

Aspectos básicos para la conservación de semillas de calidad

Zulay Flores^{1*}
Laura Aponte²
Nelly López¹
Olmays Pérez¹
Josnelly García²

¹INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
²CONASEM. Comisión Nacional de Semillas.
*Correo electrónico: zulayflores@yahoo.com.

La semilla de calidad es uno de los factores implícitos y no sustituibles en la cadena de producción de cualquier cultivo agrícola. La semilla se considera el insumo más importante en la red agroproductiva de un cultivo que se multiplique, tanto por vía de semilla sexual como asexual, por ende, su producción y conservación deben cumplir con una serie de normas y procedimientos técnicos que garanticen su calidad y presencia en los campos de nuestros agricultores.

Cada cultivo tiene particularidades de tecnologías de producción, procesamiento y almacenamiento de semillas, por ello, es importante conocer algunos factores básicos del manejo post cosecha durante su acondicionamiento y de algunos procedimientos de controles oficiales de calidad, exigidos por el Estado venezolano para la comercialización de semillas en el país. El conocimiento de éstas tecnologías favorece la oferta de semilla de alta calidad y contribuye con el fortalecimiento de nuestra seguridad y soberanía agroalimentaria (Ley Orgánica de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria, 2008).

Aspectos a considerar para la preservación de semilla

El manejo agronómico de un cultivo con fines de obtención de semillas, está sujeto a la correcta aplicación de adecuadas tecnologías de producción, que tomen en cuenta cultivares adaptados, zonas y época de siembra, suministro de insumos, prácticas especiales de coincidencia de floración en caso de híbridos, eliminación a tiempo de contaminantes, cosecha oportuna, entre otros.

El manejo postcosecha de semillas se inicia, desde el momento que se separa de la planta el fruto maduro y en el cual se encuentra la semilla formada y fisiológicamente madura, apta para su supervivencia y multiplicación; en ésta etapa la semilla posee

inmersa su calidad fisiológica y es responsabilidad del hombre la preservación de su calidad. El manejo postcosecha de semillas sexuales involucra varias actividades en común sin distinción del rubro, tales como pre selección, pre limpieza, limpieza, secado, procesamiento, tratamiento, envasado y almacenamiento, entre otros.

Cada una de estas actividades implica un conjunto de tecnologías que deben aplicarse teniendo en cuenta la viabilidad de la semilla, sus propiedades químicas metabólicamente activas y su vulnerabilidad a condiciones climáticas, por ende, deben envasarse y colocarse en ambientes apropiados, que permitan detener o disminuir su deterioro y finalmente cumplan con los requisitos exigidos por el Estado para su comercialización en el país. A continuación algunos factores importantes en el manejo post cosecha de semillas:

- **Procesamiento:** durante el procesamiento de un lote de semillas, se logran alcanzar niveles exigidos de calidad física (humedad y pureza) y con la aplicación de tratamientos de protección al momento del envasado, se puede conseguir el mantenimiento de la calidad sanitaria. El procesamiento comprende selección, secado, desgrane (mazorcas en maíz, trilla en leguminosas), pre limpieza, limpieza, clasificación (tamaño y forma), tratamiento y envasado. A cada cultivo en particular se aplican líneas determinadas de mejoras de calidad, lo que implica conocer los riesgos, umbrales y procesos hasta los cuales se debe someter la semilla. Los cultivos cereales entre si poseen líneas diferentes de procesamiento, así como también las leguminosas y oleaginosas.
- **Secado:** esta actividad forma parte del procesamiento y es necesario comprender su importancia para lograr el éxito durante el período de almacenamiento. El secado es una actividad vital para la sobrevivencia de la semilla. Un lote de

semilla recién cosechado generalmente posee alto contenido de humedad, es muy vulnerable a plagas, microorganismos y cambios por factores ambientales, por lo que debe someterse de inmediato al proceso controlado de pérdida de humedad. El principio del secado consiste en bajar el contenido de humedad de la semilla recién cosechada, hasta niveles viables que se pueda conservar su calidad integral, disminuir sus procesos metabólicos, tasa de respiración, contribuir a mantener la calidad fisiológica en cuanto a viabilidad, vigor, germinación y prolongar su longevidad durante el almacenamiento.

El proceso de secado requiere de experticia y control por parte del operador, quien debe seleccionar el método de secado (natural o artificial) más conveniente, tomando en cuenta el cultivo, volumen de semilla, humedad de cosecha (humedad inicial) y humedad ambiental. Cuando se manejan altos volúmenes de semilla, es necesario prever su alta tasa de respiración, ya que, trae consigo incremento en la temperatura interna del lote, lo que podría ocasionar disminución en la viabilidad de la semilla (temperaturas por encima de 35°C son letales al embrión), razón por la cual se debe iniciar de inmediato el proceso controlado de secado.

Cuando el cultivo presente humedad inicial por encima de 25%, la semilla debe colocarse en ambientes aireados con temperaturas de secado casi naturales, tratando siempre de lograr circulación eficiente del aire de secado y así bajar rápidamente el contenido de humedad inicial, sin embargo, a medida que avanza la disminución del contenido de humedad, el secado interno de la semilla se hace más lento y requiere aumentos controlados de la temperatura de secado. En la Foto 1 a, b y c, se observa infraestructura y procesos controlados de secado artificial de semilla.

- **Lotificación:** una vez culminado el procesamiento, se procede a conformar, ordenar e identificar el lote de semillas. Es importante mantener la uniformidad del lote, tomando en cuenta el código (identificación de la empresa, número y dimensiones), cultivar, categoría, procedencia, agricultor, tratamiento, entre otros, hasta un tamaño máximo que surge del peso y número de envases (Foto 2a). La ruma debe conformarse encima de estibas (no directamente sobre el piso del lugar de almacenamiento) y los envases

deben arreglarse alternando su posición, de tal manera que los envases de abajo sujeten el peso de los de arriba, sin que ocurra deslizamiento ni apertura de envases (Foto 2b).



Foto 1. Secado artificial de semilla de maíz en mazorca: **a)** Cuartos de secado, **b)** Maíz dirigido hacia cuartos de secado y **c)** Maíz envasado listo para lotificar.



Foto 2. Lotificación de semilla de maíz. **a)** Ruma de semilla de maíz sobre estiba y **b)** Lote de semilla de maíz conformado en varias estibas.

En Venezuela, el peso máximo del lote se rige según el rubro, por las Normas Internacionales de Análisis de semillas ISTA (International Seed Testing Association, 2013).

- **Almacenamiento:** tiene como objetivo preservar la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla a través de ambientes controlados, acordes al tipo de semilla (cereales, oleaginosas, hortalizas, forrajeras, entre otras), envase y período de almacenamiento, sin embargo, hay que destacar que la calidad fisiológica (vigor, viabilidad y germinación), solo puede preservarse con el almacenamiento controlado. Semillas en estado de latencia bajo condiciones de almacenamiento, podrían presentar variaciones en la germinación.

Una vez realizada la lotificación y para lograr equilibrio entre la semilla ya sometida al pro-

ceso de secado y el ambiente, los lotes deben protegerse en cavas de almacenamiento (Foto 3a) con controles de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa (%), acondicionadas en su interior con recubrimiento aislante de calor en paredes y techo (Foto 3b), que garanticen la calidad integral (con énfasis en la preservación de vigor y viabilidad) de los inventarios de semilla, desde el inicio del período de almacenamiento hasta su comercialización y época de siembra.

Dentro de la cava los envases no deben estar en contacto con el piso ni las paredes y para efecto de seguridad y movilidad interna, los lotes deben quedar con suficiente espacio entre ellos y acceso por sus cuatro caras, para garantizar el muestreo oficial del organismo certificador, así como también, el muestreo de monitoreo interno de calidad de la empresa productora o comerciante (Foto 3c).



Foto 3. Cava de almacenamiento de semillas. **a)** Fachada de entrada, **b)** Acondicionamiento interno de la cava y **c)** Lote de semilla de arroz almacenado.

Los pasos a seguir son los siguientes:

Controles oficiales de calidad

En Venezuela, las normas y procedimientos para la producción, certificación y comercialización de semillas nacional e importada, las rige el Estado a través de la Comisión Nacional de Semillas (CONASEM, antes SENASEM) adscrita al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), organismo perteneciente al Ministerio del Poder Popular para la Producción Agrícola (MPPAPT; Ley del Semillas, 2015).

A continuación algunos procedimientos básicos que deben cumplirse:

- Muestreo de semillas y entrega de muestras: es la acción realizada por personal autorizado por el ente certificador y con experticia del caso, quien debe estar provisto de muestreadores o caladores de acuerdo al tamaño del envase y fluidez de la semilla y de insumos de seguridad como guantes y mascarillas (Foto 4).

Procedimiento de muestreo: la empresa productora o comerciante debidamente registrado en la CONASEM, debe solicitar al ente certificador el muestreo de sus semillas, dicha solicitud debe estar acompañada de todos los datos de identificación de los lotes y del lugar donde se encuentran ubicados, seguidamente, el ente certificador dispone de su personal de zona para realizar el respectivo muestreo basado en las Normas Internacionales de Análisis de semillas ISTA (International Seed Testing Association, 2013). El número de submuestras a tomar depende del tamaño del lote (kilogramos), número de envases que componen el lote y peso exigido de la muestra (Cuadro; aproximadamente se muestrea el 20% del lote), las submuestras deben ser representativas y haber sido tomadas por los cuatro lados del lote (Foto 5 a y b).

Si con la toma de muestra los envases corren riesgo de derrame, debe colocársele un precinto de seguridad en el sitio exacto de la toma de muestra.

Es importante reforzar, que la muestra oficial debe ser representativa de todas las características del lote a certificar, dado que sobre ésta reducida cantidad de semillas (ejemplo: lote de 30.000 kilogramos de semilla puede generar una muestra oficial de 1 kilogramo, es decir 0,003% del lote), se efectúan

los diversos análisis que finalmente determinan la certificación de calidad.



Foto 4. Muestreador e insumos de seguridad.



Foto 5. Semilla de arroz en almacenamiento. a) Lote de semilla de arroz y b) Lote con señalización de toma de muestra.

Con el fin de conservar una muestra archivo (referencia) del lote por determinado tiempo, en Venezuela, los laboratorios oficiales de análisis de semillas exigen al ente certificador, muestras de mayor peso (aproximadamente el doble del peso mínimo exigido).

Cuadro. Peso del lote y de muestras de semillas en diversos cultivos.

Cultivo	Peso máximo del lote (kilogramos)	Peso mínimo de la muestra (gramos)
Arroz	30.000	700
Caraota y Frijol	30.000	1000
Maíz	40.000	1000
Sorgo	30.000	900
Soya	30.000	1000
Girasol	25.000	1000
Brachiaria brizantha	10.000	100
Brachiaria decumbens	10.000	100
Brachiaria humidicola	10.000	100
Brachiaria ruziziensis	20.000	150
Panicum máximum	10.000	20

Fuente: ISTA, 2013.

Identificación de muestras oficiales: durante el muestreo el técnico toma una serie de datos que son registrados en la tarjeta de muestreo, tales como, empresa productora, código de lote, cultivo, cultivar, categoría, procedencia, dimensiones, tamaño del lote, número de envases, tratamiento, otros, la cual debe adjuntarse a cada muestra antes de cerrarla. Las muestras deben acompañarse de una relación de muestreo autorizada por la empresa productora solicitante del servicio de certificación (Foto 6).

Entrega de muestras al laboratorio: en el menor tiempo posible el técnico autorizado entrega las muestras de semillas al laboratorio oficial, donde se reciben, registran y realizan los análisis de calidad.

- **Procedimiento post análisis:** el laboratorio remite los resultados a la CONASEM, cuyo personal evalúa si la muestra cumple o no con los requisitos mínimos de calidad, exigidos para la comercialización del lote de semillas en el país. Cuando la muestra aprueba los análisis de calidad física, fisiológica y sanitaria, el ente

certificador emite las Etiquetas Oficiales de Certificación (una etiqueta por cada envase del lote) con vigencia determinada según fecha de análisis, las cuales deben adherirse a cada envase de semilla hasta su comercialización. Este procedimiento se aplica tanto a semilla nacional como importada. La CONASEM a través de medios oficiales, notifica a la empresa productora o comerciante, los resultados de calidad de los lotes muestreados.

- **Exigencias de almacenamiento del ente certificador:** las condiciones tropicales en nuestro país determinan, que el ente certificador exija a las empresas productoras y comerciantes de semillas, ambientes de almacenamiento controlados, para resguardar la calidad integral de la semilla etiquetada hasta su época de comercialización, éstos ambientes deben ser secos, limpios, sin desechos y con controles de temperatura (1012°C) y humedad relativa (55-60%).



Foto 6. Muestras oficiales de semillas.

Controles de calidad de semilla sexual

Los controles de calidad se realizan en todas las etapas del proceso de producción de semilla (pre y postcosecha). Durante el manejo postcosecha, las empresas productoras y comerciantes de semillas, deben realizar monitoreo permanente de los diversos parámetros de calidad física, fisiológica y sanitaria, para constatar que en las diversas líneas del proceso de producción y almacenamiento, las semillas se encuentren en perfectas condiciones. Los análisis de calidad, la cantidad de semilla analizada, las definiciones de los componentes y el procedimiento a seguir, se rigen por las Normas

Internacionales de Análisis de semillas ISTA (International Seed Testing Association, 2013). Detalles a continuación:

- **Calidad física:** determinada por contenido de humedad y pureza.
 - **Contenido de humedad:** se establece por la relación existente entre la masa de agua contenida en la semilla con respecto a su masa de materia seca. Entre los métodos más utilizados se encuentran:
 - **Estufa:** se establece por la pérdida de peso de la semilla cuando se seca por tiempo determinado a alta (1, 2, 3, 4 horas a 130°C) o baja (17 horas a 103°C) temperatura constante, según el cultivo (Foto 7a). Por diferencia de peso húmedo y seco se calcula el porcentaje de humedad. Es un método directo y destructivo.
 - **Conductividad eléctrica:** se realiza mediante el uso de equipos que leen la conductividad eléctrica que genera un conjunto de semillas y haciendo uso de tablas preestablecidas de conversión y temperatura de corrección, se establece el contenido de humedad expresado en porcentaje. El Steinlite es uno de los métodos más utilizados en cereales y leguminosas; es rápido y no destructivo (Foto 7b).
 - **Pureza:** está representada por la semilla predominante de la muestra analizada. Su objetivo es identificar semillas de especies diferentes a la semilla objeto de estudio y verificar la naturaleza del material inerte. Con la ayuda de un Diaphanoscopio o mesa de pureza y lupa (Foto 8a), se procede a la separación de los componentes en la totalidad de la muestra o en dos submuestras. Los componentes a determinar son: semilla pura, otras semillas y materia inerte (Foto 8b). Los resultados se expresan en porcentaje. La cantidad de semilla analizada y los definiciones de sus componentes se rigen por las Normas Internacionales de Análisis de semillas ISTA (International Seed Testing Association, 2013).
- **Calidad fisiológica:** se refiere a los procesos y actividades propios de las células y tejidos vivos de la semilla. Se evalúa la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. Comprende ensayos de germinación, viabilidad y vigor.



Foto 7. Determinadores de contenido de humedad.
a) Estufa y b) Steinlite.

Germinación: tiene como objetivo determinar la germinación actual de una muestra de semilla, para comprobar el surgimiento y desarrollo de una plántula, hasta una etapa donde sus estructuras esenciales indiquen, si es o no capaz de continuar su desarrollo hasta una planta normal, bajo condiciones favorables en el campo. De la fracción de semilla pura de la muestra analizada, se extraen cuatro submuestras de 100 semillas, las cuales se colocan en sustrato preestablecido

y bajo condiciones controladas de humedad, luz, oxígeno y temperatura permanece hasta el final del ensayo. De acuerdo al cultivo, los sustratos utilizados en los ensayos de germinación son papel (Foto 9 a y b) y arena (Foto 9 c). Los componentes evaluados son plántulas normales, plántulas anormales, semillas multigerminada y semillas no germinadas (duras, frescas, muertas, otras categorías). Los resultados de germinación se expresan en porcentaje de plántulas normales. El tiempo del ensayo, tipos de sustratos, condiciones especiales y la caracterización de los componentes, se basan en Normas Internacionales de Análisis de semillas ISTA (ISTA, 2013).



Foto 8. Análisis de pureza. **a)** Diaphanoscopio y lupa y **b)** Muestra clasificada.



Foto 9. Ensayos de germinación. **a)** Maíz en cámara de germinación sustrato papel, **b)** Maíz en sustrato oficial método muñeca y **c)** Frijol en cámara de germinación sustrato arena.

Viabilidad con Tetrazolio: su objetivo es determinar el potencial de germinación de la semilla, es un ensayo bioquímico que permite evaluar directamente el embrión y conocer la cantidad de semillas vivas y muertas en el ensayo, por lo general se efectúa en semillas con latencia. Al igual que la prueba de germinación, se realiza con una fracción de semilla pura de la muestra de trabajo, es decir, 4 submuestras de 100 semillas o de semillas individuales que permanecen frescas o duras al final del ensayo de germinación. El principio del método se basa en procesos de óxido reducción, que ocurren durante la respiración de células vivas en embriones de semillas, sumergidas en una solución de Cloruro o Bromuro 2, 3, 5 Trifenil Tetrazolio (TTz) en concentración de 0,5% o 1%.

Para la realización de este análisis, la semilla debe previamente acondicionarse con humidificación o imbibición, durante un determinado número de horas, luego, según el cultivo a cada semilla se le practica un corte o punción, se sumergen en la solución de TTz y se guardan en oscuridad en espera de la tinción del embrión, durante un tiempo preestablecido, según la temperatura de ensayo. Foto 10 a, b, c, d y e.



Foto 10. Ensayo de Viabilidad con Tetrazolio.

a) Equipos e insumos, b) Semilla de caraota viable, c) Semilla caraota no viable, d) Semilla de maíz viable y e) Semilla de maíz no viable.

Para la evaluación se requiere destreza del analista, se evalúan las estructuras esenciales del embrión de la semilla y se clasifican según la tinción de colores rojos en semillas viables (rojo) y no viables (blanco), los resultados se expresan en porcentaje. El procedimiento se basa en Normas Internacionales

Análisis de semillas ISTA (ISTA, 2013). El análisis de viabilidad no es considerado como ensayo oficial para entrega de etiquetas de certificación.

- **Vigor:** es un importante componente de la calidad, por ser la manifestación de la germinación aún en condiciones extremas de temperatura y humedad relativa. Se relaciona con la fuerza y velocidad de germinación que presenta una semilla, capaz de conservarse en el tiempo a pesar de diferentes condiciones de almacenamiento. Considerando que el vigor disminuye a medida que el deterioro aumenta, las pruebas de vigor han sido designadas para evaluarse por medio de los efectos del deterioro, sobre el potencial germinativo de las semillas. Las pruebas de vigor pueden clasificarse en pruebas directas e indirectas, pruebas bioquímicas y fisiológicas, entre otras, sin embargo, las pruebas más ensayadas en los laboratorios de control de calidad de semillas son conductividad eléctrica, envejecimiento acelerado (soya), deterioro controlado (*Brassica* spp), emergencia de radícula (maíz).

- **Calidad sanitaria:** determina el estado sanitario de una muestra de semilla y en consecuencia del lote. Se evalúan organismos que afectan la calidad de la semilla desde etapas iniciales de desarrollo, floración y fructificación en campo, hasta etapas post cosecha de la semilla. Los organismos que afectan la calidad sanitaria de la semilla son: patógenos, insectos plagas y malezas.

Patógenos: se determina la presencia de patógenos asociados dentro o sobre la semilla, originando enfermedades en campo o almacenamiento y que posteriormente podrían transmitirse a través de este insumo (Bárbara Gutiérrez en Diplomado Sistemas Tropicales en Producción de Semillas, 2017).

Los grupos de patógenos más comunes son hongos, bacterias, virus, nematodos, cada

patógeno tiene sus especificidades de evaluación e identificación.

Insectos plagas: se refiere a la presencia de insectos plagas presentes en campos de semillas e insectos plagas que pueden desarrollarse durante la etapa de almacenamiento (insectos, aves y roedores).

Generalmente, causan daño irreversible a la semilla. También son vehículos de enfermedades.

Malezas: se refiere a la presencia de malezas en campos de semillas las cuales compiten con el cultivo por luz, agua, nutrientes y oxígeno; en algunos casos causan daño irreversible por cruzamiento con el cultivo (arroz rojo en arroz, jhonson y falso jhonson en sorgo). Son reservorios de plagas y patógenos. En las normas de certificación de semillas las malezas se clasifican en comunes, nocivas y prohibidas.

Controles de calidad de semilla asexual

La semilla asexual es aquella cuya multiplicación masiva se realiza a través de estacas o esquejes (yuca y caña de azúcar), tubérculos caulinarios (papa), hijuelos y cormos (plátanos y cambures), rizomas (jengibre), trozos de tallos o bejuco (batata), acodos (uva de playa), estolones (fresa), propagación por injertos (frutales). En la gran mayoría de los cultivos asexuales se aplican técnicas biotecnológicas para su limpieza sanitaria y masificación.

Esta semilla también debe cumplir con requisitos de calidad, sin embargo, dada su naturaleza agámica, los parámetros exigidos están básicamente relacionados con la calidad sanitaria. Así mismo, es importante mantener la hidratación de la semilla (órganos vegetales), lo que trae como consecuencia, que la mayoría de éstos cultivos tengan un período corto que puede oscilar entre 24 y 48 horas, para mantener su calidad integral desde cosecha, tratamiento, transporte hasta la siembra, sin embargo, hay excepciones como la semilla de papa, la cual debe permanecer a baja temperatura por un determinado período para su brotación (depende del piso altitudinal).

En Venezuela, la CONASEM tiene normas específicas de certificación en los cultivos de papa, musáceas y caña de azúcar, en el cultivo de papa se le hacen seguimientos y controles tanto a la semilla nacional como importada.

Consideraciones finales

La calidad de la semilla es responsabilidad de la empresa productora. Durante el manejo post cosecha la empresa debe adoptar tecnologías de secado, procesamiento y almacenamiento acordes al cultivo, que preserven la calidad integral y no arriesguen la viabilidad del lote de semilla. El muestreo oficial forma parte del proceso de certificación conducida por el estado venezolano, para verificar la calidad de la semilla nacional e importada que se comercializa en el país, en este sentido, la empresa productora o comerciante, debe solicitar a tiempo el muestreo al ente certificador y consignar todos los datos de identificación y zona de producción de los lotes en cuestión.

El ente certificador a través de personal calificado, realiza los procedimientos de inspección, muestreo y evaluación de resultados de análisis de calidad y emite o rechaza la certificación, según sea el caso de cumplimiento o no de las normativas vigentes establecidas para cada cultivo.

En el caso de cumplimiento de las normas de calidad se certifica a través de etiquetas impresas. Los inventarios de semillas deben preservarse en lotes debidamente codificados, etiquetados y conformados según el cultivo, categoría y período de almacenamiento, dispuestos en forma ordenada dentro de la cava para facilitar el muestreo oficial y estar disponibles en la época de comercialización.

Bibliografía consultada

- Delouche, J. S/A. Germinación, deterioro y vigor de semillas. Seed News Vol.6 N° 6. Disponible en: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed66/print_artigo66_esp.html. (28 agosto 2017).
- International Seed Testing Association (ISTA). 2013. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf, CH-Switzerland.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Servicio Nacional de Semilla (SENASEM). 2011. Normativas establecidas por el SENASEM para el almacenamiento y muestreo de semillas. Maracay, Venezuela.
- Gutiérrez, B. 2017. Conferencia Calidad sanitaria de la semilla. **En:** Diplomado en Sistemas Tropicales en Producción de Semillas. INIA ESAT.
- Ley de Semillas. 2015. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 6207, 28 Diciembre 2015. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 6207, 28 Diciembre 2015.
- Ley de Seguridad y Soberanía Agroalimentaria. 2008. Gaceta Oficial N° 5891, 31 Julio 2008.