

The page features a decorative background on the right side consisting of several almonds scattered vertically, with a small green sprout with two leaves at the top right. The main title is centered in the upper half of the page.

## Capítulo 3. ¿Qué ruta debe seguir una semilla en el BLS?

¿Te has preguntado qué pasa con una semilla una vez llega al BLS? En un BLS exitoso, el comité técnico implementa procedimientos y procesos especializados para el manejo de la semilla, fundamentalmente para la selección, recolección, limpieza y sanidad de esta. También es importante que se lleve a cabo el registro de nuevas semillas y materiales que se incorporan al banco para garantizar su acondicionamiento, almacenamiento, monitoreo, regeneración y distribución.

Recuerda que las semillas sanas, es decir, libres de plagas y patógenos, son el corazón de cualquier BLS. Por tal motivo, es responsabilidad del comité técnico monitorear los aspectos técnicos y hacer seguimiento de los problemas que puedan surgir con la semilla en el banco; así se garantiza que esté en óptimas condiciones para su conservación y distribución.

### A. Diagrama de flujo, puntos de control y formatos requeridos

En el siguiente diagrama (figura 20) se presenta la ruta que sigue la semilla a través del BLS, así como sus procesos internos. Esta ruta se organiza en diferentes fases y actividades, asimismo, da cuenta de su flujo, de los responsables en cada fase y de los formatos de registro requeridos en cada paso. Es fundamental que las cabezas visibles de la gobernanza del banco, es decir, el comité técnico y la junta directiva, se involucren activamente en cada fase, de tal manera que aporten en la toma de decisiones y el seguimiento. Una versión más compleja de este diagrama de flujo se encuentra en el anexo 1.

Capítulo 3. ¿Qué ruta debe seguir una semilla en el BLS?

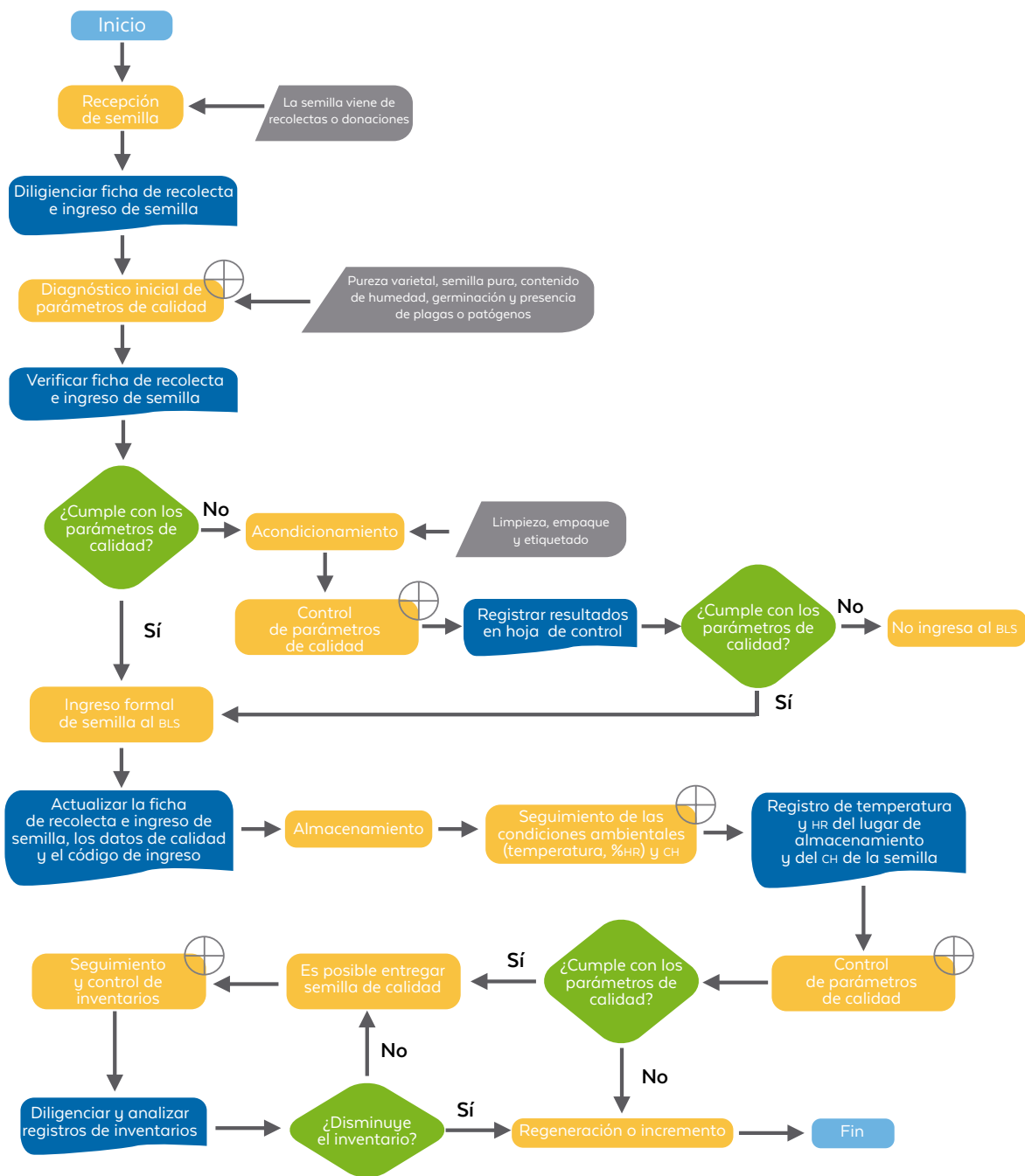


Figura 20. Diagrama de flujo de la ruta de la semilla en un BLS.

Fuente: Elaboración propia

## B. Herramientas y suministros requeridos

¡La calidad de las semillas es clave para el éxito de un BLS!

En la producción de cualquier cultivo, el factor más importante para obtener buenos resultados es el uso de semilla de calidad. Por eso, es importante que para producir y conservar esta semilla, la comunidad preste mucha atención al entorno, los insumos, los suministros y los equipos (figura 21 y figura 29), así como a las prácticas, las acciones y las decisiones que mantienen o perjudican la calidad de la semilla. Al trabajar de esta manera, se mejoraría la sostenibilidad de los sistemas de producción, se obtendrían mejores beneficios en la cosecha y se lograrían impactos positivos para el medio ambiente y para la propia comunidad.



**Figura 21.** Equipos, insumos y suministros base para el funcionamiento de un BLS.

Foto: John Fredy Hernández Nopsa

A continuación, se describen de manera concreta los suministros, herramientas e insumos requeridos para ingresar y conservar una semilla en el BLS.

- **Recolecta y procesamiento:** es la selección de frutos, mazorcas, vainas y plantas completas o sus partes para extraer la semilla. Para la recolecta en campo pueden emplearse machetes, tijeras de podar y cuchillos, los cuales siempre deben desinfectarse antes y después de cada uso o corte. Para semillas de cereales y leguminosas (como maíz, fríjol y similares) debe emplearse un determinador del contenido de humedad (CH) del grano, el cual nos permite decidir el momento adecuado para cosechar. Por ejemplo, un CH bajo del grano en la planta indica que este alcanzó su madurez fisiológica.

Este instrumento también es usado para medir el CH de la semilla una vez cosechada, antes de su almacenamiento y durante el mismo (figura 22). La extracción y el procesamiento de semilla puede hacerse manualmente o con desgranadoras. Las semillas de cereales cuyo CH es muy alto para ser desgranadas, es decir, semillas que aún están muy húmedas, verdes o tiernas, pueden secarse con “secadoras de grano” tipo silo o implementando otras prácticas que eliminen la humedad de la semilla sin afectar la viabilidad de esta. Dentro de estas prácticas destacan el aireado, las incubadoras o los desecantes, las cuales permiten alcanzar el valor ideal para su almacenamiento sin afectar la viabilidad de la semilla.



**Figura 22.** Determinación del contenido de humedad de semillas de maíz.

Foto: Franklin Barrios Ortiz

- **Inspección y selección:** corresponde a la limpieza de la semilla, es decir, a la eliminación de sus contaminantes. Ahora bien, ¿cuáles son esos contaminantes? Semillas de otras especies, malezas, materiales inertes (como tierra, piedras, paja, pedazos de plantas o animales, vainas o glumas), insectos y cualquier cosa que no sea la semilla de nuestro interés.

Este trabajo hace parte de la determinación de la pureza física y sanitaria de la semilla que ingresa al BLS. Sugerimos que la limpieza y selección de semilla se haga en mesas de trabajo metálicas. El primer paso debe ser el uso de zarandas (figura 23) y ventiladores para descartar los contaminantes más grandes y los más livianos. Posteriormente, se pueden usar tamices de diferentes tamaños de partícula para eliminar impurezas de menor tamaño y más pesadas. Finalmente, con pinzas y lupas se retiran minuciosamente semillas con daños mecánicos (rotas, fracturadas o partidas), con daños sanitarios (perforaciones, túneles o mordidas de insectos, con olores o colores que indiquen pudriciones), de otras especies y malezas (figura 24).



**Figura 23.** Proceso inicial de limpieza de semilla con zaranda para eliminar impurezas.

Foto: Franklin Barrios Ortiz



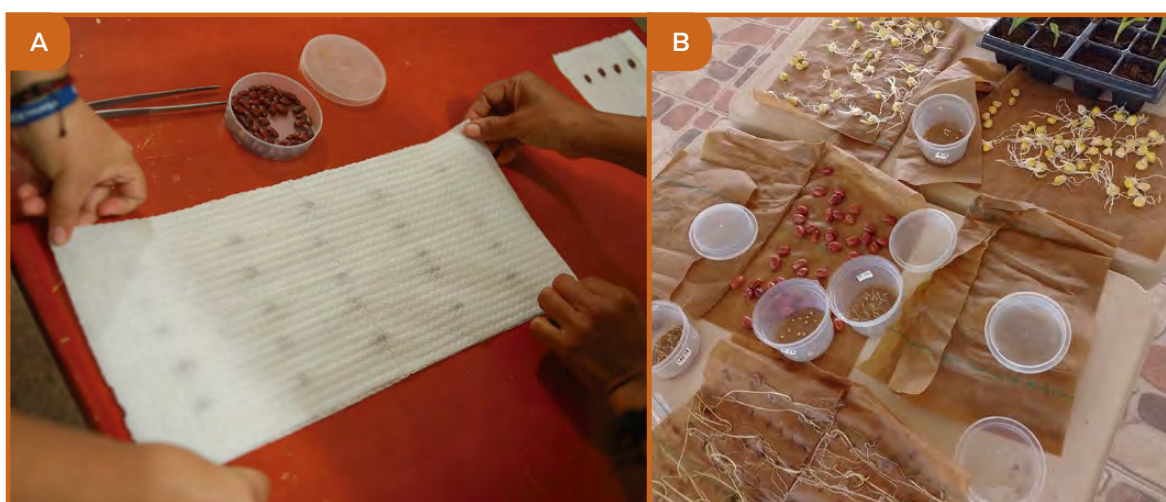


**Figura 24.** Inspección con lupas para verificar la calidad sanitaria de la semilla, es decir, la ausencia de plagas, patógenos o los daños que estos ocasionan en la semilla.

Foto: Franklin Barrios Ortiz

- **Determinación de la calidad fisiológica y la calidad sanitaria:** por medio de las pruebas de germinación y vigor se determina la calidad fisiológica, mientras que la calidad sanitaria se evalúa buscando plagas en la semilla, patógenos o sus daños (figura 25). Si la semilla tiene una buena calidad fisiológica y sanitaria, ingresará al BLS. Estas pruebas pueden realizarse en bandejas de germinación o en bolsas de vivero con sustrato desinfectado y humedecido, para lo cual se usan regaderas. La prueba de germinación también puede hacerse en papel de germinación o con toallas de papel lavable para cocina, las cuales se humedecen con un volumen específico de agua.

¿Cómo se mide este volumen de agua? Sencillo: se pesa el papel de germinación (o las toallas de papel) que se van a usar en la prueba. El peso del papel se multiplica por 2,5 y ese número corresponde al volumen del agua requerido para humedecer el papel (o las toallas). Si el peso del papel en seco es de 10 gramos, al multiplicarlo por 2,5 el resultado es 25. Esto quiere decir que se deben usar 25 mililitros de agua para humedecer el papel. Esta cantidad de agua se mide con probetas o con vasos medidores (figura 25).



**Figura 25.** Pruebas de calidad fisiológica y calidad sanitaria. a. Montaje de la prueba de germinación (calidad fisiológica) para semilla de frijol. b. Lectura de los resultados de las pruebas de calidad sanitaria y calidad fisiológica en semillas de maíz y frijol.

Fotos: Franklin Barrios Ortiz y Manuel Alfonso Patiño Moscoso

- **Tratamiento:** nos referimos a la aplicación de métodos de control físicos, mecánicos, químicos o biológicos para proteger la semilla de plagas y problemas fitosanitarios y facilitar la siembra o mantener el contenido de humedad de la semilla en el valor adecuado para su almacenamiento (figura 26). Los productos podrán ser aplicados a la semilla por espolvoreo en frascos, canecas o bolsas herméticas. Como recomendación general, los productos que se aplican a la semilla para su almacenamiento deben ser polvos secos o granulados, como la sílica gel en el caso de desecantes (nunca productos húmedos o con agua).

Si la semilla va a sembrarse prontamente y requiere de un tratamiento para prevenir daños por patógenos o plagas, la aplicación del producto a la semilla se hace con bombas de fumigación o por inmersión en canecas usadas únicamente para este propósito. La aplicación de cualquier producto, sea agroquímico, biológico o de cualquier otro tipo, debe hacerse con base en la dosis recomendada y con el soporte de un asistente técnico o profesional del agro.

Adicionalmente, deben emplearse los elementos de protección personal (EPP) como guantes, máscaras, respiradores y todos los que sean necesarios. Las mediciones de los productos deben hacerse con balanzas, vasos medidores o probetas, nunca “al cálculo” o “al ojo”, es decir, sin los instrumentos de medida apropiados.



**Figura 26.** Semilla de maíz en un contenedor sellado y listo para la introducción de un desecante. Este mantendrá el contenido de humedad de la semilla en el valor ideal para su conservación.

Foto: Franklin Barrios Ortiz

- **Empaque, rotulado, y almacenamiento:** en esta etapa se dispone la semilla bajo las condiciones específicas para conservar su calidad por un tiempo determinado, preferiblemente hasta su siembra. Acá se emplean empaques, contenedores, bolsas y frascos para almacenar la semilla, así como registros que incluyen toda la información del material que ingresa al banco. Dependiendo del tipo de semilla, esta podrá ser almacenada en frascos de vidrio, estantes, canastillas, costales de polipropileno, bolsas de aluminio trilaminadas, entre otros.

Toda semilla que ingresa al banco debe rotularse. Para esto, se emplean etiquetas adhesivas o marcadores. Finalmente, las condiciones de almacenamiento deben monitorearse constantemente. Es importante que el comité técnico utilice equipos como termómetros, termohigrómetros y medidores del contenido de humedad de la semilla para registrar variables como la temperatura y la humedad relativa del lugar de almacenamiento, así como el  $CH$  de la semilla (figura 27).



**Figura 27.** Lectura de las condiciones de temperatura y humedad relativa de un BLS. A la izquierda se observa un termómetro de máximas y mínimas, mientras que a la derecha se detalla un termohigrómetro que mide temperatura y humedad relativa.

Foto: Franklin Barrios Ortiz

- **Regeneración:** nos referimos a la multiplicación de la semilla que está en el banco y que requiere ser renovada o refrescada para ser de nuevo ingresada y conservada en el BLS. Dependiendo de la especie, se requerirán herramientas o suministros para la producción de semilla en campo, bandejas de germinación para obtención de plántulas, bolsas de vivero para el montaje de viveros, palas ahoyadoras para el trasplante a campo y el establecimiento de huertos básicos, huertos madre o jardines clonales, en caso de ser necesario (figura 28).



**Figura 28.** Siembra de semilla en bandejas de germinación con sustrato como parte del proceso de regeneración o refrescamiento de semillas en un banco local.

Foto: Franklin Barrios Ortiz

En la figura 29 se indican los equipos, insumos y suministros básicos que un BLS debe tener para que el comité técnico ejecute adecuadamente todas las labores relacionadas con la conservación y el almacenamiento de la semilla.



Figura 29. Equipos, insumos y suministros básicos en un BLS.

Fuente: Elaboración propia

### C. Recolecta y procesamiento: ¿Cómo hacerla detalladamente?

Uno de los pasos más importantes en el BLS es la recolecta del material vegetal, ya que brinda la oportunidad de conocer y conservar la agrobiodiversidad que se encuentra en los territorios. Esta etapa tiene como objeto recolectar el mayor número de materiales o accesiones de interés para las comunidades y, posteriormente, conservarlos (Di Sacco et al., 2018). El enfoque de la recolecta es la semilla de materiales nativos (figura 30).





**Figura 30.** Proceso de recolecta y procesamiento del material vegetal para ser introducido al BLS.

Fuente: Elaboración propia



### Capítulo 3. ¿Qué ruta debe seguir una semilla en el BLS?

La recolección de los materiales vegetales identificados en la etapa de diagnóstico y priorización debe acompañarse de un formato de registro de la información de los materiales o pasaporte (tabla 1), el cual permite registrar los datos imprescindibles de cada material que se va a recolectar. Así, se identifica su procedencia y otras características específicas.

**Tabla 1.** Modelo de pasaporte de semilla que registra las características de los materiales ingresados al banco local de semilla

Pasaporte para registrar la entrada de la semilla al BLS	
1. Número de la entrada:	
2. Nombre del propietario del material:	
3. Grupo étnico del propietario del material:	
4. Genealogía del material o de su nombre:	
5. Fecha de adquisición del material:	
6. Número de la recolección del material:	
7. Fecha de recolección del material:	
8. Nombre del recolector:	
9. Institución del recolector (si pertenece a alguna):	
10. Descripción del sitio de la recolección:	
- Departamento: _____	- Finca u otro: _____
- Municipio: _____	- Coordenadas: _____
- Vereda: _____	- Altitud: _____
11. Fuente del material recolectado:	
- Hábitat silvestre ( )	- Centro de investigación ( )
- Terreno cultivado ( )	- Escuela agrícola ( )
- Mercado rural ( )	- Mercado urbano ( )
- Huerto casero ( )	- Otro: _____
12. Tipo del material recolectado:	
- Variedad mejorada ( )	- Material nativo ( )
- Línea mejorada ( )	- Compuesto ( )
- Material criollo ( )	- Otro: _____
13. Número de plantas usadas para la recolección del material:	
14. Número de muestras recolectadas del material:	
15. Nombre local o común del material:	
16. Origen del nombre local o común:	
17. Descripción de la fuente del material:	

Continúa

Continúa tabla 1

Pasaporte para registrar la entrada de la semilla al BLS			
<b>18.</b> Tipo de material:			
- Semilla sexual	( )	- Semilla asexual o material vegetativo	( )
<b>19.</b> ¿Conoce los resultados de un análisis de suelo del lugar donde tomó el material?			
- Sí	( )	- No	( )
<b>20.</b> ¿Cuál es el estrés predominante en la zona donde tomó el material?			
_____			
<b>21.</b> Fotografías tomadas:			
<b>a.</b> De plagas			
- Sí	( )	- No	( )
<b>b.</b> De enfermedades o patógenos			
- Sí	( )	- No	( )
<b>c.</b> De la planta de donde tomó el material			
- Sí	( )	- No	( )
<b>22.</b> Descripción del sitio de recolección:			
<b>a.</b> Topografía:			
- Ondulada	( )	- Escarpada	( )
- Plana	( )	- Depresión	( )
- Quebrada	( )	- Pendiente	( )
Descríbala:		- Otra	( )
<b>b.</b> Drenaje:			
- Deficiente	( )	- Bien drenado	( )
- Moderado	( )		
<b>c.</b> Pedregosidad:			
Poca o inexistente	( )	Abundante	( )
Media	( )	Muy abundante	( )
<b>23.</b> Cultivos asociados al material recolectado:			
<b>24.</b> ¿Nota alguna diferencia sociocultural importante en la siembra o el uso de la especie recolectada de esta entrada?:			
<b>25.</b> ¿El material recolectado es base de conocimientos?			
- Sí	( )	- No	( )
<b>26.</b> Notas del recolector:			
_____			

Fuente: Elaboración propia



Existen diferentes métodos de recolección de semillas, los cuales dependen, principalmente, de la especie y de su tipo de reproducción (frutos carnosos, frutos secos, semillas y material asexual o vegetativo). Para las recolectas deben tomarse frutos maduros, los cuales deben separarse de los inmaduros. Asimismo, las semillas deben estar en su madurez fisiológica. Si la semilla es de tipo asexual (injertos, estacas, esquejes, colinos, tubérculos, etc.), debe procesarse lo más rápido posible para evitar su deterioro.

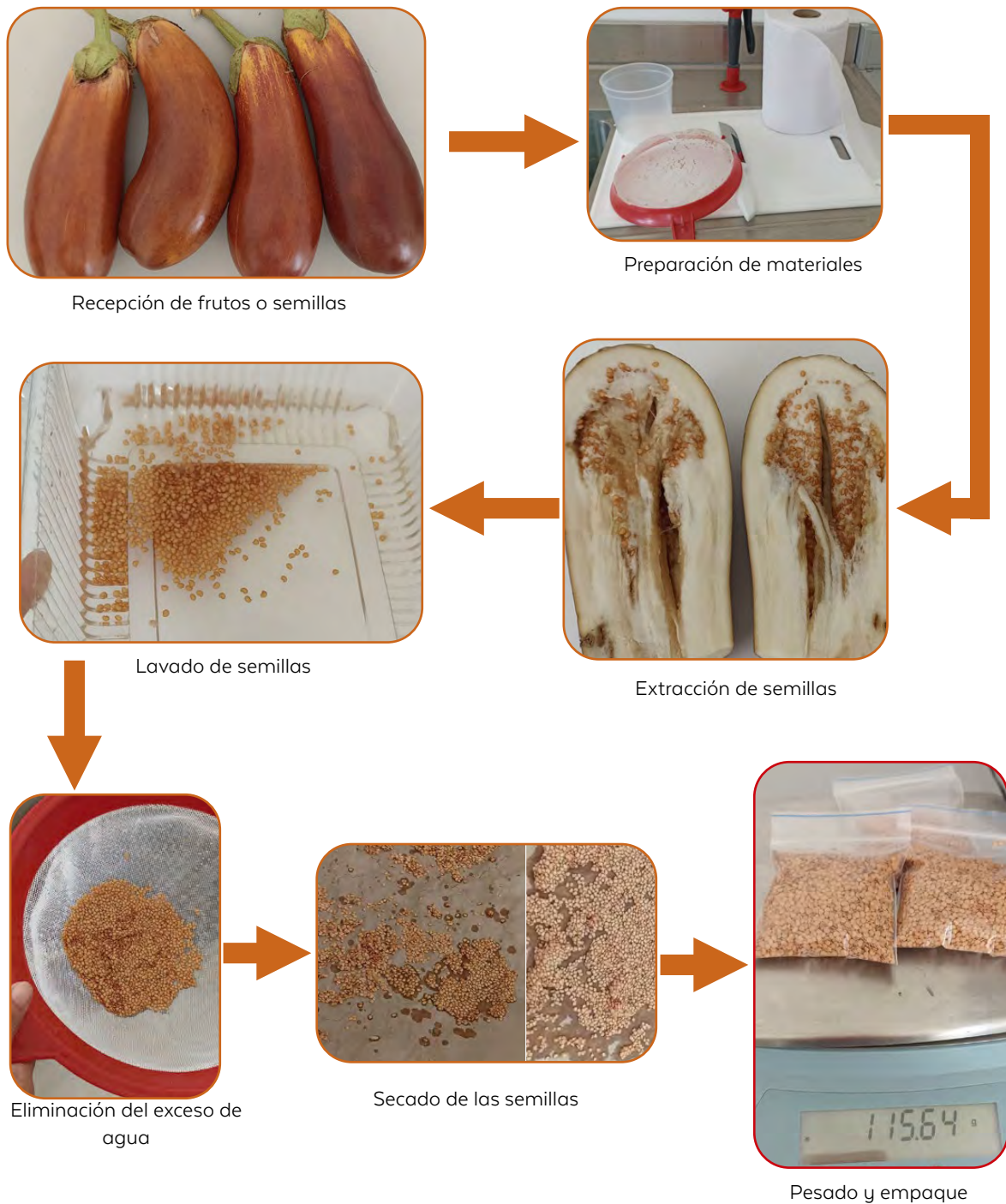
- **Procesamiento de la semilla:** según las condiciones ambientales del lugar de recolección, el material recogido podría deteriorarse con rapidez. Por lo tanto, este paso es de suma importancia, ya que si se lleva a cabo de manera inapropiada, todo el esfuerzo invertido podría irse en vano. Es por esto que las semillas deben ser almacenadas cuando estén completamente maduras, se debe verificar y ajustar su contenido de humedad al nivel óptimo y, en última instancia, se debe controlar tanto la temperatura como la humedad relativa del sitio de almacenamiento.

Si es necesario transportar semillas que aún no han madurado completamente, es recomendable utilizar bolsas o contenedores plásticos que conserven su nivel de humedad hasta llegar al lugar de procesamiento, lo cual previene la deshidratación. No obstante, se debe evitar que el material se deteriore debido al exceso de humedad y a temperaturas elevadas, ya que podrían propiciar su pudrición.

Los frutos carnosos, como el aguacate, deben recolectarse en sacos que permitan la aireación, o en recipientes de plástico con ventilaciones, nunca en recipientes cerrados o sellados. Los recipientes no deben llenarse completamente y debe mantenerse una buena ventilación. Asimismo, debe impedirse el sobrecalentamiento y el exceso de humedad para evitar la fermentación y la pudrición de los frutos. Si es posible, el procesamiento de este material debe realizarse en campo antes de que las semillas empiecen a descomponerse (figura 31).



### Procesamiento de semillas provenientes de frutos carnosos



**Figura 31.** Esquema de recolección y procesamiento de semillas de frutos carnosos.

Fotos: Shirley Patricia Pérez Cantero

Para transportar hasta el lugar de procesamiento semillas de tipo sexual, por ejemplo, de maíz o frijol, recomendamos utilizar bolsas de papel o de tela. Estos materiales le permiten a la semilla continuar su secado y evitan procesos de pudrición o descomposición por exceso de humedad.

Durante el procesamiento de la semilla recolectada deben eliminarse todo tipo de residuos y materiales inertes, por ejemplo: residuos de la cosecha, piedras, hojas, granos de arena, restos de plantas y otras impurezas. Asimismo, deben eliminarse las semillas dañadas, perforadas o con síntomas de enfermedades o patógenos. Lo anterior permite disminuir los riesgos de contaminación del banco y de diseminación de plagas y patógenos a los cultivos de la comunidad.

Este procesamiento de las semillas debe hacerse en el menor tiempo posible después de la recolecta para así asegurar la calidad de las semillas recolectadas, evitar pérdidas y prevenir daños en estas. De igual manera, debe arrojar una muestra de semillas viables, limpias y que cumplan con los atributos de calidad físicos, fisiológicos, sanitarios y genéticos. ¡Esta semilla de calidad ya puede ser almacenada, manipulada, conservada, multiplicada y utilizada de manera segura, fácil y eficiente!

¿Sabes qué es la tolerancia a la deshidratación en la semilla? Es una consideración muy importante que debemos tener en cuenta cuando recolectemos, manejemos y procesemos una muestra de semillas. La tolerancia depende del tipo de semilla, por ejemplo, si es recalcitrante como el mango o el aguacate, debe ser procesada en el menor tiempo posible para que la semilla no pierda su viabilidad y su calidad. Si son semillas ortodoxas como maíz, frijol o semillas de árboles maderables, estas pueden esperar un poco más para su procesamiento.

Recordemos que todas las herramientas, utensilios, recipientes y equipos utilizados en cada proceso deben estar limpios, desinfectados y libres de semillas de otras especies o de otros materiales. Debemos limpiar y desinfectar minuciosamente herramientas y equipos, mesas y el lugar donde procesamos las semillas para evitar mezclas entre materiales. Las muestras de semillas pequeñas corren más riesgo de contaminarse con semillas de otras muestras.



## D. Inspección y selección ¿Qué debemos hacer?

La inspección y selección son procedimientos que atraviesan todo el proceso de producción, lo que significa que deben llevarse a cabo durante la recolección, el procesamiento, el almacenamiento y la distribución de las semillas. Estos pasos se ejecutan mediante un riguroso control interno y con un registro meticuloso de las actividades realizadas, lo que asegurará la calidad de las semillas y su trazabilidad (tabla 2).

**Tabla 2.** Prácticas de inspección y selección para asegurar la calidad de la semilla

Etapa	Prácticas	Atributos
Producción	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eliminación de plantas fuera de tipo (deformes, enfermas, de otras especies o de materiales distintos).</li> <li>2. Control de malezas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calidad fisiológica, sanitaria y genética.</li> <li>2. Calidad física y sanitaria.</li> </ol>
Recolecta y cosecha	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descarte de frutos y granos deformes, enfermos o inmaduros.</li> <li>2. Identificación del lote de semilla (sacos, contenedores, frascos, bolsas).</li> <li>3. Evitar golpes o condiciones adversas (como altas humedades o temperaturas) durante las labores o el transporte de la semilla.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calidad fisiológica, sanitaria y física.</li> <li>2. Calidad genética.</li> <li>3. Calidad física y fisiológica.</li> </ol>
Beneficio y acondicionamiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Secado (reducir el contenido de humedad) de la semilla.</li> <li>2. Trilla (desgrane).</li> <li>3. Limpieza (remoción de impurezas).</li> <li>4. Clasificación (dar uniformidad).</li> <li>5. Tratamiento (protectantes).</li> <li>6. Control de calidad inicial (pureza varietal, física, contenido de humedad, germinación, existencia de otras semillas, presencia de plagas o patógenos).</li> <li>7. Embalaje (tipos de empaque).</li> <li>8. Etiquetado (identificación).</li> </ol>	Calidad física, fisiológica, sanitaria y genética.
Almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Correcta disposición de los contenedores de semilla.</li> <li>2. Monitoreos y muestreos.</li> <li>3. Control de seguimiento a la calidad de la semilla (incluye el contenido de humedad de la semilla).</li> <li>4. Control de plagas y patógenos</li> <li>5. Verificación de la temperatura y humedad relativa del lugar de almacenamiento.</li> </ol>	Calidad física, fisiológica y sanitaria.
Distribución	<p>Trazabilidad: llevar registros de todas las actividades, con sus responsables y fechas de ejecución.</p> <p>Seguimiento al desempeño de la semilla una vez se inicia el nuevo proceso de producción.</p>	Calidad física, fisiológica, sanitaria y genética.

Fuente: Elaboración propia



Es importante resaltar que la inspección y selección de la semilla deben hacerse constantemente, así como el control interno de la calidad, el cual debe ser estricto y riguroso para que la semilla que circule en el banco tenga los mejores parámetros de calidad. Así los agricultores asociados al banco obtendrán mejores resultados en sus cultivos. La inspección y selección de la semilla contribuyen a la preservación de la agrobiodiversidad por medio de la conservación de semilla de calidad e, inclusive, pueden ayudar a recuperar materiales que estén en riesgo de desaparecer. También aseguran la producción de alimento y favorecen la seguridad alimentaria de las comunidades (Patiño et al., 2022).

**Con este proceso, y de acuerdo con las condiciones de almacenamiento más el seguimiento a la calidad de la semilla, el comité técnico decidirá cuándo es el momento adecuado para refrescar los inventarios de semilla en el banco.**



**Control interno de la calidad de semilla en un BLS:** el objetivo de un BLS es salvaguardar, conservar e intercambiar semilla de materiales nativos (Patiño et al., 2022; Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible [SIMAS], 2012; Vernooy et al., 2016, 2018). Para lograr esto, es clave que la semilla del banco tenga el más alto estándar de calidad, así los asociados disfrutarán de sus bondades y beneficios. Lo anterior se logra ejecutando eficientes y estrictos controles internos de calidad de la semilla almacenada en el BLS.

**Determinación de la calidad genética y de la calidad física:** desde el momento en el que la semilla ingresa al banco es prioritario determinar su calidad. El primer paso es inspeccionarla visualmente para determinar su calidad genética y física, así el comité técnico del banco determinará cuáles son las actividades que se deben realizar, entre ellas, acondicionamiento, limpieza y clasificación. La calidad genética se determina con base en la pureza genética o varietal de la semilla, la cual varía de acuerdo con la etapa en la que se realice. Por ejemplo, durante la producción se estima el

porcentaje de pureza genética con base en la proporción de plantas que expresen los caracteres correspondientes a un material distinguible. En cambio, durante la etapa de beneficio se puede calcular el porcentaje de semilla pura que producirá plantas que correspondan con la descripción del material (figura 32), como lo especifican los lineamientos emitidos por FAO & AfricaSeeds (2019). Los resultados de este análisis deben registrarse en el formato diseñado para hacer los cálculos del análisis (tabla 3).



Figura 32. Cálculos para el análisis de la pureza varietal en frijol común.

Fotos: Sheilla Moreno Pérez

**Tabla 3.** Formato para el registro de cálculos del análisis de pureza varietal

Análisis de pureza varietal					
Responsable:			Año:	Mes:	Día:
Número de repeticiones:		Semillas por repetición:		Total	Pureza varietal (%)
Repetición					
1	2	3	4		

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la calidad física de la semilla, se tiene en cuenta el análisis de la pureza física en el cual la semilla de la muestra de trabajo se clasifica en tres componentes. Cada uno se pesa y se calculan sus porcentajes (figura 33). Los resultados de este análisis se deben registrar en el formato de la tabla 4. De acuerdo con International Seed Testing Association [ISTA] (2022), los tres componentes en los que se separa la semilla de la muestra son:

- **Fracción de semilla pura:** corresponde a la especie informada por el productor como constituyente del cultivo. Incluye todas las variantes botánicas dentro de la especie y consta de semillas maduras no intactas y fragmentos de semillas que superen la mitad de su tamaño original.
- **Fracción de otras semillas:** comprende todas las unidades de semilla de cualquier especie que no sea la especie del cultivo informado (malezas, otros cultivos, arvenses).
- **Fracción de materia inerte:** abarca cualquier estructura o material no definido como semilla pura u otras semillas. Incluye fragmentos de semilla que tienen menos de la mitad de su tamaño original, incluidas las del cultivo o malezas, fragmentos de plantas, semillas vanas, semillas sin tegumento, tegumento o sus fragmentos, terrones, polvo, arena, piedras, insectos, entre otros.



## Análisis de pureza física

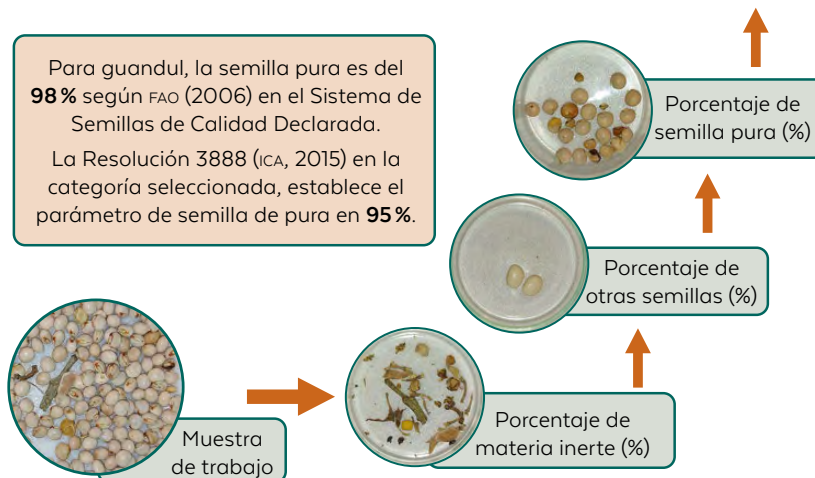
### Cálculos



Componentes	Peso (g)	Porcentaje	Frijol guandul	
			Peso (g)	%
<b>Semilla pura</b>	X	$(X \times 100) \div W$	X = 301,51	<b>100,0</b>
<b>Otras semillas</b>	Y	$(Y \times 100) \div W$	Y = 0,53	<b>Trazas</b>
<b>Materia inerte</b>	Z	$(Z \times 100) \div W$	Z = 0,57	<b>Trazas</b>
<b>Total</b>	<b>W</b>	<b>100</b>	<b>W = 302,61</b>	<b>100,0</b>

### Resultados

Para guandul, la semilla pura es del **98%** según FAO (2006) en el Sistema de Semillas de Calidad Declarada.  
La Resolución 3888 (ICA, 2015) en la categoría seleccionada, establece el parámetro de semilla de pura en **95%**.



ANÁLISIS DE PUREZA FÍSICA						
Responsable: Sheilla Moreno		Año: 2022		Mes: 02	Día: 26	
Componente	Peso (g)	Porcentaje (%)	Descripción de otras semillas			
			<i>Phaseolus sp.</i>			
			Descripción de materia inerte			
<b>Muestra de trabajo:</b>	302,61	R: 302,6	Partes de plantas	X	Insectos	X
<b>Semilla pura:</b>	301,51	100	Partes de semillas	X	Tierra	
<b>Otras semillas:</b>	0,53	TRAZAS	Semillas vanas		Piedras	
<b>Materia inerte:</b>	0,57	TRAZAS	Semillas sin tegumento	X	Polvo	
<b>Total</b>	<b>302,61</b>	<b>100</b>	Tegumento	X	Otros	
Observaciones:						

**Figura 33.** Proceso, cálculos y resultados de un análisis de pureza física en frijol guandul.

Fotos: Sheilla Moreno Pérez

**Tabla 4.** Registro de los cálculos del análisis de pureza física de la semilla

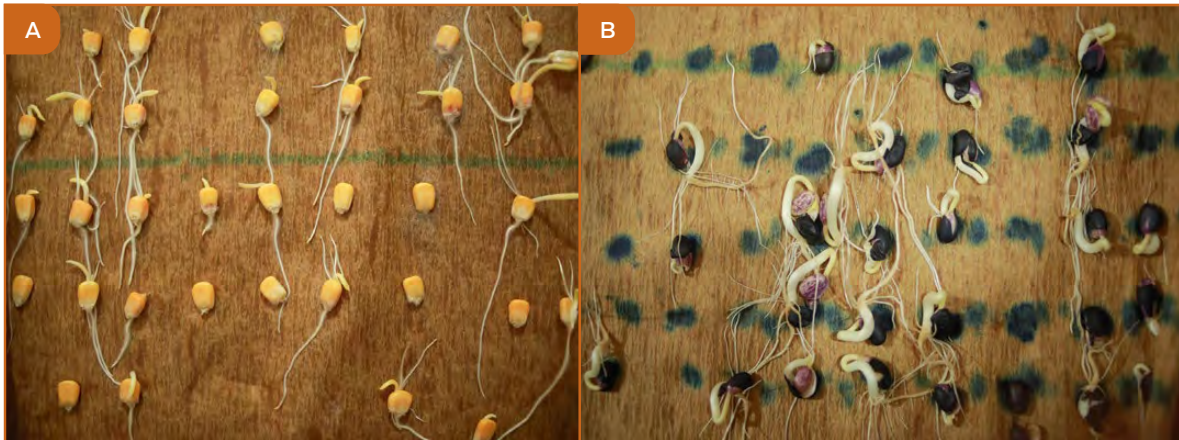
Análisis de pureza física						
Responsable:			Año:	Mes:	Día:	
Componente	Peso (g)	Porcentaje (%)	Descripción de otras semillas:			
			Descripción de materia inerte:			
Muestra de trabajo:			Partes de plantas:		Insectos:	
Semilla pura:			Partes de semillas:		Tierra:	
Otras semillas:			Semillas vanas:		Piedras:	
Materia inerte:			Semillas sin tegumento:		Polvo:	
Total:			Tegumentos:		Otros:	
Observaciones:						

Fuente: Elaboración propia

**Determinación de la calidad fisiológica y de la calidad sanitaria:** es importante que la semilla que circule a través del BLS sea de calidad. Para esto, debemos hacerle pruebas que verifiquen y garanticen dicha condición, por lo que las evaluaciones de calidad fisiológica y sanitaria son fundamentales en este proceso. Para la primera, la germinación —o la emergencia y desarrollo de las plántulas normales— es el indicador más común para determinar si una semilla es o no viable (figura 34). Sin embargo, algunas especies pueden tener una condición de latencia bajo la cual una semilla viable es incapaz de germinar aun cuando las condiciones son las adecuadas (Davies et al., 2017; Patiño et al., 2022).

Para la semilla asexual existen otras variables que el comité técnico, en conjunto con profesionales del agro, asistentes técnicos o extensionistas, deben evaluar. Asimismo, deben establecer metodologías técnicas para su medición, por ejemplo, con base en la funcionalidad de las yemas laterales y apical o el número de brotes, entre otros.





**Figura 34.** Prueba de germinación de semillas. a. Maíz amarillo; b. Frijol negro.

Fotos: Franklin Barrios Ortiz

Una germinación adecuada se reflejará en una buena emergencia en campo y en el óptimo establecimiento del cultivo, incluso cuando se presenten condiciones de campo adversas y no óptimas para la producción (FAO, 2016). El momento de la evaluación de la prueba de germinación, así como la determinación del sustrato que se va a utilizar en la prueba (por ejemplo, suelo, sustrato inerte, mezclas de estos elementos o papel), dependerá de la especie que se analizará (ISTA, 2022) y también de los recursos del banco.

En promedio, se pueden obtener lecturas de germinación de las semillas analizadas en un lapso de 5 a 10 días después de iniciada la prueba a una temperatura de 25 °C. Para evaluar la cantidad de semillas sin germinar, las plántulas normales y las plántulas anormales, se deben analizar al menos 200 semillas limpias divididas en 4 repeticiones de 50 semillas cada una (figura 35).



### Prueba de germinación:



### Prueba de poder germinativo:

**AGROSAVIA**  
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



**Figura 35.** Determinación de la calidad fisiológica: montaje y lectura de las pruebas de germinación y de poder germinativo.

Fuente: Elaboración propia

**Plántulas normales:** corresponde al porcentaje de germinación y se refiere a la proporción de semillas que han producido plántulas bajo condiciones y periodos de tiempo específicos. Estas muestras muestran potencial para continuar su desarrollo hasta llegar a plantas, cuando crecen en suelos de calidad y en condiciones favorables de humedad, temperatura y luz.

**Plántulas anormales:** son aquellas que no muestran potencial de desarrollarse como una planta normal cuando crecen en suelos de calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz.

**Semillas duras:** semillas que no germinaron al final del periodo y bajo las condiciones de evaluación, y que al final del periodo de análisis permanecen duras porque no absorbieron agua.

**Semillas frescas:** semillas que no germinaron al final del periodo y bajo las condiciones de evaluación, pero que permanecen limpias y firmes. Tienen el potencial de desarrollarse junto con las semillas normales.

**Semillas muertas:** semillas ni duras ni frescas que no produjeron ninguna parte de una plántula.

Los resultados de la evaluación se expresarán en porcentaje y se consignarán en la tabla 5 (ISTA, 2022).



**Tabla 5. Registro de resultados de las pruebas de germinación**

Análisis de germinación							
Fecha de inicio				Fecha de finalización			
Año:	Mes:		Día:	Año:	Mes:		Día:
Número de repeticiones:		Número de semillas por repetición:		Temperatura (°C):	Sustrato*:	Días de evaluación:	
Número de plántulas normales				Número de plántulas anormales	Número de semillas sin germinar	Total	
Repetición	1.º lectura	2.º lectura	3.º lectura	Total			
1							
2							
3							
4							
Total							
Porcentaje (%)							
Germinación (%):				Responsable:			

\*Sustratos: Entre papel (EP); Sobre papel (SP); Suelo (S); Arena (A); Otro (O)

Fuente: Elaboración propia con base en ISTA (2022)

## ¿Qué es la calidad sanitaria?

La calidad sanitaria es la ausencia de patógenos (hongos, bacterias, nematodos, virus y otros organismos) que causan enfermedades, así como de plagas como insectos, ácaros u otros organismos similares. Una semilla libre de plagas y patógenos no siempre se determina por su aspecto exterior, por su tamaño uniforme o por el color y la aparente ausencia de daños. Una observación inicial es una buena aproximación, pero para ciertas plagas y patógenos se requieren herramientas e instrumentos como lupas, microscopios y, en casos particulares, análisis especializados de laboratorio.

Es muy importante verificar el estado sanitario de la semilla y garantizar que la semilla del banco esté libre de estos problemas (tabla 6). Dependiendo de la especie agrícola, nuestra recomendación es consultar a los asistentes técnicos, a profesionales del agro y al ICA sobre los problemas sanitarios más importantes que atacan la especie en la región o municipio donde esté el banco.

Tabla 6. Formato para el registro de pruebas de calidad sanitaria

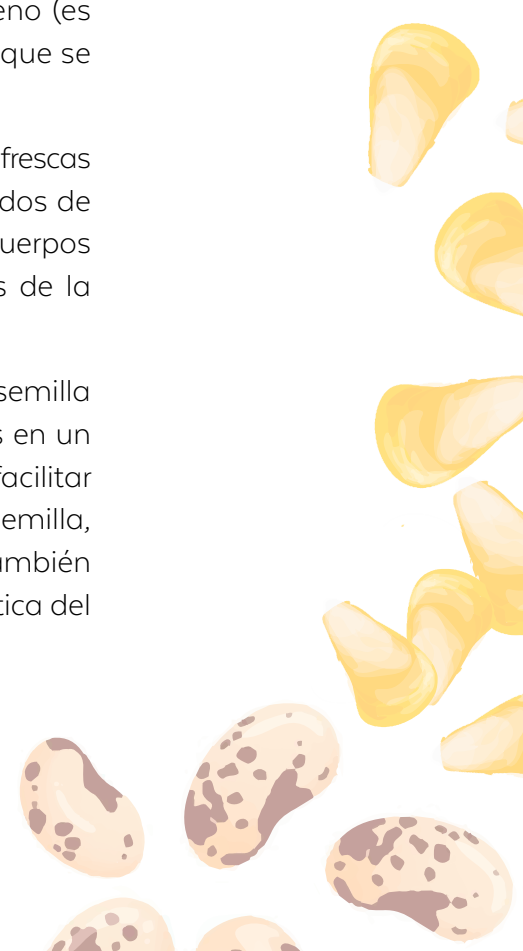
Análisis de calidad sanitaria					
Fecha de inicio			Fecha finalización		
Año:	Mes:	Día:	Año	Mes:	Día:
Número de repeticiones:		Número de semillas por repetición:		Número de días de evaluación:	
Repeticiones	Semillas				
	sanas	con patógenos	con insectos	total con daños	total
1					
2					
3					
4					
Total:					
Porcentaje (%):					
Calidad sanitaria (%):		Responsable:			

Fuente: Elaboración propia

¿Sabías que actualmente existen distintas metodologías para detectar patógenos y plagas que se transmiten en las semillas? Los métodos tradicionales se basan en la morfología y fisiología del patógeno (es decir en su forma y modo de acción), así como en los síntomas que se manifiestan en las plántulas.

Estos métodos incluyen el examen directo de muestras de semillas frescas y secas; exámenes con lupa, microscopio o estereoscopio; métodos de detección del patógeno y sus partes (como esporas, micelio, cuerpos fructíferos, hifas) o identificación de los síntomas característicos de la enfermedad causada por el patógeno.

Otros métodos incluyen procesos de incubación en los que la semilla se expone a condiciones de temperatura y humedad específicas en un laboratorio —durante un período de tiempo determinado— para facilitar el desarrollo de los síntomas que causa el patógeno en la semilla, siempre y cuando esté presente en esta (Mancini et al., 2016). También hay métodos de laboratorio sofisticados que determinan la genética del patógeno e identifican el organismo específicamente.



Recuerda que para tener semillas de excelente calidad y libres de enfermedades, patógenos y plagas, es importante que los BLS sigan las medidas especiales mencionadas previamente. Sin embargo, hay una medida adicional muy útil: la cuarentena. ¿Qué significa esto? Si una semilla parece tener alguna enfermedad, patógeno o plaga, debemos apartarla y mantenerla aislada. Esto evita que contamine las otras semillas del banco local. Es crucial tener en cuenta que esta semilla no debe ingresar al banco. Si lo hiciera, afectaría la calidad de todas las semillas que hemos almacenado y cuidado con tanto esmero.

**Así que, ¡mantén la cuarentena y asegúrate de tener semillas saludables en tu banco!**



Si el comité técnico o la comunidad tienen dudas acerca de los patógenos, plagas y enfermedades presentes en las semillas, es importante que en primer lugar se recurra y se consulte en las oficinas del ICA más cercanas. También se puede buscar la orientación de asistentes técnicos confiables y solicitar diagnósticos sobre las semillas a laboratorios agrícolas universitarios o a centros de investigación, incluyendo instituciones como AGROSAVIA, o incluso consultar en laboratorios privados.

## E. Tratamiento de las semillas. ¿Cuáles son las prácticas que podemos implementar?



Recuerda que el tratamiento de semillas es un proceso que se hace inmediatamente antes de las etapas de germinación y establecimiento del cultivo, cuando las semillas recién germinadas y las plántulas emergentes no tienen la capacidad de protegerse por sí mismas contra los patógenos y las plagas del suelo que atacan a temprana edad.

Los tratamientos de semilla controlan problemas sanitarios que se dan durante la germinación de la semilla, la emergencia de las plántulas y el establecimiento del cultivo. Como resultado de esta acción temprana en la temporada, las plantas tratadas tienen una ventaja sobre las plantas sin tratamiento, lo cual favorece su rendimiento, calidad y potencial de ganancia. Este tratamiento puede ser de tipo químico, es decir, con protectantes o insecticidas, o de tipo físico o biológico, ya sea con plantas repelentes de insectos, bioproductos, bioestimulantes o extractos (figura 36).

Es importante recordar que las semillas almacenadas en los BLS deben conservarse en el banco sin tratamientos, es decir, no se les debe aplicar productos de cualquier tipo, ya que así se evita la pérdida de vigor, de calidad y de viabilidad por efecto directo de estos productos. El tratamiento de las semillas debe aplicarse entre el día de siembra y dos días antes de esta. Siempre consulte con un técnico agrícola para obtener recomendaciones de tratamientos específicas para su semilla. Igualmente, siga las instrucciones de la etiqueta del producto, emplee productos registrados ante el ICA y use los elementos de protección personal (EPP) durante la aplicación.

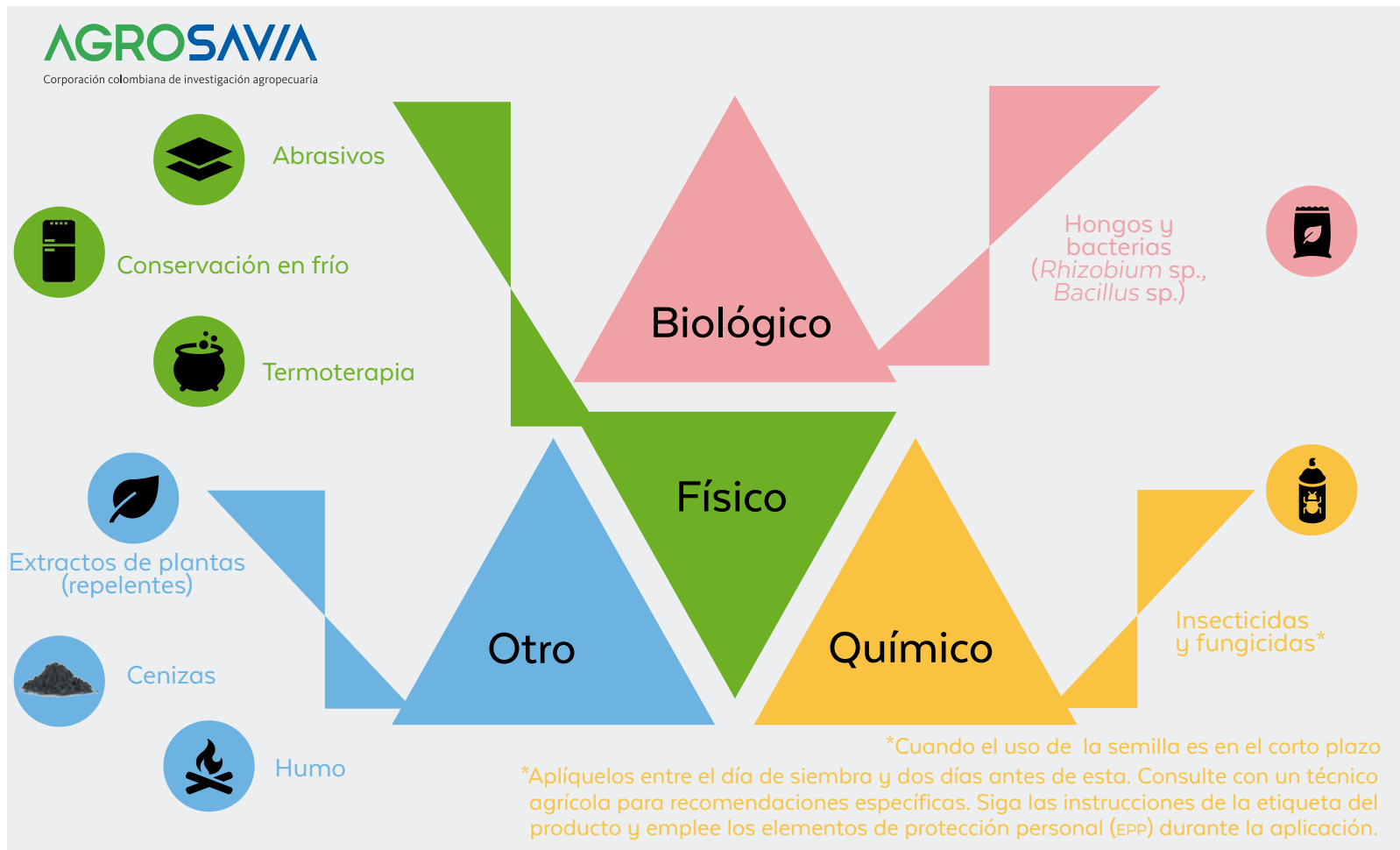


Figura 36. Tipos de tratamientos para proteger la semilla.

Fuente: Elaboración propia

## F. Empaque, rotulado y almacenamiento de la semilla en el banco



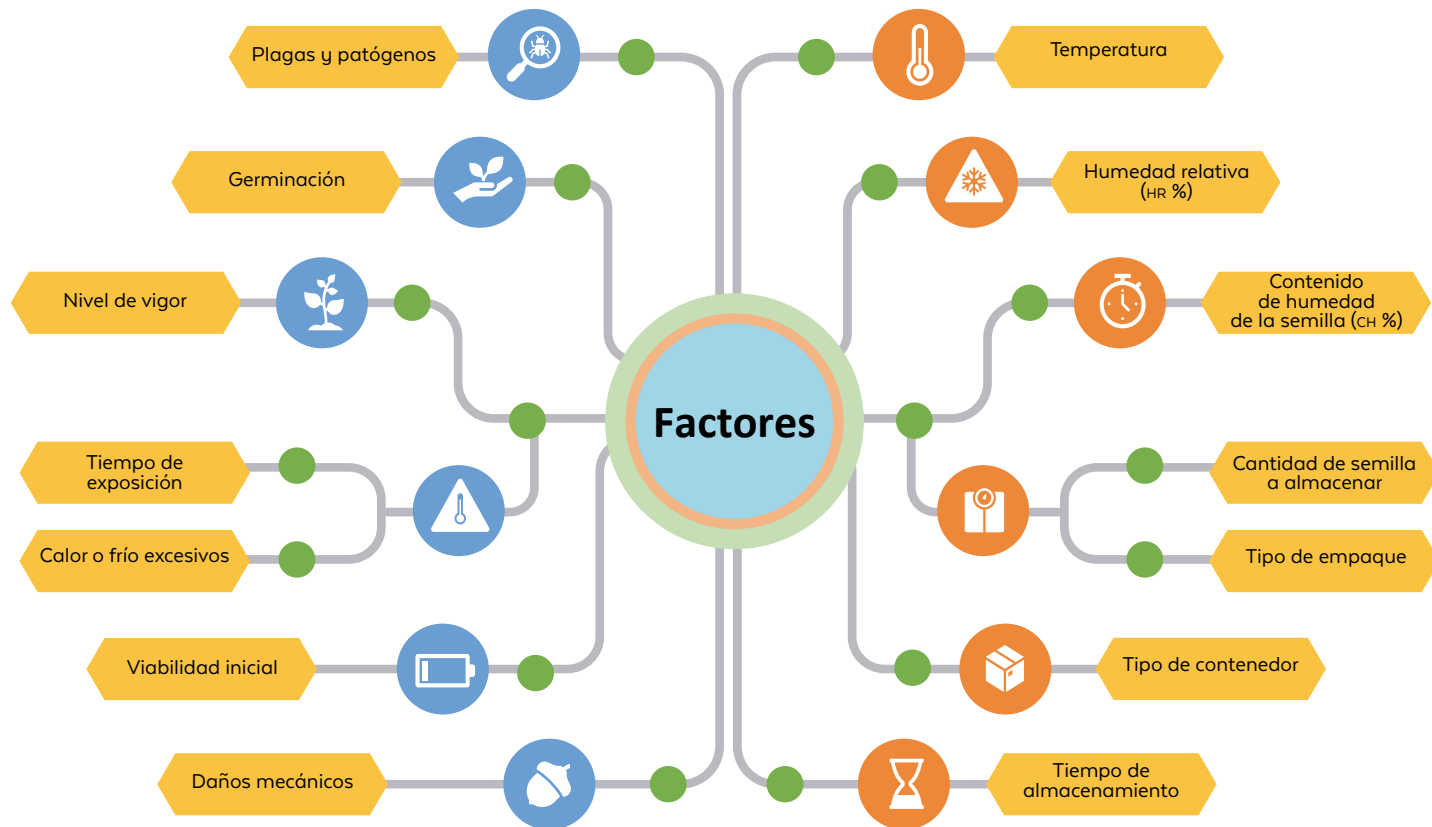
Recuerda que el empaque, el rotulado y el almacenamiento de las semillas son fases muy importantes después de la cosecha. Durante esta etapa, se ponen las semillas en condiciones especiales para protegerlas y mantener su calidad durante un tiempo determinado.

Igualmente, es primordial el rotulado que se le hace a la semilla una vez ingresa al BLS, el cual forma parte del registro único que todo material del banco debe tener. Este rotulado permite identificar datos fundamentales de la semilla, como fecha de entrada al banco, especie y tipo de semilla, condiciones de calidad de la semilla, lugar de recolección, temperatura, HR y CH de la semilla durante su almacenamiento, entre otros. Con esta información, el comité técnico podrá tomar decisiones relacionadas con el tiempo óptimo y máximo de almacenamiento y las fechas de descarte o de refrescamiento de cada tipo de semilla en el banco.

Un buen almacenamiento es fundamental en cualquier BLS. Esto asegura que los asociados del banco tengan acceso a la semilla de calidad, quienes la emplearán en sus futuras siembras y ciclos de cultivo.

Existen muchos factores (figura 37) que condicionan la calidad de la semilla durante su almacenamiento, entre estos se destacan:

- La calidad inicial de la semilla (recuerde que una semilla de mala calidad jamás mejorará).
- La presencia de plagas, enfermedades y patógenos.
- Su vigor.
- La duración del almacenamiento.
- La manipulación de la semilla en los procesos poscosecha.
- El calor o frío excesivos.
- La temperatura y la humedad relativa del lugar de almacenamiento.
- El contenido de humedad de la semilla (CH).
- La cantidad de semilla que se vaya a almacenar.
- El tiempo de empaque, el tipo de contenedor y las condiciones generales del almacenamiento.



**Figura 37.** Factores que condicionan la calidad de la semilla durante el almacenamiento.

Fuente: Elaboración propia

La semilla es un ser vivo, razón por la cual a medida que pasa el tiempo se va envejeciendo y deteriorando. Inicialmente, pierde su vigor, posteriormente, su capacidad de germinación y, finalmente, su viabilidad. Las condiciones de almacenamiento que reducen el deterioro de las semillas son aquellas que ralentizan la respiración y otros procesos metabólicos sin dañar el embrión (Davies et al., 2017).

Las condiciones más importantes que deben controlarse para garantizar un almacenamiento idóneo y así minimizar el proceso de deterioro de la semilla en poscosecha son:

1. **Contenido de humedad de la semilla (CH):** también se le llama “humedad de equilibrio de la semilla”. Es la humedad final de la semilla en un ambiente específico y por un periodo determinado (anexo 2). A su vez, este condiciona diferentes procesos biológicos de la semilla y de los patógenos y plagas que pueden afectar su calidad.

En un contenido de humedad de la semilla entre el 8% y 9% los insectos son activos, entre el 12% y 14% los hongos son activos, entre el 18% y 20% se activan los procesos de respiración de la semilla y entre el 40% y 60% se da la germinación de la semilla (tabla 7).



Es muy importante recordar que los valores de estas tablas son de referencia y pueden variar de acuerdo con la ubicación del banco, la especie agrícola y las condiciones ambientales de la zona. Es necesario integrar y analizar en conjunto los valores de la humedad relativa (HR), el contenido de humedad de la semilla (CH) y temperatura ambiental, así como las temperaturas máximas y mínimas.

**Tabla 7. Contenido de humedad máxima para semillas de distintas especies**

Cereales	Contenido de humedad máxima* (%)	Leguminosas e industriales	Contenido de humedad (%)
Maíz	12	Frijol	9
Millo	12	Soya	9
Arroz	13	Algodón	10
Sorgo	12	Girasol	10
Trigo	13	Frijol caupí	9

\*Valores recomendados para un almacenamiento seguro y buena germinación. Los valores pueden variar de acuerdo con el tipo de cultivo y con las condiciones locales, en particular con la temperatura y humedad relativa. Deben aplicarse pruebas de estandarización locales.

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2010, 2019b)

No todas las semillas toleran un bajo contenido de humedad. Por ejemplo, las semillas ortodoxas pueden secarse hasta un contenido de humedad del 4 % al 6 % sin que pierdan su viabilidad. Por su parte, las semillas recalcitrantes son altamente sensibles al secado y, por lo tanto, deben tener un secado ligero para evitar la pérdida de su viabilidad. De esta forma, los contenidos apropiados de humedad de la semilla dependerán también del tipo de semilla y de la especie. De manera informativa, la tabla 8 indica los tiempos de almacenamiento para granos (no semilla) bajo distintos contenidos de humedad.

**Tabla 8.** Tiempos de almacenamiento sugeridos para granos de distintas especies bajo distintos contenidos de humedad en el Medio Oeste estadounidense

Cultivo	Tiempo de almacenamiento		
	Hasta 6 meses	6 a 12 meses	Mayor a 12 meses
	Valores del contenido de humedad (%)		
Avena y cebada	14	13	13
Sorgo y maíz	15	14	13
Soya	13	12	11
Frijoles	16	14	13
Trigo (incluido "durum")	14	13	13

**Nota:** El contenido de humedad del grano está expresado en porcentaje y los valores de humedad son para granos de buena calidad que están aireados y a temperatura controlada.

**Fuente:** Elaboración propia con base en Hagstrum et al. (2012)

**2. Humedad relativa (HR):** en palabras simples, es una medida para saber qué tan seco o húmedo está el aire. Técnicamente, se refiere a la relación entre la cantidad de vapor de agua y la cantidad de saturación. Los niveles de contenido de humedad de la semilla están en equilibrio con la humedad relativa (tabla 9). El nivel de humedad es más alto si se reduce la temperatura, además es mayor en la noche que en el día. También varía en función de la época (de lluvias o seca). Por ejemplo, la HR es mayor en época de lluvias y en las costas se mantiene alta de manera constante. La pérdida de viabilidad de la semilla se da cuando la humedad relativa se acerca al 80 % a temperaturas entre 25 °C y 30 °C (Davies et al., 2017).



**Tabla 9.** Contenido de humedad aproximado absorbido en semillas de cereales en equilibrio a 25 °C para ambientes con diferentes humedades relativas

Cereal	Humedad Relativa (%)						
	15	30	45	60	75	90	100
	<i>Contenido de humedad base expresado en porcentaje</i>						
Cebada	6,0	8,4	10,0	12,1	14,4	19,5	26,8
Maíz	6,6	8,4	10,4	12,9	14,7	18,9	24,6
Avena	5,7	8,0	9,6	11,8	13,8	18,5	24,1
Arroz	5,9	8,6	10,7	12,8	14,6	18,4	-
Sorgo	6,4	8,6	10,5	12,0	15,2	18,8	21,9
Trigo	6,6	8,5	10,0	11,5	14,1	19,3	26,6

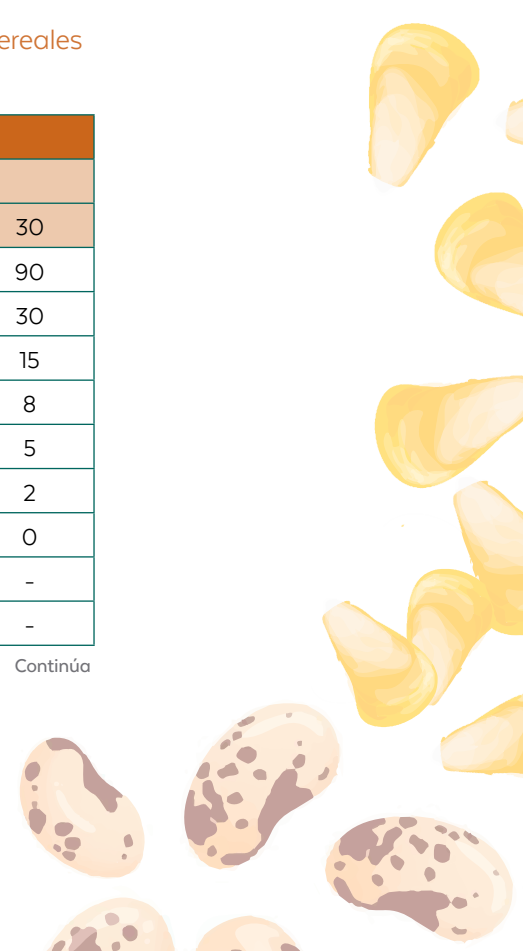
Fuente: Elaboración propia con base en Douglas (1975) y FAO (2019b)

**3. Temperatura:** las bajas temperaturas disminuyen la actividad de los microorganismos y las enzimas que deterioran las semillas, además, reducen la tasa de respiración de la semilla y minimizan las fluctuaciones de humedad entre la semilla y el medio ambiente. Una baja temperatura prolonga la vida útil de las semillas y, en general, puede compensar el efecto adverso de un alto contenido de humedad (Davies et al., 2017) (tabla 10).

**Tabla 10.** Duración del almacenamiento recomendado para granos de cereales en función de la temperatura y el contenido de humedad del grano

Contenido de Humedad (%)	Duración del almacenamiento (en días)					
	Temperatura (°C)					
	5	10	15	20	25	30
13	-	-	-	180	115	90
14	-	-	160	100	50	30
15	-	-	100	50	30	15
16	-	130	50	30	20	8
17	-	65	35	22	12	5
18	130	40	25	17	8	2
19	70	30	17	12	5	0
20	45	22	15	8	-	-
21	30	17	11	7	-	-

Continúa



Continúa tabla 10

Contenido de Humedad (%)	Duración del almacenamiento (en días)					
	Temperatura (°C)					
	5	10	15	20	25	30
22	23	13	8	6	-	-
23	17	10	7	5	-	-
24	13	8	6	4	-	-
25	10	3	4	3	-	-

Fuente: Elaboración propia con base en De Lucia & Assennato (1993)

Las temperaturas bajo cero, de hasta  $-18^{\circ}\text{C}$ , mantendrán por más tiempo la vida útil de la mayoría de los tipos de semillas. Estas temperaturas, a su vez, tienen diferentes efectos en los insectos plaga (tabla 11). El almacenamiento refrigerado debe combinarse deshumidificando o sellando las semillas secas en recipientes a prueba de humedad. La humedad de la semilla debe ser baja y las tasas de enfriamiento y calentamiento graduales.

**Tabla 11.** Respuesta de los insectos plaga a la temperatura en granos almacenados

Zona	Rango de temperatura (°C)	Efecto
<b>Letal</b>	62 o más	Muerte en menos de 1 minuto
	50 a 62	Muerte en menos de 1 hora
	45 a 50	Muerte en menos de 1 día
	35 a 42	Poblaciones mueren. Insectos móviles buscan ambientes más frescos
<b>Subóptima</b>	35	Temperatura máxima para la reproducción
	33 a 35	Incremento lento de la población
<b>Óptima</b>	25 a 32	Máxima tasa de incremento de la población
<b>Subóptima</b>	13 a 24	Crecimiento lento de la población
<b>Letal</b>	5 a 13	Lentamente letal
	3 a 5	Cesa el movimiento
	0 a -10	Muerte en semanas o meses si están aclimatados
	-15 a -25	Muerte en menos de 1 hora

Fuente: Hagstrum et al. (2012)

A pesar de que las condiciones óptimas para el almacenamiento de las semillas suelen ser bajos contenidos de humedad de la semilla y bajas temperatura y humedad relativa, no siempre es posible mantener estas condiciones por razones económicas o de infraestructura. Por eso, existen distintos tipos de almacenamiento de semilla según la infraestructura y los controles requeridos:

1. **Almacenamiento abierto sin control de temperatura o humedad:** es uno de los más frecuentes y se utiliza para almacenar la semilla destinada al siguiente ciclo de cultivo. Bajo estas condiciones, el tiempo adecuado de almacenamiento de la semilla depende de los factores climáticos de la zona, de las condiciones naturales de humedad relativa y de la temperatura del lugar de almacenamiento. De esta forma, las condiciones más limitantes estarán en regiones con climas cálidos y húmedos y las mejores condiciones de almacenamiento en regiones frías y secas (Davies et al., 2017). Otro problema que se presenta en este sistema es que plagas y patógenos acceden fácilmente a la semilla y su prevención y control son muy difíciles de lograr (anexo 3).

A pesar de que en este tipo de almacenamiento no existen controles de temperatura y humedad, es necesario que la infraestructura cumpla al menos con las siguientes condiciones: protección contra la humedad y el agua mediante techos adecuados y pisos elevados; prevención de la mezcla entre semillas de diferentes especies; evitar la exposición a herbicidas; resguardar contra roedores, insectos, hongos, luz solar y fuego; además, se debe implementar la aplicación de tratamientos de fumigación con insecticidas para controlar posibles infestaciones de insectos.

2. **Almacenamiento en contenedores sellados con o sin control de temperatura:** se refiere al almacenamiento de semillas en recipientes herméticamente sellados y resistentes a la humedad. Las semillas en contenedores sellados son más susceptibles al exceso de humedad en comparación con semillas sometidas a las fluctuaciones de la humedad durante el almacenamiento al aire libre. Los recipientes son variados y difieren en tipos de materiales, durabilidad, resistencia, costo, capacidad de protección contra roedores e insectos, así como en su capacidad de retención o transmisión de humedad (Davies et al., 2017).



Algunos contenedores que ofrecen una resistencia completa a la transmisión de humedad incluyen las latas de estaño o aluminio (si están selladas correctamente), los frascos de vidrio con cierre hermético y las bolsas de aluminio. Otros recipientes, que son igualmente deseables, para su uso en BLS son los fabricados con polietileno (de tres milésimas de pulgada de grosor o más) y diversos tipos de bolsas de papel laminado con aluminio (como las bolsas de papel trilaminado).

Otros menos efectivos —es decir, que son más permeables a la humedad— son las bolsas de papel laminado de asfalto y polietileno, y las latas de hojalata con tapa de fricción. Finalmente, aquellos que no protegen contra los cambios de humedad son las bolsas de papel y de tela (anexo 4).

La semilla, a su vez, puede ser resguardada contra la absorción de humedad mediante un desecante, como el gel de sílice (comúnmente llamado silicagel) tratado con cloruro de cobalto, en una proporción de una parte de desecante por diez partes de semilla en peso. El gel de sílice tiene la capacidad de absorber agua hasta un 40% de su peso. El cloruro de cobalto cambia de color azul a rosa al alcanzar el 45% de humedad relativa, lo que lo convierte en un indicador útil de exceso de humedad. Sin embargo, es importante evitar el almacenamiento de las semillas en contacto directo con el desecante.

- 3. Almacenamiento acondicionado con control de temperatura y humedad:** hace referencia a la utilización de instalaciones que cuenten con sistemas de deshumidificación o refrigeración destinados a disminuir la temperatura y la humedad relativa en el área de almacenamiento (anexo 5). En este tipo de almacenamiento, la refrigeración debe complementarse con deshumidificación o con contenedores sellados y resistentes a la humedad. Este enfoque de almacenamiento es altamente recomendable, aunque puede resultar costoso. Sin embargo, la inversión se justifica cuando deben almacenarse semillas de alto valor comercial, aquellas destinadas a investigaciones y a las reservas de procesos de mejora genética y germoplasma. También es apropiado en situaciones en las que se necesite guardar semillas ortodoxas en regiones tropicales húmedas o cuando existe incertidumbre en torno a futuras cosechas de semillas o a la siembra del siguiente ciclo de cultivo (Davies et al., 2017).



Las características fundamentales de la estructura y las condiciones de este tipo de almacenamiento incluyen una humedad relativa que oscila entre el 25 % y el 50 %, junto con temperaturas comprendidas entre 1 °C y 10 °C, y un contenido de humedad en las semillas que varía entre el 3 % y el 8 % (en contenedores sellados). La reducción de la humedad en la zona de almacenamiento se consigue mediante una ventilación continua, que protege contra niveles elevados de humedad. Además, se emplean equipos deshumidificadores y desecantes, como los geles de sílice y soluciones salinas saturadas.



Es importante que la junta directiva y el comité técnico del BLS implementen normas y procedimientos técnicos para el monitoreo de las condiciones de almacenamiento y de la semilla almacenada. Este monitoreo debe estar a cargo del comité técnico.

Sugerimos, como mínimo, dos verificaciones diarias (en la mañana y en la tarde) de las condiciones de humedad relativa y temperatura de almacenamiento (tabla 12). Para esto se pueden instalar equipos como termohigrómetros (medidores de temperatura y humedad relativa) o termómetros de máximas y mínimas en los sitios de almacenamiento. Asimismo, es necesario verificar la calidad de la semilla almacenada (contenido de humedad de la semilla, calidad sanitaria y fisiológica) al menos cada dos meses en temporada seca y mensualmente en temporada de lluvias (figura 38).

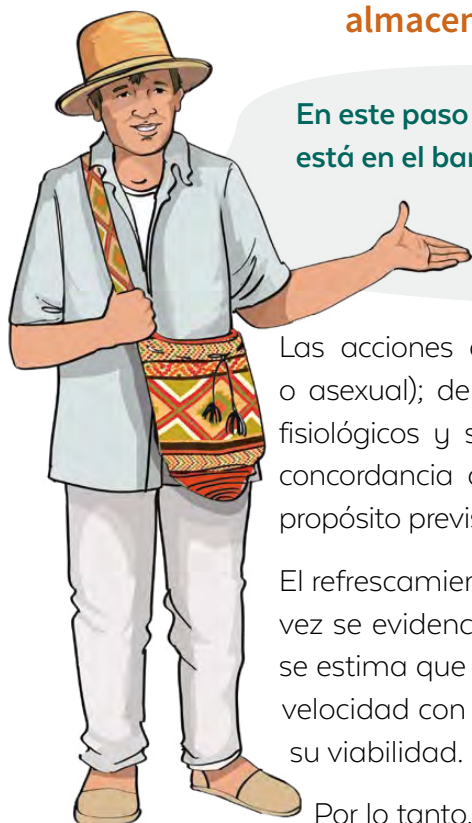


Figura 38. Consideraciones necesarias para el empaque, rotulado y almacenamiento de semillas.

Fuente: Elaboración propia



## G. El refrescamiento o regeneración de la semilla almacenada en el BLS



**En este paso nos referimos a la renovación de la semilla que está en el banco y que ha perdido su viabilidad, su capacidad de germinar o que lleva mucho tiempo en el banco y necesita ser reemplazada.**

Las acciones de renovación dependerán del tipo de semilla (sexual o asexual); de los criterios de calidad de la semilla (genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios); del período de almacenamiento previsto en concordancia con las condiciones de almacenamiento, así como del propósito previsto para la semilla (Patiño et al. 2022).

El refrescamiento de la semilla que está en el banco debe iniciarse una vez se evidencie pérdida de la calidad fisiológica o sanitaria. Por esto, se estima que la frecuencia para el refrescamiento es proporcional a la velocidad con la que se deteriora la semilla, es decir, con la que pierde su viabilidad.

Por lo tanto, es esencial considerar las siguientes variables: las condiciones de almacenamiento en el banco de semillas, la calidad inicial de la semilla y las condiciones de almacenamiento durante los últimos meses. Esto permitirá identificar la posible ocurrencia de problemas, prácticas deficientes, fluctuaciones extremas de temperatura (tanto altas como bajas), humedades relativas fuera de los límites, presencia de plagas y patógenos o la disponibilidad limitada de semillas en los inventarios. El proceso de refrescamiento se realiza principalmente con el propósito de incrementar la cantidad de semillas y asegurar que el material (las semillas) se mantenga con una viabilidad óptima (Juárez et al., 2013).

Durante el proceso de refrescamiento en el campo (que implica la siembra de semillas para obtener nuevas), es esencial que todo el procedimiento sea realizado por personal capacitado (como el comité técnico). Esto se hace con el propósito de reducir los posibles riesgos, tales como la mezcla de materiales, contaminaciones con otros elementos, cuestiones sanitarias y dificultades en el crecimiento del cultivo (figura 39).

Este proceso varía dependiendo de cada especie y se hace en función de su forma de reproducción (por ejemplo, polinización cruzada o autopolinización). Es primordial asegurar el control de la polinización, para lo cual existen diferentes métodos. La elección del método se tomará de acuerdo con las condiciones específicas de cada comunidad, el tamaño del lote que se va a utilizar, la disponibilidad del personal calificado, los cuidados agronómicos necesarios, la disponibilidad de insumos y los costos de ejecución.

Además, el área destinada al proceso de refrescamiento debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Debe tener condiciones agroclimáticas similares a las del lugar de origen de la semilla.
2. Su historial sanitario debe ser óptimo (sin plagas o patógenos en el pasado).
3. Ausencia de plagas y patógenos.
4. La semilla debe sembrarse en el momento óptimo.
5. Deben emplearse densidades de siembra adecuadas.
6. Es fundamental contar con un manejo agronómico eficiente.
7. Se deben monitorear constantemente las plagas y patógenos.
8. Se debe usar un método de polinización apropiado.

En el caso específico del maíz, se sugieren diversas técnicas de polinización, como la polinización en lotes aislados, la polinización planta a planta y la polinización en cadena, entre otras recomendaciones.





**Figura 39.** Recomendaciones generales para el refrescamiento de semilla en un BLS.

Fuente: Elaboración propia