la cosecha

Siempre se deben cosechar las semillas en el momento correcto de madurez; es posible que se necesite el permiso del inspector de campo. Evitar la contaminación con otras variedades limpiando a fondo el equipo de cosecha (cosechadoras, camiones, lonas, sinfines, transportadores y recipientes de almacenamiento de semillas, etc.). En algunos países, el inspector agrícola empaca y sella las semillas cosechadas y trilladas antes de que se transporten al establecimiento de procesamiento de semillas.

Cuanto mayor sea la calidad de la semilla, mayor el cuidado necesario en la cosecha y el procesamiento. Las semillas para multiplicación se deben cosechar a mano o con un equipo especial y trillarse con una maquina que se limpie sola.

Procesamiento de semillas

- **Secado de semillas.** Las semillas pierden viabilidad y vigor durante el procesamiento y almacenamiento, principalmente cuando tienen alto contenido de humedad que repercute en la longevidad. Secar las semillas inmediatamente después de la cosecha hasta alcanzar el contenido prescrito de humedad (generalmente de 10% a 14%, de acuerdo a la especie, las condiciones y duración de almacenamiento). Entre los pequeños agricultores el secado al sol es

Figura 4.8 Cosecha de semillas básicas



notas

Emisión de etiquetas oficiales

Todos los paquetes que contengan semillas certificadas llevan una etiqueta de certificación expedida por el organismo de certificación oficial de semillas. El organismo de certificación es el responsable de la impresión, distribución y colocación de las etiquetas; puede delegar esta responsabilidad en una organización privada autorizada.

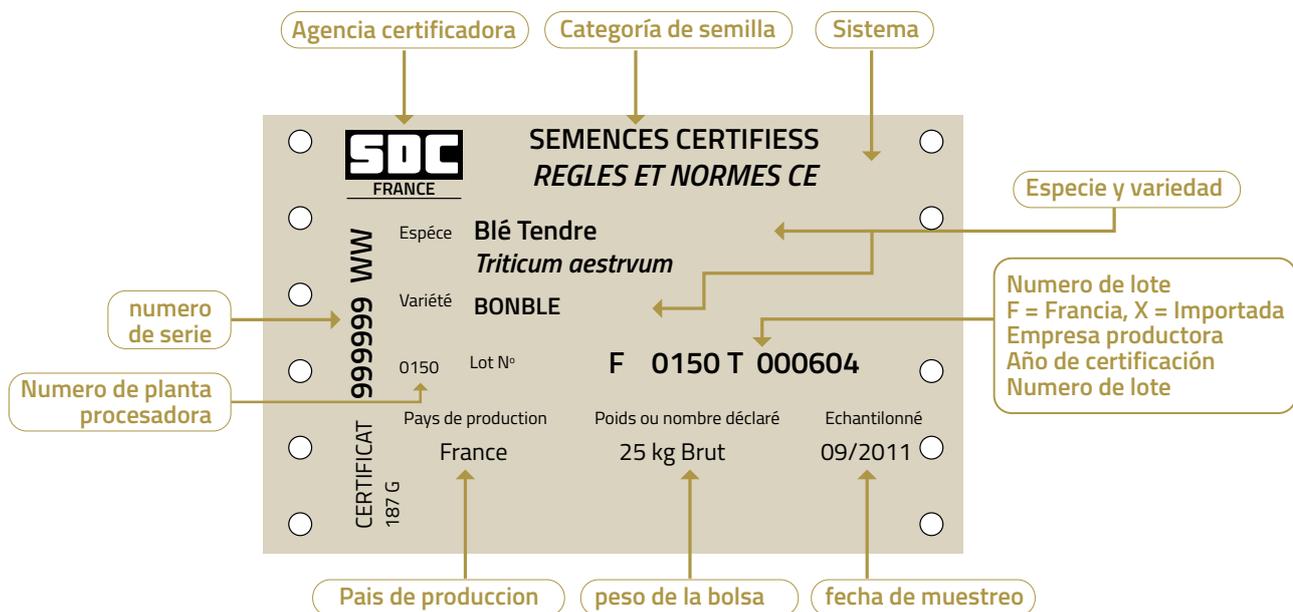
Para garantizar la inviolabilidad, se coloca una etiqueta de certificación en el envase y otra en el interior. Las semillas se sellan y etiquetan después del tratamiento.

La información de la etiqueta comprende:

- los nombres de las especies y variedades;
- el origen y la clase de las semillas;
- la fecha de análisis; y
- el número de lote, indispensable para el seguimiento.

El **número de lote** permite comprobar la trayectoria de la producción de las semillas y el proceso de manipulación, siguiendo las semillas hasta su lugar de producción (Figura 4.9).

Figura 4.9 Etiqueta de certificación de semillas de Francia (GNIS, France, disponible en <http://www.gnis.fr/index/action/page/id/812/title/Tracabilite-et-qualite-au-service-du-consommateur>)

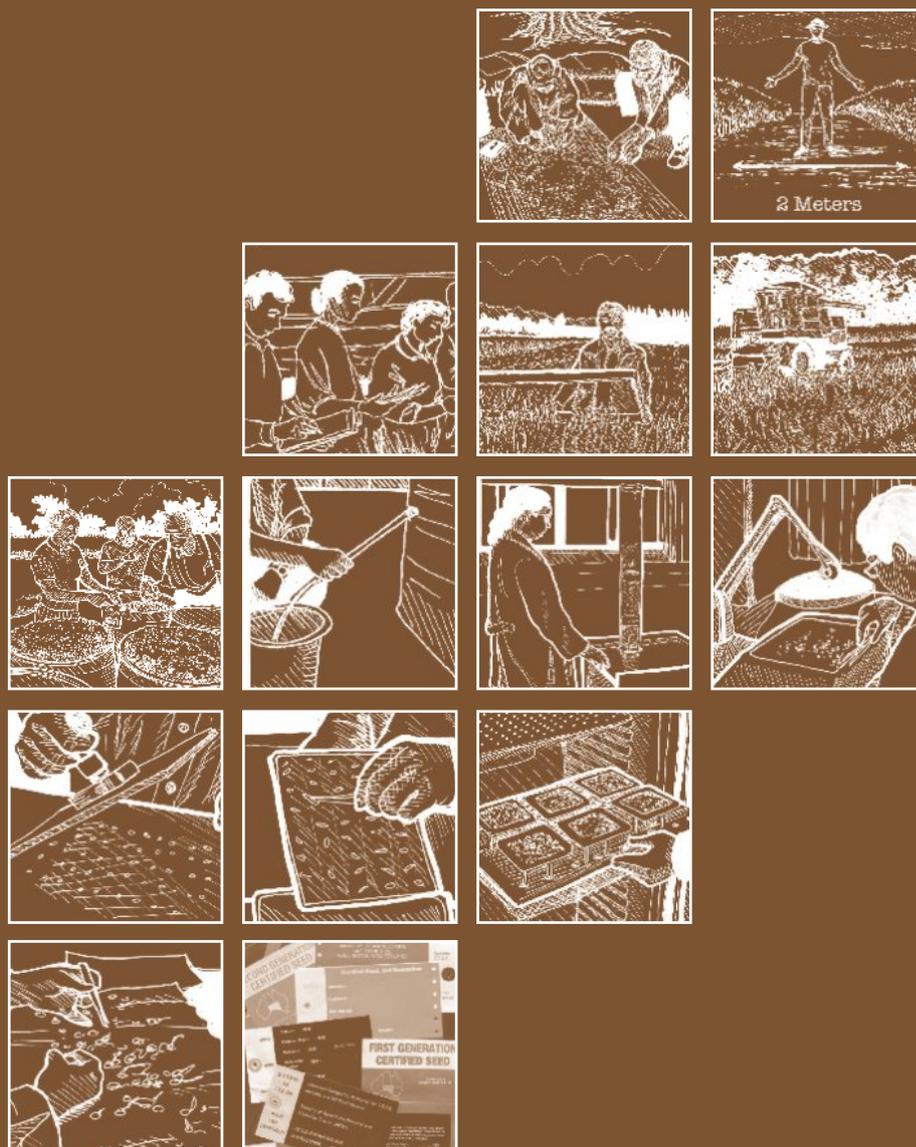


EJERCICIOS Y TEMAS DE DEBATE

1. ¿Cuál es la lógica de la garantía de calidad de las semillas?
2. Analizar los actuales sistemas de garantía/control de calidad.
3. ¿Cuál es el propósito del registro de las variedades? ¿Qué pruebas se pueden aplicar para registrar una variedad?
4. ¿Cuáles son los principales requisitos para la certificación de semillas en su país?

5

Procesos y procedimientos de certificación de semillas





Procesos y procedimientos de certificación de semillas

5

notas

El **objetivo** de la certificación de semillas es proporcionar semillas de alta calidad a los agricultores y a otros productores de semillas. Las semillas de alta calidad corresponden a la variedad indicada, de gran pureza varietal y analítica, una elevada capacidad de germinación, y están libres de ciertas plagas y enfermedades.

Es importante mantener la pureza de las variedades y la calidad de las semillas durante todo el proceso de certificación. Los procedimientos establecidos pretenden dar continuidad a la pureza varietal. Hay cuatro **etapas importantes** en el proceso de certificación:

- Control de las semillas en las generaciones anteriores.
- Hacer inspecciones de campo durante el proceso de multiplicación para asegurar que haya una contaminación mínima y que la variedad sea auténtica.
- Análisis de calidad de las semillas en los laboratorios.
- Producir muestras en parcelas de control de la semilla conocida, para asegurar que la descendencia se ajuste a las características de la variedad.

ELEGIBILIDAD PARA LA CERTIFICACIÓN

Para inscribir un lote de producción para certificación, los solicitantes deben llenar y presentar un formulario de solicitud en el que se especifiquen el tipo de cultivo (anual o perenne), la variedad y la clase de semillas que se vayan a producir. Los productores se comprometen a respetar todas las normas y condiciones de certificación y a pagar todos los honorarios de manera oportuna, si procede. En algunos países en desarrollo donde la certificación está en el sector público, los productores de semillas no pagan por el servicio de certificación, todos los gastos están cubiertos por el presupuesto público o por la empresa contratante.

Los detalles deben presentarse en el **formulario de solicitud**, que incluya:

- nombre del solicitante;
- nombre del cultivo/especie;
- variedad;
- categoría;
- localización del cultivo;
- cultivos anteriores;
- tamaño del terreno; y
- lote de semillas utilizado.

INSPECTORES AGRÍCOLAS

Los inspectores de certificación de semillas constituyen la **base técnica** del sistema de certificación de semillas. Deben estar bien capacitados en materia de inspección agrícola, deben tomar cursos periódicos de actualización que consten de sesiones de teoría y de práctica. Los inspectores agrícolas deben tener los siguientes **atributos**:

notas

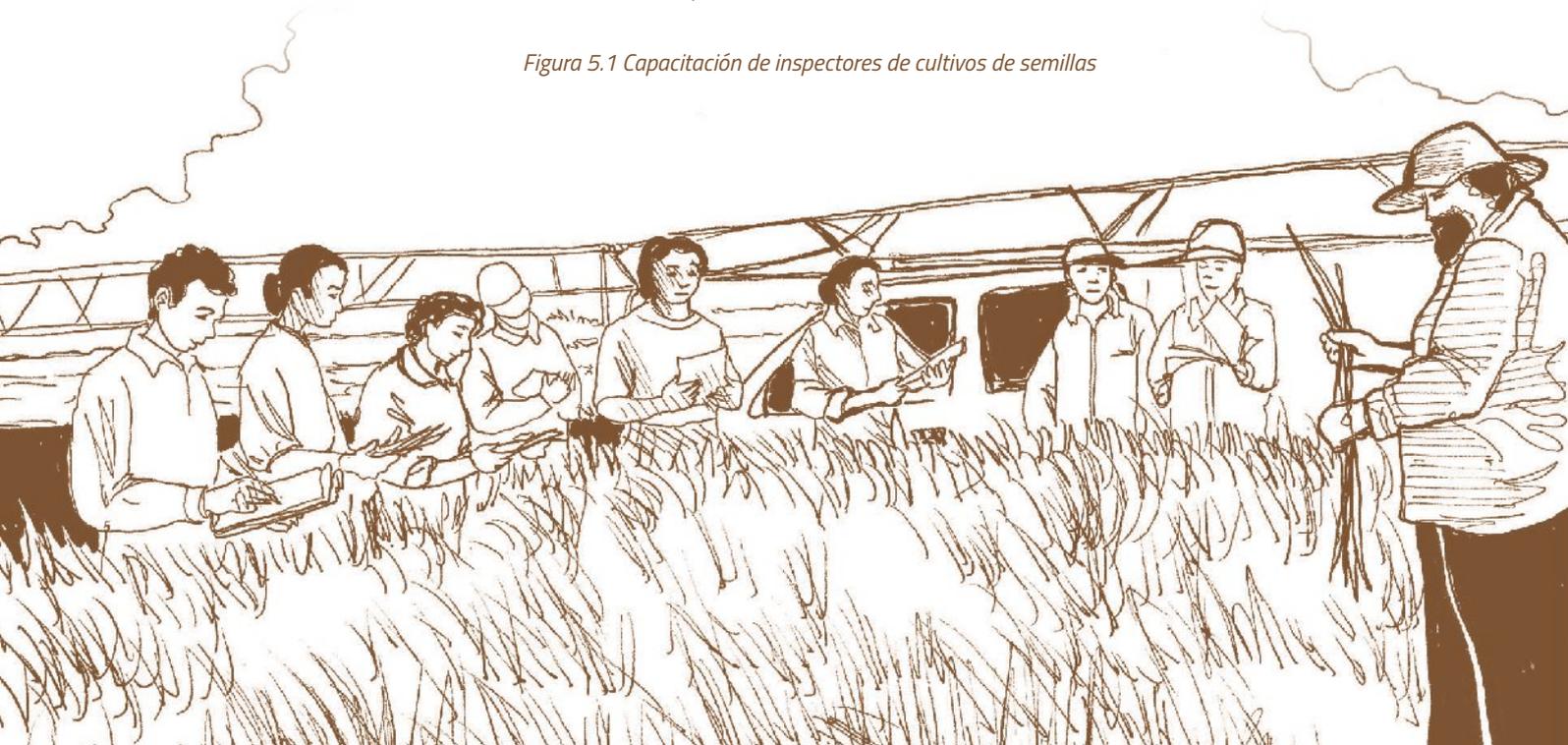
- Conocimiento y familiaridad con las características varietales de las variedades comúnmente utilizadas y que se vayan a inspeccionar.
- Capacidad de registrar y observar las características morfológicas sistemáticamente y con precisión.
- Capacidad de utilizar una clave botánica para identificar las variedades.
- Capacidad para detectar, identificar y cuantificar las plantas atípicas en la etapa de crecimiento en que las inspecciones agrícolas normalmente se llevan a cabo.
- Conocimiento de los principios de la certificación de semillas y la importancia de las inspecciones agrícolas como elemento de un sistema de certificación global.
- Conocimiento detallado de los procedimientos necesarios para llevar a cabo una inspección en el campo.
- Conocimiento de las normas requeridas para los cultivos introducidos para la producción de semillas.

La autoridad de certificación proporciona a los inspectores agrícolas todo el **material** necesario:

- Una tarjeta/informe de inspección agrícola para que el inspector agrícola presente los detalles, como: nombre de la variedad; lote parental de semillas; ubicación; tamaño del terreno; y categoría para la que se está inspeccionando el cultivo.
- Descripciones de las variedades.
- Una clave botánica de las variedades que se pueden encontrar durante la inspección agrícola.
- Información sobre las cuestiones de salud y seguridad, por ejemplo:
 - trabajo solitario: otra persona siempre debe saber dónde está usted en caso de accidente; y
 - fumigación de los cultivos: los inspectores no deben ingresar en un campo que se haya rociado recientemente.

En algunos casos, también podría ser necesario considerar medidas de bioseguridad (p. ej., en el Reino Unido se introdujeron durante el brote de fiebre aftosa en 2000).

Figura 5.1 Capacitación de inspectores de cultivos de semillas



5

PROCEDIMIENTO DE LA INSPECCIÓN AGRÍCOLA

notas

Las funciones más importantes de la inspección sobre el terreno son:

- verificar que el cultivo de semillas muestre las características de la variedad que pretende ser (**identidad varietal**); y
- asegurar que no haya circunstancias que puedan ser perjudiciales para la calidad de las semillas que se van a cosechar (**pureza varietal, malezas**).

Objetivos:

- Confirmar los detalles del cultivo y la ubicación del terreno.
- Autenticar la semilla sembrada para la producción del cultivo.
- Identificar positivamente la variedad en el terreno.
- Recoger información de la historia del terreno y verificar si cumple los requisitos prescritos para los terrenos.
- Detectar y registrar toda mezcla de otras variedades de la misma especie.
- Evaluar la contaminación de malezas.
- Verificar los requisitos de aislamiento.
- Evaluar el estado general del cultivo, incluido el encamado o un crecimiento deficiente.
- Evaluar la contaminación de otras especies.
- Comprobar que no haya enfermedades transmisibles por las semillas.

Debe haber al menos una inspección cuando las condiciones son óptimas para evaluar la identidad y la pureza varietales, es decir, cuando las características de las variedades son más visibles. Pueden ser necesarias otras inspecciones adicionales.

En el caso del trigo, la cebada y la avena, la práctica habitual es llevar a cabo una inspección agrícola poco después del surgimiento de la espiga. Se repite la inspección cuando es necesario aplicar medidas de corrección (p. ej., eliminar aberrantes si falló la primera inspección). El inspector evalúa la razón de la falla, comprueba minuciosamente todo el cultivo y - si es necesario - puede volver a desaprobar el cultivo por un motivo diferente.

MÉTODO DE INSPECCIÓN

Autenticación de semillas sembradas

El inspector debe revisar una **etiqueta** del lote de semillas utilizadas para la siembra. Si la etiqueta se encuentra en la granja, el número de serie se debe anotar en el formulario de inspección. En particular, el inspector deberá comprobar que:

- se haya sembrado el lote de semillas correcto en el terreno declarado (o, en su caso, lotes de semillas);
- los detalles de la etiqueta coincidan con los que proporciona el agricultor (nombre de la variedad, número de referencia del lote de semillas, categoría);
- sean correctos los detalles de los cultivos anteriores; y
- sean correctos los detalles del área.

notas

Si el agricultor no puede presentar una etiqueta del lote (o lotes) de las semillas en producción, u otros documentos que confirmen la compra, de todas formas podrá continuar la inspección. Es necesario informar a la autoridad de certificación, y se puede aceptar otro medio alternativo de autenticación. Si no se confirma la autenticidad del lote de semillas habitualmente se rechaza el cultivo.

Evaluación general del cultivo

El inspector comienza con un recorrido alrededor de la parte exterior del cultivo para verificar el aislamiento. La autoridad de certificación establece los requisitos de aislamiento, que pueden variar de acuerdo a la especie y la categoría de semillas.

Casi en todos los países, en el caso de los cultivos autógamos (autofértiles p. ej., los cereales), la distancia mínima de aislamiento es de 2 m, pero pueden requerirse mayores distancias de acuerdo al cultivo y o la categoría de semilla. Un seto permanente o valla es aceptable en lugar de un aislamiento de 2 m de separación. Si la separación no cumple los requisitos, el inspector no aprueba la cosecha, pero de todas formas termina la inspección. El productor puede entonces organizar que el agricultor establezca la distancia correcta y en una fecha posterior se puede inspeccionar de nuevo el cultivo, únicamente para verificar el aislamiento.

Ejemplo: Inspección de un triguil

- Tomar ≥ 100 espigas al azar de una amplia área del cultivo y examinarlas para confirmar la identidad de la variedad respecto a la descripción de la misma.
- Verificar aproximadamente el área de cultivo.
- Evaluar el encamado o la tendencia de las plantas a caerse.
- Buscar áreas localizadas de contaminación con otras variedades, especies o avena silvestre.
- Evaluar el número de plantas de avena silvestre por hectárea.

Al terminar el recorrido de la cabecera, el inspector deberá llenar en la tarjeta de inspección las recomendaciones correspondientes al aislamiento y el encamado.

Figura 5.2 Inspección de un cultivo de trigo certificado después de brotar la espiga



5

Evaluación detallada del cultivo

Algunas evaluaciones son demasiado detalladas para aplicarse al cultivo como un todo - es imposible examinar todas las espigas o plantas de un cultivo. El inspector, por lo tanto, tiene que seguir un procedimiento de muestreo para centrar la atención en pequeñas zonas del cultivo de semillas para hacer un examen detallado. Estas áreas se denominan "cuadrantes" y deben cumplir con los siguientes criterios:

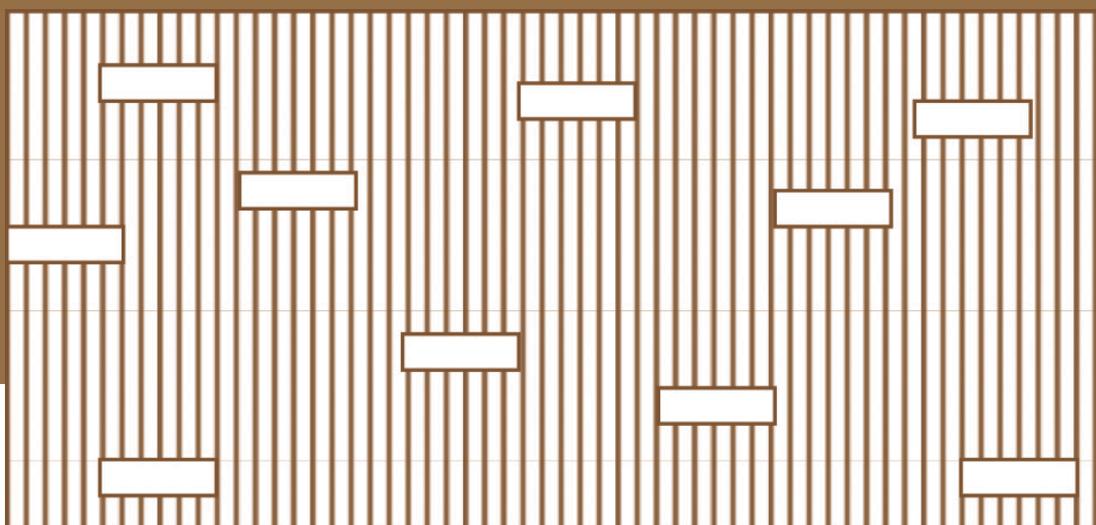
Ejemplo: para trigo, cebada, avena y triticale, cada cuadrante tiene como mínimo **1 de ancho** y **10 m de largo**, omados en ángulo recto de la dirección de siembra



- El número y tamaño dependen de los requerimientos mínimos de pureza varietal, de conformidad con lo establecido por la autoridad de certificación.
- La ubicación debe ser tal que se cubra todo el terreno.
- La distribución de los cuadrantes debe ser aleatoria y difundida para representar todo el cultivo.
- No se deben seleccionar zonas intencionalmente (mejores o peores que el promedio).
- La posición debe ser en las zonas de los cultivos en pie, y evitar las zonas encamadas.

notas

Figura 5.3 Distribución de los cuadrantes en el cultivo



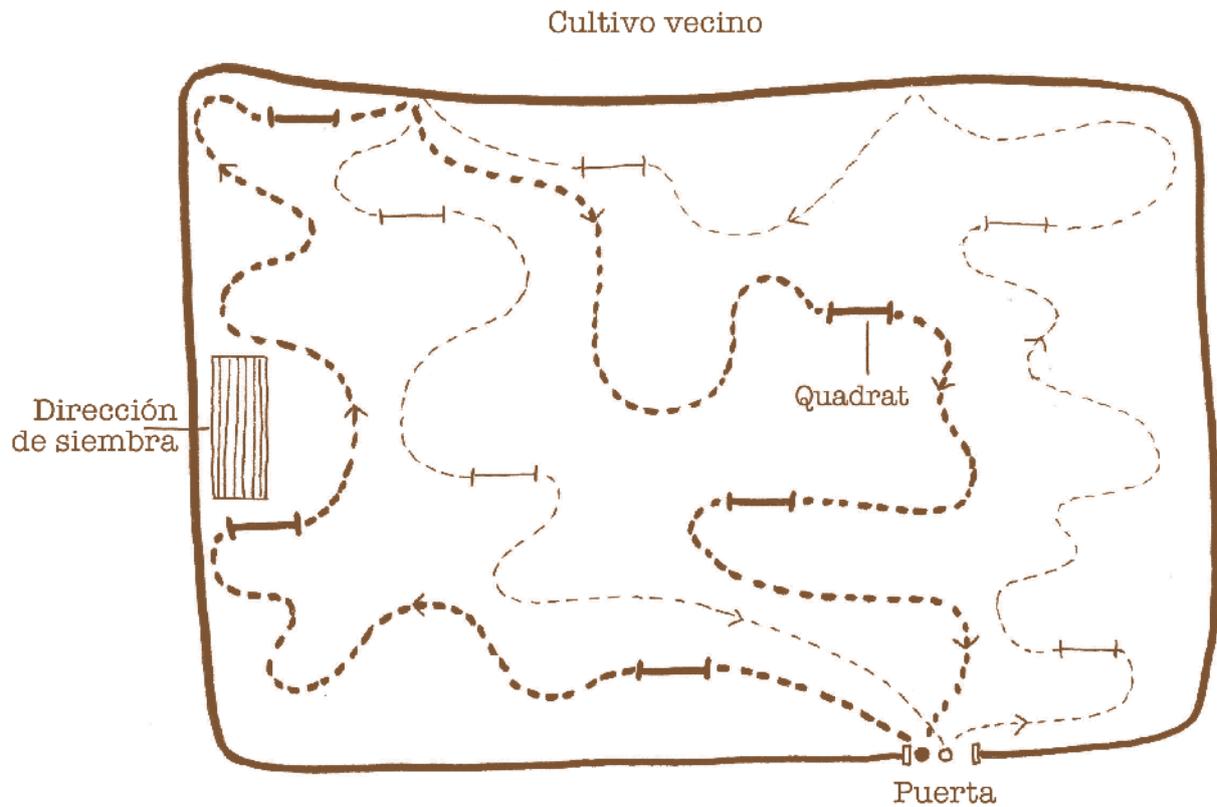


Figura 5.4 Pautas recomendadas del recorrido para la inspección de campo

Procedimiento de evaluación:

- Examinar la pureza varietal (y la pureza de la especie si lo requiere la autoridad de certificación) dentro del cuadrante.
- Registrar todos los aberrantes con una descripción de sus diferencias respecto a la variedad.
- Evaluar un área más pequeña (1 m o 1 m²) - la muestra de puntas o espigas - en el cuadrante, a fin de medir la población del cultivo.
- Contar todas las espigas en una fila de 1 m o 1 m² de plantas.
- Examinar las características de las espigas de todas las plantas en las hileras de 1 m o 1 m².
- Detectar y registrar todas las impurezas varietales presentes en el cuadrante.
- Cada vez que se termine un cuadrante, anotar los datos en la tarjeta de inspección agrícola en la columna correspondiente del formulario (véase la imagen 5.5).

5

notas

Crop Inspection Report for Cereal Crops C

Applicant's name Crop identity number

Grower's name Species

Tel. No. (including national dialling code) Variety

Mobile No. Category/Level entered to produce

Address of crop Area of crop ha

Postcode

Reference number(s) of seed sown	Label number(s)	Labels seen at
<input type="text"/>	<input type="text"/>	Farm
		Field

Previous cropping:

Year previous	2nd Year	IACS No./Field name	<input type="text"/>
		Grid ref.	<input type="text"/>

Reasons for rejection at category/level entered and any other comments regarding the crop

I confirm that at the time of inspection the crop has been found to satisfy or not the appropriate conditions laid down in the Seed Marketing Regulations for the categories indicated below.

Inspector's decision. Please indicate by:

✓ = satisfies the appropriate conditions
 X = does not satisfy the appropriate conditions
 Complete all appropriate boxes

	PB	BH	BL/BS	CS	1H	1/C1	2H	2/C2
1st	<input type="checkbox"/>							
2nd	<input type="checkbox"/>							

Inspector's signature	Name in BLOCK letters	Licence No.	Date of inspection
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

CERT 3C (5/11)

Figura 5.5a Frente de la tarjeta de inspección agrícola, Reino Unido (<https://www.gov.uk/government/publications/seed-crop-inspection-reports>)

notas

Crop identity number C

Quadrat Counts		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Sub Totals	Total in 10 counts	Reject numbers			
Varietal Impurities																	
1.	1st													PB			
	2nd													BH			
2.	1st													BL/RS			
	2nd													1H			
3.	1st													1L/C1			
	2nd													2H			
4.	1st													2L/C2			
	2nd													Total varietal impurities per 10 quadrats			
5.	1st													1st			
	2nd																
6.	1st													2nd			
	2nd																
7.	1st																
	2nd																
8.	1st																
	2nd																
9.	1st																
	2nd																
Species impurities														Reject numbers			
Wild Oats (plants)														Crop condition		Isolation	Lodging
Total number of plants in WHOLE crop	1st	plants	divided by area ha =		plants/ha		1st										
	2nd	plants	divided by area ha =		plants/ha		2nd										
Metre samples (varietal impurities)												Total	Description of impurities				
Head counts (population)												Total	Mean	Drill width cm	Population ears/ha		
Draw a plan of field showing:		<div style="display: flex;"> <div style="width: 30%; padding-right: 10px;"> <ol style="list-style-type: none"> 1. Shapes of fields 2. Extent of seed crop 3. Surrounding cropping in year of harvest 4. Direction of North 5. Road numbers, buildings, woods and landmarks 6. Point of access </div> <div style="width: 70%;"></div> </div>															

CERT 3C (5/11)

Figura 5.5b Frente de la tarjeta de inspección agrícola, Reino Unido (<https://www.gov.uk/government/publications/seed-crop-inspection-reports>)

La autoridad de certificación proporciona instrucciones detalladas para la evaluación de los cultivos durante la inspección. O bien, consulte las directrices de la OCDE.

5

Cifra de rechazos

En lugar de hacer un cálculo basado en valores absolutos, los inspectores pueden usar el número de rechazos (valores) para aceptar o rechazar una cosecha. Los valores de rechazo permiten "errores" durante la inspección, incluidos factores tales como la distribución no aleatoria de aberrantes y diferentes tipos de proliferación patológica de tallos entre las plantas del cultivo. Sin embargo, los valores de rechazo no compensan una inspección técnica insatisfactoria. Los inspectores agrícolas suelen contar con un conjunto de números de rechazo con el que se comparan los resultados de la inspección (véase abajo).

Terminar el informe de inspección

Al final de la inspección, el inspector registra el número de plantas atípicas observadas y el número de plantas por hectárea. Respecto a los cuadros del número de rechazos, el número contado se compara con el número permitido.

A continuación, se puede hacer una recomendación a la autoridad de certificación. Compete a la autoridad de certificación emitir un resultado para cada cultivo: generalmente no se emite sino hasta haber terminado todas las inspecciones, pero antes de la cosecha. El resultado final no solo se basa en los resultados de la inspección agrícola, sino también en los resultados de la parcela de control; es importante tener presente que el resultado final puede no ser el mismo que el de la inspección agrícola.

notas

Figura 5.6 Bastidor (1 m²) para examen y recuento de espigas



notas

PARCELAS DE CONTROL

Las parcelas de control son para dar seguimiento a la identidad y pureza de una variedad en las diversas etapas del programa de multiplicación de semillas. La autoridad nacional designada, por lo tanto, puede tener la seguridad de que la calidad de las semillas producidas en los sistemas de certificación de semillas tiene un nivel satisfactorio. En la mayor parte de los países europeos, todas las muestras de semillas prebásicas y básicas se siembran en parcelas de control para el control oficial posterior. Sin embargo, el porcentaje de semillas certificadas para control oficial posterior varía de 5% a 10%, según el país de que se trate.

¿Qué es la pureza varietal?

La pureza varietal se basa tradicionalmente en rasgos distinguibles visualmente, aunque también se utilizan rasgos bioquímicos en la identificación. La pureza varietal puede referirse a:

- la relativa uniformidad fenotípica; o
- la proporción de plantas o semillas de una población que se ajustan a la descripción oficial de la variedad.

Las normas de pureza varietal de los cultivos oscilan entre el 98% (semillas certificadas de algunos cultivos) y el 99,9% (semillas núcleo o básicas), y se aplican en la inspección de campo, en las parcelas de control y en el laboratorio. La OCDE, a través de su esquema de semillas, proporciona métodos reconocidos para determinar la pureza varietal de las semillas por medio de parcelas de control y de inspección de cultivos.

Propósito de las parcelas de control

Las pruebas de las parcelas de control están formuladas para responder a **dos preguntas**:

1. ¿La identidad varietal corresponde a lo indicado en la etiqueta?
2. ¿La muestra corresponde con los estándares de pureza varietal publicados?

Para responder la **pregunta 1** es necesario hacer una comparación visual entre la parcela de control (en la que se han sembrado semillas representativas del lote a analizar, de una muestra tomada por un funcionario autorizado o muestreador autorizado) y una parcela sembrada con semilla de la muestra de referencia autenticada ("muestra estándar"). A continuación es posible hacer una **"descripción viva"**.

Para responder a la **pregunta 2**, es necesario identificar las plantas atípicas (es decir, las que no se ajusten a la descripción y, por lo tanto, no son de la variedad) en la parcela de control para que sus números se puedan relacionar con las normas publicadas en los sistemas de semillas de la OCDE.

Respecto a la identificación y la pureza varietal, las parcelas de control ofrecen la **ventaja** de una comparación entre la descripción de la variedad oficial y la descripción viva en **diversas etapas** durante el desarrollo de la planta. Las parcelas de control se pueden utilizar para determinar si:

- el sistema de gestión del obtentor funciona bien y si las semillas son lo más puras que sea posible;

5

- el productor ha evitado la contaminación del lote de semillas y la consiguiente producción;
- el inspector agrícola no detectó algunos aberrantes durante la inspección;
- el procesador de semillas ha contaminado las semillas durante la manipulación; y
- las prácticas y los procedimientos de certificación de semillas, en general, son eficaces.

notas

Ubicación y gestión de la parcela de control

En el emplazamiento de las parcelas de control, el organismo de certificación debe asegurar que el campo sea apto teniendo en cuenta los **cultivos anteriores**. Es imperativo que no haya riesgo de contaminación de plantas naturales de la misma especie o de otras muy próximas, o de grupos de cultivos similares que se originan en banco de semillas del suelo. Deben seguirse buenas **prácticas de gestión**, como las que se describen a continuación.

Agrícola:

- Mantener una buena cama de siembra uniforme para promover un establecimiento rápido y homogéneo de las parcelas de control.
- Cumplir con los requisitos de las parcelas de control igual que para los cultivos comerciales: es importante mantener en la medida de lo posible las diferencias y características de las variedades.
- Mantener la cantidad de fertilizantes al mínimo para evitar el encamado, especialmente en los cultivos de cereales.
- Utilizar con cuidado los herbicidas y reguladores del crecimiento de las plantas, pueden afectar a la morfología de la planta.

Disposición:

- Organizar las parcelas de control de manera tal que facilite la observación.
- Siempre que sea posible, duplicar las parcelas en otra parte del campo para obtener datos adicionales.

Figura 5.7 Parcelas de control para cereales



notas

- Disponer las parcelas para permitir el análisis estadístico adecuado de los resultados y la toma de decisiones basados en los límites de confianza convencionales.

Tamaño:

- Para los cereales y especies similares, adoptar las siguientes dimensiones: 10 m de longitud y 1 m de ancho (p. ej. 1/1 000 de una hectárea). Entonces es fácil extender los resultados hasta el tamaño del terreno porque es del mismo tamaño que un cuadrante.
- Sembrar las parcelas con las dosis comerciales de semillas, y usar las distancias entre hileras como en los predios de productores de semillas.
- Sembrar en una superficie un poco más grande, y recortar las parcelas a 10 m después de que salgan las plántulas.

Registro:

- Iniciar el registro una vez que las plantas alcancen una etapa de crecimiento en la que las características varietales se hayan manifestado para fines de DHE, es decir, durante las etapas de crecimiento vegetativo, en floración o en plena madurez, de acuerdo a la especie.
- Registrar las parcelas de control respecto a la pureza de la especie y la presencia de enfermedades transmitidas por semillas, según sea necesario.
- Sobre las principales características para uso en las pruebas de las parcelas de control, consultar las directrices de la OCDE³. En el caso de muchas especies se basan en las Directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad, de la UPOV, divididas en características "primarias" y "secundarias" para los fines del sistema de semillas de la OCDE⁴.

Uso de las parcelas de control

Pre-control

Las parcelas de pre-control se utilizan para verificar la variedad de generaciones de semillas elegibles para seguir multiplicándolas: semillas prebásicas y básicas. El control previo es un componente importante de un programa de certificación y multiplicación de semillas.

Cuando un lote de semillas de primera generación se multiplica para producir una nueva generación de semillas, los datos de la parcela de control son en extremo valiosos. Proporcionan a la autoridad nacional designada información sobre la identidad y la calidad, al mismo tiempo - o incluso antes - de la inspección sobre el terreno de la próxima cosecha de semillas. Los problemas de identidad y pureza varietal se detectan en una fase temprana, antes de que se conviertan en un gran problema generalizado.

³ Disponible en <http://www.oecd.org/tad/code/guidelinesforcontrolplottestandfieldinspectionofseedcrops.htm>.

⁴ Disponible en http://www.upov.int/resource/es/dus_guidance.html.

notas

Cifras de rechazos

Las cifras de rechazos se utilizan para comparar el número de plantas atípicas observadas en una muestra con una norma pre establecida, a fin de evaluar los riesgos que entraña una incorrecta aceptación o rechazo del lote de semillas.

Se usan "cuadros de rechazos", en lugar de la aplicación directa de la norma. Las normas se convierten en valores de rechazo usando la distribución de probabilidad binomial. Una muestra se considera que no se ajusta a la norma –por lo tanto, se rechaza– si el número de plantas atípicas es igual o mayor que la cifra de rechazos de una determinada población.

Ejemplo (véase el Cuadro 5.1): Para un nivel de pureza varietal del 99,9% (es decir, un umbral de impureza del 1 por 1 000), la regla de rechazo (p. ej. 9 o más plantas atípicas en una muestra de 4 000 plantas observadas) limita el riesgo de rechazar incorrectamente un lote de semillas al 5% ($\alpha = 0,05$).

Nótese que en este nivel de probabilidad (95%), el sistema favorece al productor de semillas, ya que el riesgo de una incorrecta aceptación de un lote de semillas es mayor que el riesgo de un rechazo incorrecto.

Cuadro 5.1 Cifras de rechazo para diversos tamaños de muestras y normas de pureza varietal ($\alpha < 5\%$)

Tamaño de la muestra (plantas)	Normas de pureza varietal		
	99,9%	99,7%	99,0%
	Cifra de rechazos		
200	-	-	6
300	-	-	7
400	-	4	8
1 000	4	7	16
1 400	5	9	21
2 000	6	11	29
4 000	9	19	52

Nota: "-" indica que el tamaño de la muestra es demasiado pequeño para hacer una prueba válida.

Para usar los cuadros de rechazos es necesario determinar la población de las parcelas de control mediante el recuento del número de espigas (plantas) a lo largo de un determinado número de metros de longitud en las hileras, y multiplicar la cifra de modo que represente la totalidad de la parcela.

Ejemplo: Contar las espigas en 5 metros separados en 5 hileras diferentes: Si hay 7 hileras, cada una de 10 m de largo, el total es de 70 m. Dividir el número de espigas por 5 y multiplicar por 70 dará una estimación razonable del número de espigas de toda la parcela. Esta cifra se puede aplicar entonces a los cuadros de rechazos para establecer el nivel de pureza varietal.

5

En resumen, el sistema de la lista nacional, junto con la certificación y el etiquetado de semillas:

- garantiza que las semillas de una variedad se comercialicen con un nombre;
- garantiza que las variedades designadas que se ofrecen a los agricultores sean distintas y posean características identificables y duraderas, incluidos los caracteres agronómicos;
- garantiza que las semillas adquiridas por el agricultor cumplan las normas mínimas de pureza varietal y de calidad de las semillas.

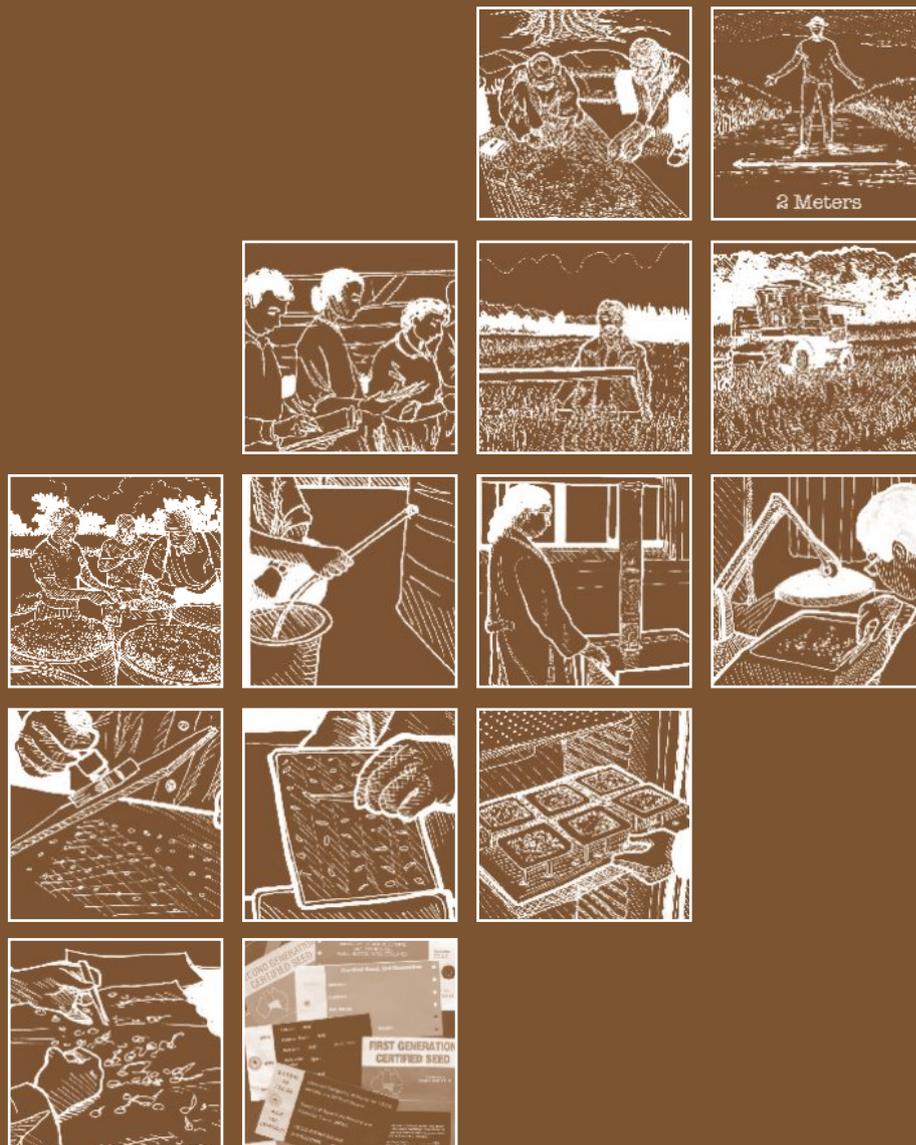
notas

EJERCICIOS Y TEMAS DE DEBATE

1. ¿Cuáles son las principales etapas del proceso de certificación?
2. ¿Cuál es el propósito de la inspección de campo?
3. ¿Cuál es el principal propósito de las parcelas de control?
4. ¿Qué diferencias hay entre las parcelas de pre y post-control?

⑥

Aspectos de gestión y consideraciones internacionales de la certificación de semillas



COND GENERATION
CERTIFIED SEED

MINISTRY OF AGRICULTURE
AND FISHERIES,
WELLINGTON, NEW ZEALAND.

Systeme
O.C.D.E

Certified Seed, 2nd Generation

OECD
Species:
Cultivar:
Ref. No: NZ

Weight:



Species (種類)
Cultivar Name (品種)
Category (等級) Basic Seed
Reference Number (番号)

FIRST GENERATION
CERTIFIED SEED

Produced in
SOUTH AUSTRALIA



OECD
SEED

SYSTEME
DE
L'O.C.D.E.

Japanese Designated Authority for OECD
Herbage and Oil Seed Scheme

Ministry of Agriculture, Forestry and
Fisheries, Tokyo, JAPAN

OECD 牧草種子保証制度
日本国指定機関
農林水産省

id was produced under the super-
of the South Australian Department of
fore and met the following guaranteed
nds at the time of release:

- in Pure Seed 99%
- Min. Germination 90%
- Max. Other Seeds 10%

Pre-Basic Seed

OECD
Species:
Cultivar:
Ref. No: NZ
Region of
Production:
Date:
Seed
Scheme

Weight:

Reference of Generations by which the Seed Proceeds Certified Seed First General Issue

O.E.C.D.
SEED
SCHEME

SEEDS
clean and safe
in this label, if
or O.E.C.D.

Aspectos de gestión y consideraciones internacionales de la certificación de semillas

TIPOS DE GARANTÍAS DE CALIDAD DE SEMILLAS Y SISTEMAS DE CONTROL

De acuerdo al nivel de participación del Estado, existen **tres tipos de sistemas de control de calidad**:

- Certificación (obligatoria o voluntaria)
- Sistema de la FAO de semillas de calidad declarada
- Etiquetado de autenticidad

Sistema de certificación

En un sistema de certificación, el organismo de certificación es público (gobierno) o independiente. En la **certificación pública** de semillas, el control de calidad de las semillas compete a los organismos públicos de certificación y la certificación suele ser **obligatoria**.

Por otra parte, un **servicio independiente de certificación** puede ser parte de un sistema de certificación obligatoria, pero el uso de sus servicios por lo general es **voluntario**. Por ejemplo, la mayor parte de la certificación de semillas en los Estados Unidos corre a cargo de organismos independientes de los estados, formados por cooperativas o asociaciones de agricultores. La certificación independiente funciona bien cuando los agricultores tienen conciencia del significado y el valor de la certificación.

Certificación obligatoria

En un sistema obligatorio, la certificación está en manos de **organismos gubernamentales**. Además, las empresas de semillas pueden obtener una licencia para producir semillas etiquetadas como semilla certificada. En tales casos, los técnicos de las empresas de semillas reciben capacitación de la autoridad de semillas y posteriormente reciben una licencia para llevar a cabo las actividades de certificación de semillas. El organismo estatal de certificación debe llevar a cabo auditorías para asegurar la aplicación del sistema y sancionar a los productores de semillas que no cumplan las normas.

En la **UE (Unión Europea)** la certificación es obligatoria para todas las especies cubiertas por las directivas de la UE. En todos los Estados Miembros las semillas deben cumplir los mismos criterios de calidad para facilitar el comercio entre los Estados. Las empresas deben disponer de funcionarios del gobierno para visitar los campos de producción de semillas y verificar la pureza varietal y atributos de calidad. El sistema de la UE también permite que ciertas actividades (p. ej., inspección agrícola, muestreo y prueba de semillas) se lleven a cabo a través de acuerdos autorizados/acreditados, sujetos a la supervisión oficial del gobierno. Participan en la certificación de semillas para la agricultura tanto organismos públicos como privados. Es ilegal vender semillas que no estén oficialmente certificadas.

notas

Certificación voluntaria

En un sistema de certificación voluntaria, los productores de semillas pueden optar por contratar los servicios de un **organismo de certificación independiente** con el fin de añadir valor a sus productos.

Algunas categorías de semillas comerciales están certificadas voluntariamente por organismos de certificación independientes, por ejemplo, miembros de la Asociación de Agencias Oficiales de Certificación Semillas (AOSCA) en los Estados Unidos. La AOSCA tiene organismos de certificación en América del Norte y del Sur, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica. Muchos otros países (p. ej., la India y Bangladesh) también tienen sistemas voluntarios.

Sistema público de certificación

Desventajas

- *Presupuesto y recursos humanos limitados. La incapacidad para movilizar recursos puede producir retrasos y graves pérdidas, porque las semillas que no se hayan inspeccionado no se pueden comercializar.*
- *Las normas no están adaptadas a las condiciones agrícolas. Los organismos de producción de semillas y de inspección no siempre tienen la capacidad técnica para garantizar que las normas se cumplan.*
- *Control de calidad limitado en el punto de venta. La mayoría de los recursos están asignados a la vigilancia y supervisión de la producción de semillas y a las condiciones postcosecha inmediatas.*
- *Centralización de las actividades de certificación. La capacidad de producción de semillas en muchos países se extiende sobre una gran superficie, la descentralización del control de calidad de las semillas permitiría un contacto más estrecho con los productores y los usuarios de semillas y facilitaría la aplicación del reglamento.*

Ventajas:

- *Las semillas de subsistencia y de cultivos importantes son inspeccionadas por el organismo de certificación oficial.*
- *La supervisión oficial es preferible para las semillas producidas por las cooperativas de agricultores distribuidas en una amplia zona o por proyectos a pequeña escala.*
- *Los costos de certificación son absorbidos por el gobierno.*

Sistemas de la FAO de semillas de calidad declarada y de material de propagación de calidad declarada

El concepto de semillas de calidad declarada fue formulado por la FAO para proporcionar orientación para el establecimiento de un sistema de reglamentación de semillas que pudiera funcionar con recursos limitados (FAO, 2006). Los organismos de certificación del gobierno y los productores de semillas comparten la responsabilidad: los agricultores productores de semillas y las empresas de semillas son responsables de la calidad de las semillas, mientras que el gobierno tiene una función de vigilancia (p. ej., mediante el personal de extensión para la inspección de campo).

6

Los cultivos de propagación vegetativa (p. ej., el ñame, la yuca y la batata) no forman parte del sistema de semillas de calidad declarada, pese a su importante función en la producción agrícola y la seguridad alimentaria en muchos países en desarrollo, solo la patata y las musáceas están bien integradas en los sistemas formales de reglamentación de la calidad de las semillas. En 2010, la FAO elaboró y preparó un conjunto de protocolos y normas de calidad para la producción de material de siembra de calidad de los cultivos más importantes de propagación vegetativa. Aunque el material de propagación de calidad declarada no es un sistema de certificación, proporciona un práctico instrumento para uso de los productores de semillas y técnicos a nivel comunitario, los servicios nacionales de semillas y la comunidad de investigación agrícola.

notas

Etiquetado de veracidad

Las normas mínimas (pureza, germinación, etc.) para las semillas con etiqueta de veracidad las puede determinar el organismo estatal de reglamentación o se pueden dejar a la discreción del productor de semillas. Los consumidores vigilan el cumplimiento de las normas y notifican el incumplimiento de las mismas, mientras que los organismos normativos supervisan la situación y hacen inspecciones al azar.

El cumplimiento de la ley es responsabilidad de los tribunales o de un organismo normativo. El organismo normativo no es responsable de la supervisión directa de la producción de semillas, el **productor de semillas debe garantizar que las semillas cumplan las normas mínimas** que se exponen en la etiqueta. La etiqueta de autenticidad es un medio para promover el comercio de semillas mejoradas en zonas donde los sistemas de certificación no funcionan bien. Ayuda a promover la modernización de las pequeñas y micro empresas de semillas en los países en desarrollo, al permitirles establecer sus propias normas. Sin embargo, el sistema es más apropiado **para los mercados avanzados** con empresas de semillas muy desarrolladas y agricultores instruidos e informados.

Ejemplos:

- **Estados Unidos de América.** El etiquetado de veracidad permite a las empresas establecer sus propias normas de calidad y llevar a cabo sus propias pruebas. Se requiere que las empresas de semillas etiqueten las semillas con información precisa sobre la variedad, la germinación, la pureza, la materia inerte, etc.
- La **India.** Las semillas producidas de forma privada se pueden vender con etiquetas de veracidad. Hay un riguroso mecanismo de control de calidad de las semillas, con certificación de semillas voluntaria y etiquetado obligatorio de semillas supervisado por los organismos de las provincias encargados del cumplimiento de las leyes de semillas.

notas

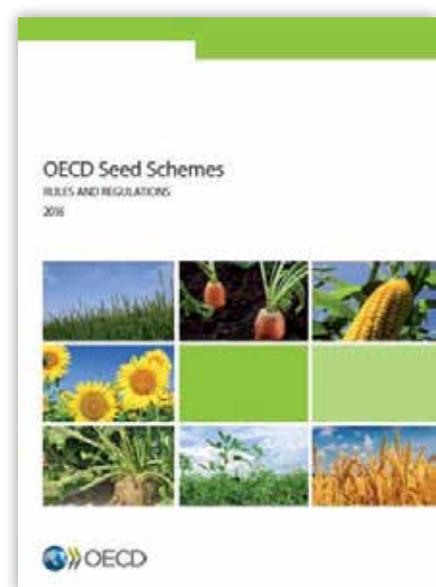
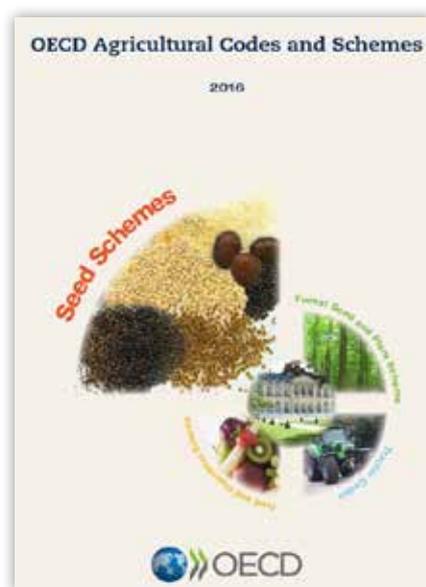
SISTEMAS INTERNACIONALES DE CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS

Los sistemas de semillas de la OCDE

Los sistemas de certificación de semillas de la OCDE proporcionan un marco internacional para la certificación de semillas a fin de facilitar el crecimiento del comercio internacional de semillas mediante la reducción de los obstáculos técnicos. Los sistemas se establecieron en 1958 para fomentar el uso de semillas de "calidad garantizada" en los países participantes. Ahora hay 59 países participantes y a partir de 2016 el sistema abarca **siete grupos de especies**:

- Gramíneas y legumbres
- Crucíferas y otras especies de oleaginosas y textiles
- Cereales
- Remolachas
- Trébol subterráneo y especies similares
- Maíz y sorgo
- Hortalizas.

La OCDE proporciona reglas y directrices para todo el proceso de certificación. Los planes están diseñados para verificar la identidad varietal y establecer la pureza varietal, y no se ocupan de otras cuestiones de la calidad de las semillas (p. ej., la calidad física y fisiológica de las semillas). Sin embargo, normalmente se utilizan en conjunto con los certificados de la ISTA para lotes de semillas, que llevan los resultados de las pruebas de calidad de las semillas.



6

Los sistemas de semillas de la OCDE se basan en los siguientes principios:

- Solo las variedades oficialmente reconocidas como distintas y de valor aceptable figuran en la lista de variedades. Figuran los nombres y el obtentor de las variedades aptas para la multiplicación.
- Se reconocen tres categorías de semillas: prebásica, básica y certificada.
- Las semillas certificadas deberán estar directamente relacionadas con auténticas semillas básicas de la variedad.
- Las parcelas de control se realizan en asociación con la inspección agrícola para ayudar a confirmar la identidad y la pureza varietal y para determinar si los sistemas están funcionando satisfactoriamente.
- Las descripciones de las variedades son necesarias y se debe usar una muestra de referencia de la variedad para hacer una descripción viva.
- Hay un tamaño máximo de los lotes de semillas. El tamaño del lote de semillas depende del tamaño de la semilla de la especie de que se trate.

El procedimiento para unirse a un sistema de semillas de la OCDE conlleva los siguientes pasos:

- Enviar una carta oficial a la secretaría de la OCDE.
- Presentar la documentación básica que explique los procedimientos de certificación de semillas del país.
- Cumplir con todos los requisitos técnicos de la OCDE (p. ej., establecimiento de la lista de variedades, aplicación de las pruebas de pre y post-control durante ≥ 3 años antes de la solicitud).
- Pago de todos los gastos relacionados con la misión de evaluación.
- Aceptación o rechazo sobre la base del informe de la evaluación.
- La aprobación final (si se acepta) por consenso en la reunión anual de los sistemas de semillas de la OCDE, el Comité de Agricultura de la OCDE y el Consejo de la OCDE.

notas



Etiquetas de semillas de la OCDE

El uso de etiquetas y certificados para las semillas producidas y procesadas para el comercio internacional está autorizado según los principios acordados.

Cada generación se identifica por el color de la etiqueta

- Blanca con una franja diagonal violeta: prebásica
- Blanca: básica
- Azul: certificada C1
- Roja: certificada C2

(OECD, 2013)

notas

Sistemas de semillas de la AOSCA

La AOSCA se fundó en 1919 como la Asociación Internacional de Mejoramiento de Cultivos. Sus miembros son los organismos certificadores de semillas de los Estados Unidos, así como por organismos del Canadá, Argentina, Brasil, Chile, Australia, Nueva Zelanda y Sudáfrica.

AOSCA:

- establece las normas mínimas de pureza de semillas e identidad de semillas;
- colabora con la OCDE y las organizaciones internacionales participantes en la elaboración de normas, reglamentos, procedimientos y políticas para acelerar la circulación de semillas y fomentar el comercio internacional de las variedades mejoradas.
- no establece tamaños de los lotes de semillas;
- recomienda normas mínimas de calidad de semillas para las diferentes clases de semillas certificadas⁵; y
- reconoce cuatro clases de semillas: obtentor, fundación, registrada y certificada.



Etiquetas de semillas de la AOSCA

- Blanca: fundación y obtentor
- Morada: registrada
- Azul clara: certificada

(http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_PLANTMATERIALS/publications/idpmstn04265.pdf)

Sistemas de semillas de calidad declarada y de material de propagación de calidad declarada

La FAO presentó en 1993 el sistema de semillas de calidad declarada, que se modificó posteriormente y puso al día en 2006. El sistema de material de propagación de calidad declarada se creó en 2010. Estos sistemas no son tan rigurosos como los de la OCDE. Establecen normas para las semillas y el material de propagación **en los países que se encuentran en las primeras etapas de desarrollo de la industria de semillas**. Estos sistemas son particularmente útiles cuando no hay recursos suficientes, o falta infraestructura para establecer sistemas de vigilancia desarrollados para semillas y material de propagación, como la certificación de semillas. Los sistemas de calidad declarada reconcilian la necesidad constante de mejorar el suministro de semillas y el

⁵ Para obtener más información, vea www.aosca.org.

6

material de propagación a los agricultores, con el deseo de reflejar y dar cabida a la diversidad de los sistemas agrícolas, en particular en zonas complejas donde no funcionan bien los sistemas de semillas organizados. Son regímenes relativamente abiertos, **flexibles ante las necesidades de los agricultores**, pero no comprometen las normas básicas de calidad de las semillas.

Ambos sistemas de calidad declarada tienen particular importancia en el caso de semillas y material de propagación que se compran para **los suministros de socorro en intervenciones de emergencias**. Proporcionan sistemas de referencia eficaces, especialmente en la circulación internacional de semillas.

Son útiles para los potenciales proveedores de semillas (p. ej., grupos y cooperativas de agricultores, explotaciones privadas y ONG) que requieren garantía de calidad en materia de semillas y material de propagación. Los sistemas están concebidos para optimizar los recursos de control de calidad de semillas del país.

Permiten a los agricultores y a los productores tener acceso a semillas y material de propagación de un nivel satisfactorio. Estos sistemas reconocen **tres tipos de variedades**:

- Variedades creadas a través de tecnologías de obtención convencional.
- Variedades locales que han evolucionado a lo largo del tiempo en determinadas condiciones agroecológicas y están adaptadas a las condiciones locales (variedades locales o ecotipos).
- Variedades obtenidas a través de otros enfoques de fitomejoramiento (p. ej., fitomejoramiento participativo).

El sistema de semillas de calidad declarada se basa en **cuatro principios**:

- Se establece una lista de variedades aptas para la producción de semillas de calidad declarada.
- Registro de productores de semillas ante una autoridad nacional competente.
- Verificaciones de la autoridad nacional $\geq 10\%$ de los cultivos de producción de semillas.
- Verificaciones de la autoridad nacional $\geq 10\%$ de las semillas en venta como semillas de calidad declarada.

Certificados de análisis de semillas de la ISTA

La actividad principal de la ISTA es proporcionar métodos y servicios para el análisis de semillas que circulan en el comercio internacional. La ISTA elabora y publica las normas internacionales para el análisis de semillas, que utilizan los analistas de semillas en todo el mundo.

Las normas ISTA se utilizan en todo el mundo para analizar las semillas que se venden en los mercados internos. Los certificados de análisis de semillas de la ISTA –ampliamente utilizados en el comercio internacional de semillas– se emiten sobre la base de las normas ISTA. Hay **dos tipos de certificados**: certificado internacional naranja de lotes de semillas, y certificado internacional azul para muestras de semillas:

- **Naranja**: reporta los resultados de una muestra conocida tomada de un lote de semillas conocido, ofrece al usuario final una medida de la calidad promedio del lote de semillas.
- **Azul**: reporta los resultados del análisis de una muestra, sin establecer un vínculo entre la muestra y el lote de semillas.

notas



Certificado internacional azul de muestras de semillas:

- El muestreo no es responsabilidad de un laboratorio acreditado.
- Únicamente el análisis es responsabilidad del laboratorio.
- La relación muestra/lote no es responsabilidad de los laboratorios acreditados.

La **acreditación de la ISTA** comprueba que los laboratorios de análisis de semillas sean técnicamente competentes para llevar a cabo los procedimientos de análisis de semillas de conformidad con las normas ISTA. La norma de acreditación de laboratorios de análisis de semillas ISTA especifica los criterios que estos laboratorios deben cumplir para obtener y mantener su condición de laboratorio acreditado por la ISTA y su autorización para emitir certificados ISTA. La norma cubre todos los pasos del muestreo hasta la emisión de certificados ISTA.

El **procedimiento de acreditación** consta de cinco pasos:

1. Ser miembro de la ISTA.
2. Participar en el programa de examen de aptitud ISTA.
3. Establecimiento de un sistema de gestión de la calidad, apropiado para el tamaño del laboratorio y el rango de trabajo.
4. Realización de una auditoría ISTA para documentar la competencia del laboratorio, seguida por la acreditación por el Comité Ejecutivo de la ISTA.
5. Pago de las cuotas. Los laboratorios acreditados pagan una cuota anual por su acreditación. La cuota de auditoría se abona cada tres años, antes de la auditoría.

Acuerdos institucionales y apoyo para la certificación de semillas

Los acuerdos institucionales y la financiación son decisivos en la certificación de semillas. ¿La certificación debería ser un servicio gratuito o subvencionado para mejorar la calidad de las semillas? ¿Debería haber una escala de cuotas por cada uno de los principales servicios prestados?

Para el desarrollo y la sostenibilidad a largo plazo de la certificación de semillas en los países en desarrollo, el gobierno a través de su **ministerio de agricultura** podría asumir plenamente la responsabilidad del proceso de certificación. De otra manera, el **sector privado** podría desarrollar el sistema de certificación de semillas con la promoción de una asociación público-privada constructiva.

En la **certificación de semillas con apoyo del gobierno** hay tres criterios básicos:

- **Control del gobierno:** la inspectoría del gobierno es responsable de la inspección de todos los cultivos. Los inspectores expiden etiquetas y rótulos y garantizan que solo se vendan semillas certificadas. Empleados temporales calificados pueden llevar a cabo las inspecciones, pero la inspectoría debe supervisar su trabajo para garantizar la correcta puesta en práctica.
- **Autocertificación con reglamento:** inspección realizada por los agricultores en nombre del gobierno. Los agricultores podrán tomar muestras de sus

6

propias cosechas para que se analicen en laboratorios privados. Los inspectores del gobierno autorizan a los agricultores a llevar a cabo estas inspecciones. Además, verifican ellos mismos una parte de los cultivos (alrededor del 10%) a fin de garantizar que se cumplen las normas de calidad.

- **Certificación independiente:** inspección llevada a cabo por un tercero. Un organismo independiente está autorizado por el gobierno para llevar a cabo inspecciones en su nombre. El organismo autorizado debe tener la confianza tanto de los agricultores como del gobierno, ya que los inspectores del gobierno no practican una inspección de rutina para garantizar las normas de calidad.

En muchos países en desarrollo, el control gubernamental puede parecer la única opción viable, porque las instituciones pueden carecer de los instrumentos necesarios para evitar conflictos de interés y riesgos morales. Con todo, es importante explorar las posibles opciones del sector privado y aumentar la capacidad de las entidades seleccionadas teniendo en cuenta las experiencias y enseñanzas adquiridas en otros países en situaciones similares. En efecto, por razones de sostenibilidad, muchos países combinan la autorregulación con la certificación independiente. En cualquier caso, a la hora de decidir qué métodos adoptar, es necesario considerar cuidadosamente las siguientes **cuestiones**:

- **Costo de la certificación.** Los sistemas controlados por el gobierno, en particular, requieren un gran número de personal para llevar a cabo el trabajo de campo y de laboratorio en todo el país, con elevados costos. Los sistemas de autocertificación, por lo tanto, reducen considerablemente los costos para el gobierno.
- **Voluntad de pagar los servicios de certificación.** La certificación de semillas es una idea nueva en muchos países en desarrollo y los agricultores pueden tener reservas para pagar los servicios de certificación.
- **Crear confianza.** Para la autocertificación, primero es necesario infundir confianza por parte de las entidades encargadas de autoinspeccionarse. Además, están los riesgos de la corrupción y el egoísmo, y no siempre es fácil de hacer cumplir el código de conducta e imponer sanciones por negligencia.
- **Condiciones del sector privado.** En muchos países es posible que el sector privado no produzca semillas o que esté iniciando esta actividad. Puede haber un número limitado de instalaciones disponibles y escasez de personal capacitado. Es necesario considerar cuidadosamente si el sector privado está dispuesto a asumir funciones adicionales de certificación.

notas

EJERCICIOS Y TEMAS DE DEBATE

1. El organismo de certificación de semillas solo existe cuando la certificación es obligatoria. ¿Verdadero o falso? Explicar.
2. Explicar la diferencia entre la certificación obligatoria y la voluntaria y la veracidad en el etiquetado.
3. ¿Qué es el etiquetado de autenticidad? Dar un ejemplo.
4. ¿Cuál es el principal propósito de los sistemas de semillas de la OCDE?
5. ¿Qué objetivo tiene el sistema de calidad declarada de la FAO? ¿En qué circunstancias es más conveniente usar el sistema de calidad declarada?
6. ¿Qué función desempeña la ISTA y quién puede emitir sus certificados?

BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Seed Analysts (AOSA).** 1983. *Seed vigor hand testing book*. Contribution No. 32 to the handbook on seed testing. Association of Official Seed Analysis. Springfield, IL.
- AOSA.** 2002. *Seed vigor testing handbook*. Las Cruces (NM), Contribution No. 32.
- BSPB (British Society of Plant Breeders).** 2010. *Economic impact of plant breeding in the UK*. Available at:
http://plantbreedingmatters.com/sg_userfiles/BSPB_Impact_Final_Report.pdf.
- Copeland, L.O. & McDonald, M.B.** 2001. *Principles of seed science and technology* (4th ed.). New York, Springer Science + Business media. 466 pp.
- Cromwell, Friis-Hansen & Turner, M.** 1992. *The seed sector in developing countries: A framework for performance analysis*. London, Overseas Development Institute. Available at:
<http://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/6969.pdf>.
- FAO.** 1975. *Cereal seed technology. A manual of cereal seed production, quality control and distribution*. W.P. Feistritzer (ed.). Rome, FAO, Plant Production and Protection Division. 238 pp.
- FAO.** 2000. *Seed policy and programmes in the Near East and North Africa*. FAO Plant Production and Protection Paper 159. Rome. 233 pp.
- FAO.** 2001. *Seed policy and programmes for the Central and Eastern European countries, Commonwealth of Independent States and other countries in transition*. FAO Plant Production and Protection Paper 168. Rome. 288 pp. (available at <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y2722e/y2722e00.pdf>)
- FAO.** 2006. *Quality declared seed system*. FAO Plant Production and Protection Paper 185. Rome. 243 pp. Available at <http://www.fao.org/docrep/009/a0503e/a0503e00.htm>
- FAO.** 2007. *Manual on certified seed production of nerica rice*. R.C. Chaudhary & N.V. Nguyen (eds). Technical document of the project GCP/UGA/035/JPN. FAO, Kampala, Uganda. 17 pp.
- FAO.** 2010. *Quality declared planting material. Protocols and standards for vegetatively propagated crops*. FAO Plant Production and Protection Paper 195. Rome. 126 pp. Available at <http://www.fao.org/3/a-i1195e.pdf>
- FAO.** 2010. *Seed in emergencies: A technical handbook*. FAO Plant Production and Protection Paper 202. Rome. 73 pp. Available at <http://www.fao.org/3/a-i1816e.pdf>
- International Seed Testing Association (ISTA).** 1995. *Handbook of vigour test methods* (3rd ed.). J.G. Hampton, D.M. TeKrony & the ISTA Vigour Test Committee (eds). Bassersdorf, Switzerland. 117 pp.
- ISTA.** 2003. *ISTA working sheets on tetrazolium testing*. Vol. 1. Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA.** 2005. *ISTA handbook on seed sampling* (2nd ed.). Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA.** 2007. *ISTA handbook on moisture determination* (1st ed.). Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA.** 2016. *International rules for seed testing* (2016 ed.). Bassersdorf, Switzerland.
- McDonald, M.B., Gutormson, T. & Turnipseed, B.** *Seed technologist training manual*. Society of Commercial Seed Technologists.

notas

notas

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2012. *A synthesis of international regulatory aspects that affect seed trade*. Available at: <http://www.oecd.org/tad/code/internationalregulatoryaspectsseedtrade.pdf>.

OECD. 2013. *Capacity building in OECD seed certification seed scheme*. Available at: http://www.oecd.org/tad/code/OECD-Seed-Schemes-Capacity-Building-Brochure_EN.pdf

OECD. 2013. *OECD schemes for the varietal certification of seed moving in international trade*. Available at: <http://www.oecd.org/tad/code/E%20-%20for%20website%20020813%20-%20Guidelines%20Multiplication-%20116629%20web.pdf>

OECD. 2016. *OECD seed schemes: Rules and regulations*. Available at: <http://www.oecd.org/tad/code/oecdseedschemesrulesandregulations.htm>

Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires (ONSSA). 2016. *Règlement technique de la production, du controle, du conditionnement et de la certification des semences des cereales*. Office National de Sécurité Sanitaire des Produits Alimentaire. Maroc. Available at: http://www.onssa.gov.ma/fr/images/controle_semences/CS-septembre-14/rtCereales_paillesfr.pdf

Seed Services Australia. 2013. *Seed certification manual*. PIRSA. Available at: http://pir.sa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0003/148134/Seed_Certification_Manual.pdf

International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). 2009. *Responding to the challenges of a changing world: The role of new plant varieties and high quality seed in agriculture*. Proceedings of the Second World Seed Conference. UPOV Publication No. 354(E). Geneva. 293 pp.

World Bank. 2015. *Enabling the business of agriculture 2015*. Progress Report. World Bank Group, Washington D.C. Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/21501/940330WPOP145200of0Agriculture02015.pdf>

Glosario

Agencia de certificación de semillas - La autoridad competente, independiente de la producción de semillas, responsable de la implementación del esquema de producción de semillas certificadas.

Aislación - La separación de la unidad de producción de semilla de otra unidad de producción de semillas de la misma especie a los efectos de evitar contaminación física o por polen. La aislación puede ser por distancia, época de siembra o barrera física.

Análisis de semillas - Un análisis de parámetros físicos y calidad fisiológica de un lote de semillas basados en una muestra representativa.

Calidad de semillas - Un concepto que expresa qué tanto un lote de semillas cumple con estándares pre establecidos para ciertos atributos que determinan el estatus de calidad.

Capacidad de germinación - Un indicador de la proporción de semillas vivas que producen plántulas normales.

Caracter - Una propiedad, cualidad o atributo (morfológico, fisiológico, anatómico, citológico o bioquímico) que puede ser observado o cuantificado y que puede ser usado para distinguir un taxon de otro.

Característica - La posesión de un caracter específico

Certificación de semillas - Un proceso regulatorio diseñado para asegurar la calidad y la identidad y pureza genética de un lote de semillas. Permite a los agricultores tener acceso a semilla de alta calidad para la siembra.

Contenido de humedad de equilibrio - El porcentaje de humedad dentro de una semilla, en equilibrio con una temperatura y humedad relativa en el aire.

Cultivar - Un arreglo de plantas que han sido seleccionadas por tener un caracter particular o combinación de caracteres y que las hace claramente distintas, uniformes y estables en cuanto a esos caracteres, y que cuando son

propagadas correctamente mantienen esos caracteres (Codigo de Nomenclatura para especies cultivadas, 2004, art 2.2)

Dormancia - Condición en la cual una semilla con un embrión viable no germina en condiciones favorables para el crecimiento.

Embrión - La parte generativa de una semilla que se desarrollará en planta.

Endosperma - El tejido nutritivo de una semilla, externo al embrión, del cual se nutre la plántula hasta lograr fotosintetizar.

Fuera de tipo - Una planta dentro de un cultivo para semilla que difiere de la descripción típica de la variedad.

Germinación - Plántulas que emergen con todas sus estructuras esenciales, indicando que podrá desarrollarse como planta bajo condiciones favorables en el terreno.

Humedad relativa - La relación, expresada en porcentaje, entre la cantidad de vapor de agua presente en el aire y la máxima cantidad posible a esa misma temperatura.

Lote de semillas - Una cantidad de semilla identificable, de una misma variedad, de origen e historia conocida, y registrada bajo un número único de lote dentro de un esquema de producción con calidad asegurada.

Maleza - Una planta no deseada creciendo dentro de un cultivo.

Malezas nocivas - Una especie de maleza que es definida en la ley o reglamentación como nociva para el cultivo, cuya tolerancia de presencia en lotes de semilla es baja y que presenta además dificultades para ser erradicada de los campos de producción por métodos comunes de producción agrícola.

Mantenimiento - El producto de un proceso de regeneración de una variedad, ya sea de multiplicación de semilla o por material de plantación. El producto representa a la variedad y es suficientemente uniforme.

Materia inerte - Unidades de semilla o cualquier otra materia o estructura no definida por ISTA como semilla pura u otras semillas. Incluye trozos de semilla pura que tienen menos de la mitad del tamaño original de la semilla, del cultivo o de malezas, partículas de suelo, arena, piedras, paja, tallos, hojas, flores, fructificaciones de hongos, o agallas de nemátodos.

Medio de cultivo - Un sustrato que provee suficiente espacio y porosidad para la llegada de aire y agua a la semilla y para el crecimiento radicular.

Mejorador Genetista - La persona u organización que desarrolla nuevos grupos de plantas usando selección, hibridación o métodos similares.

Muestra compuesta - Una muestra obtenida al combinar todas las muestras primarias tomadas de bolsas individuales en un lote de semillas que se quiere analizar.

Muestra de trabajo - Una muestra obtenida en el laboratorio a partir de la muestra enviada, utilizando un método de reducción apropiado. La muestra se utiliza para realizar el test de calidad.

Muestra enviada - Es una muestra enviada a un laboratorio para análisis, comprende la totalidad de las muestras compuestas o una sub muestra obtenida a partir de métodos de reducción siguiendo la normativa de la ISTA.

Muestra primaria - Una porción de semilla tomada de un lote de semillas por una acción simple de muestreo.

Muestreo - El método por el cual se obtiene una muestra representativa del lote de semilla, para ser enviada a un laboratorio para su análisis.

Otras semillas - Unidades de semilla de cualquier especie que no es la especie del cultivo.

Patología de semillas - El estudio de enfermedades de la semilla, incluidos los mecanismos de infección y transmisión, el rol de los inoculos en el desarrollo de la enfermedad, técnicas para detección, estándares de tolerancia, efecto en el almacenaje, micotoxinas y micotoxicosis producidas y el control de dichas enfermedades.

Plántula - Una planta joven producto de la emergencia desde la semilla y primer etapa de desarrollo, hasta que se establece física y fisiológicamente como una planta independiente.

Plantulas anormales - Plantulas que muestran daño en estructuras críticas del embrión durante el proceso de germinación, con altas posibilidades de que el desarrollo de la plántula en una planta normal no se materialice. Las estructuras críticas pueden estar dañadas, deformadas, perforadas o revelar otros defectos.

Plantulas normales - Plantulas con el potencial de desarrollarse normalmente en plantas del cultivo cuando sean cultivadas en condiciones favorables de suelo, luz, agua y temperatura.

Productor de semillas - Una persona natural o legal cuya actividad es la producción de semillas ya sea por sí mismo o contratando a terceros.

Pureza analítica - Porcentaje en peso de la semilla del cultivo, siendo las demás impurezas materia inerte, semillas de malezas, semilla dañada y semillas de otros cultivos.

Pureza genética - La proporción de plantas que corresponden con los caracteres de una variedad distinguible.

Pureza varietal - El porcentaje en peso de semilla pura que producirá plantas que corresponden con la descripción de la variedad.

Roguing (purificación) - El proceso de remoción de plantas fuera de tipo en un lote de producción de semilla.

Sanidad de semilla - La presencia o ausencia de organismos que causan enfermedades (ej hongo, bacteria o virus) y pestes de origen animal (nemátodos, insectos).

Semilla - El óvulo maduro de una planta, que incluye el embrión y material de reserva. Utilizado por los agricultores para siembra.

Semilla básica - La progenie de la semilla pre básica que es producida por o bajo la responsabilidad del mejorador y que se utiliza para siembra y cosecha de semilla certificada.

Semilla certificada - a progenie de la semilla básica, producida por multiplicadores de semilla bajo la supervisión de una empresa de semillas y la autoridad semillera.

Semilla comercial - Semilla que se pretende utilizar para producción de cultivo pero que no fue producida bajo un esquema reconocido de certificación.

Semilla fundación - La progenie de la semilla del mejorador, utilizada para producción de semilla categoría Registrada o Certificada dentro del esquema AOSCA.

Semilla pre básica - Semilla de cualquier generación entre las líneas parentales (semilla núcleo) y semilla básica. Producida por el mejorador genetista.

Semilla pura - La especie que predomina en un lote de semillas o la informada por el productor como cultivo. Incluye todas las variantes botánicas y cultivares dentro de la especie. La fracción de semilla pura comprende semillas maduras no dañadas y piezas de semillas rotas que sean mayores a la mitad del tamaño original.

Semilla registrada - Una clase de semillas que se produce sembrando semilla fundación y el producto cosechado es semilla certificada. Dentro del esquema de certificación de AOSCA.

Sub muestra - La porción de una muestra obtenida a partir de un sistema de reducción siguiendo la normativa de la ISTA.

Tasa de germinación - El porcentaje de la semilla pura que tiene capacidad de germinar y producir plántulas normales bajo condiciones apropiadas de temperatura, humedad y luz.

Test de pureza varietal - Determinación y verificación de la identidad y pureza de la especie y variedad declarada (ej características morfológicas de la semilla o plántula, propiedades químicas y aspectos citológicos).

Variación - Sinónimo de "Cultivar" tal como definido en el Código Internacional de Nomenclatura de Especies Cultivadas, 1980, art 10. "Un arreglo de plantas que han sido seleccionadas por tener un carácter particular o combinación de caracteres y que las hace claramente distintas, uniformes y estables en cuanto a esos caracteres, y que cuando son propagadas correctamente mantienen esos caracteres".

Variación de polinización abierta - Una variedad de una especie de polinización cruzada a la que se le permite realizar polinización libre durante el proceso de producción de semillas, en contraste con híbridos que tienen una polinización controlada.

Viabilidad de semillas - La habilidad de la semilla para germinar y producir plantulas que contienen todas las estructuras esenciales para producir una planta bajo condiciones favorables y en ausencia de dormancia

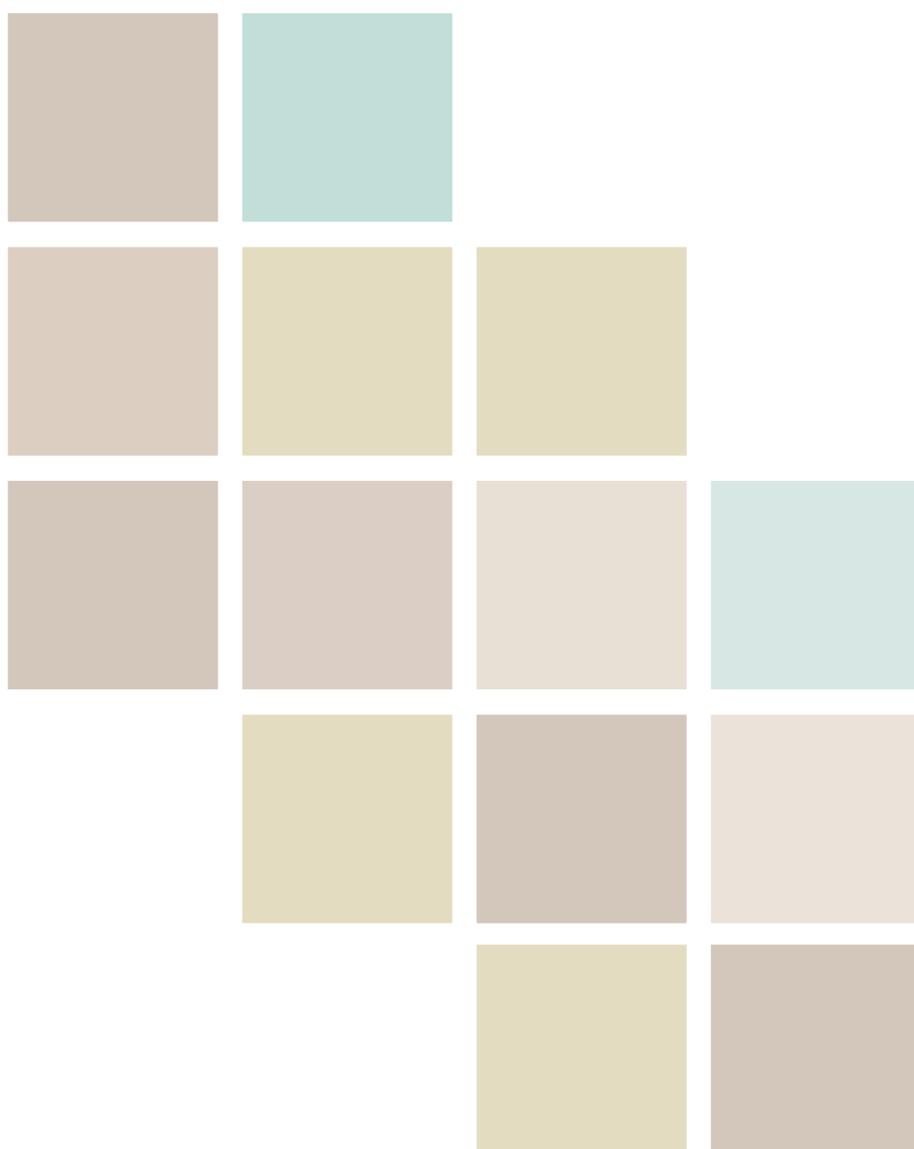
Vigor de semillas - La suma total de aquellas propiedades de la semilla que reflejan el nivel de actividad y rendimiento durante el proceso de germinación y establecimiento de la plántula.

Las semillas son el vehículo para llevar las mejoras de un cultivo al campo del agricultor. Son entonces un insumo crítico para la producción agrícola. Las semillas son únicas en el sentido que deben permanecer vivas y sanas hasta el momento que son utilizadas. Son también el insumo que los agricultores pueden producir en su campo.

Estos factores fueron tenidos en cuenta durante la preparación de este material de capacitación en semillas. Los seis módulos interrelacionados son:

1. Creación de Pequeñas empresas de semillas. Provee una guía paso a paso para el establecimiento de empresas de semillas comercialmente viables en comunidades de agricultores. Cubre los pasos críticos desde el plan de producción hasta la producción de semillas para la venta.
2. Procesamiento de Semillas, equipo y prácticas. Presenta los principios del procesamiento de semillas, el equipo utilizado y las buenas practicas desde la recepción, acondicionado y la distribución a los clientes. Este módulo está enfocado en el uso de equipamiento de procesamiento y siembra de pequeña escala, accesible, que puede ser también fabricado localmente.
3. Control de calidad y certificación de semillas. Este módulo asiste a los técnicos en alcanzar los estándares de calidad pre establecidos en un país y en implementar los procesos de control de calidad para un esquema de certificación. Los temas incluidos incluyen inspección de cultivo y acondicionamiento de semilla, embolsado, etiquetado, almacenaje, muestreo, análisis y distribución de semillas.
4. Marco Normativo del sector de semillas. Provee información sobre los elementos que están regulados por los marcos normativos de la cadena de valor en semillas, desde registro de variedades, control de calidad hasta mercadeo y distribución. El material incluido comprende información acerca de política nacional de semillas, legislación y documento regulatorio de ley de semillas, sus definiciones, propósito e interacciones.
5. Comercialización de semillas. Presenta los principios básicos de valoración y venta de semillas. Este módulo describe todas las actividades que son necesarias para desde la producción de semillas hasta la utilización final por parte de agricultores. El lector recibe guías sobre como conducir investigación de mercado, de demanda, desarrollar una estrategia de mercadeo, un plan de acción y gerenciar los riesgos asociados.
6. Almacenamiento de semillas. Se estima que entre 25 y 33 por ciento del grano producido, incluida las semillas, se pierde cada año durante el almacenaje. Para evitar este factor negativo para la seguridad alimentaria y nutricional, este módulo provee los principios básicos para un almacenaje efectivo y sus prácticas asociadas. El módulo provee guías sobre conservación de semillas bajo ambiente controlados para maximizar su viabilidad durante el largo tiempo que va desde la cosecha hasta el procesamiento y siembra.

Este módulo asiste a los técnicos en alcanzar los estándares de calidad pre establecidos en un país y en implementar los procesos de control de calidad para un esquema de certificación. Los temas incluidos incluyen inspección de cultivo y acondicionamiento de semilla, embolsado, etiquetado, almacenaje, muestreo, análisis y distribución de semillas.



ISBN 978-92-5-131869-0



9 789251 318690

CA1492ES/1/10.19