ECHO® Buenas Prácticas

No. 5 Almacenamiento de Semillas en Los Trópicos

Semillas en almacenamiento. Foto por funcionarios de ECHO Asia.

INTRODUCCIÓN

Mucho del contenido a continuación está sacado de publicaciones previas de ECHO que están disponibles en www.ECHOcommunity.org. Referencias a estos documentos son abreviados como AN *(*Notas de Asia*),* EDN *(*Notas de Desarrollo de ECHO*), y* TN *(*Notas Técnicas*). Donde es posible, enlaces al sitio web actual (2016) son provistos para las referencias citadas.*

La necesidad para almacenamiento de semillas

La producción anual de granos, frijoles secos, y verduras, depende de un suministro confiable de semillas de calidad. Esto es cierto para un agricultor cultivando para alimentar a su familia y también para el trabajador en agricultura que evalúa y cultiva semillas de una especie o variedad nueva que podría mejorar vidas. En ambos casos, las semillas necesitan ser almacenadas durante el intervalo entre la cosecha de una generación y la plantación de la otra.

Enfocándose en las necesidades de los trabajadores de desarrollo de agricultura, podría haber múltiples razones para aprender sobre almacenamiento de semillas. Tal vez introducen semillas o cultivos prometedores al área del proyecto, pero no pueden plantar inmediatamente. Puede ser necesario almacenar semillas de variedades valerosas locales para pruebas de observación a futuro o en anticipación de un evento comunitario de intercambio de semillas. Técnicas apropiadas de almacenamiento de semillas pueden ser críticas para mantener no solo la viabilidad de las semillas sino también la credibilidad de los agentes de cambios en agricultura y el éxito al final de la introducción de una planta.

Desafíos en almacenamiento de semillas en los trópicos

Las semillas deterioran rápidamente en calor y humedad alta. Variaciones estacionales existen en regiones tropicales tanto secas como húmedas; sin embargo, los trópicos húmedos están especialmente dispuestos a los extremos de calor y humedad.

Al mismo tiempo, los recursos para crear las condiciones ideales de almacenamientos son limitados en muchas partes de los trópicos. La electricidad para secar semillas, enfriar el aire, y deshumidificar cuartos para almacenamiento puede ser ausente o errático. Este documento discute pasos y técnicas prácticos que se pueden usar para almacenar semillas en tales condiciones.

En Esta Nota:

Por funcionarios de ECHO

Publicado 2016

Introducción (p.1)

Principios (p.1)

Buenas Prácticas (p.3)

Referencias y Recursos (p.8)

Copyright © ECHO 2016. Todos los derechos reservados. Este documento podrá reproducirse para fines de capacitación si se distribuye en forma gratuita o al costo y se da crédito a ECHO. En caso de otros usos, contacte a echo@echonet.org para obtener el permiso escrito.

PRINCIPIOS

Estructura de semilla

Una semilla contiene el embrión de una planta viva, con reservas de alimentación compuestas de grasas y aceites, almidones, y/o proteínas (Fig. 1). Dependiendo del cultivo, estas reservas alimenticias se concentran en las estructuras del cotiledón (en el caso de leguminas/frijoles), o del endospermo (como en las gramíneas como el maíz).

Alrededor de las reservas de alimentación y el embrión de la planta es la cobertura de la semilla. Esta estructura es crítica para la longevidad de la semilla, como tiene función de intercambio de gas, afecta la tasa de absorción de humedad, y protege el embrión y reservas alimenticias del peligro de insectos y patógenas. Cuando se colecta y se almacena semillas, es importante evitar dañar a la cobertura de la semilla y al embrión adentro.

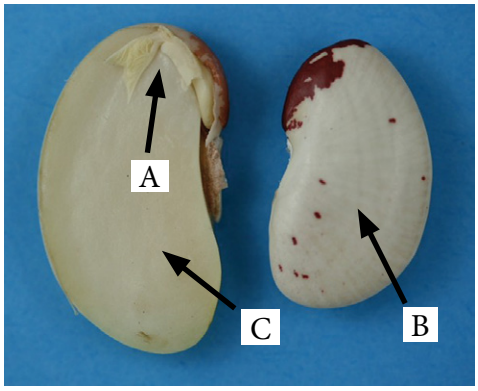


Figura 1. *Embrión de semilla (A) cobertura/testa (B), y reservas alimenticias/cotiledones (C) como se presentan en un frijol "lima" de siete años (*Phaseolus lunatus*). Fuente: Tim Motis.*

Duración de almacenamiento de semillas

El tiempo necesario para el almacenamiento de semillas dependerá de factores como la época de plantación y el tiempo que toma para adquirir nuevas semillas una vez se gastan las cantidades existentes. En general, la duración de almacenamiento de semillas entra en una de tres categorías (FAO 1985):

1) Hasta un año. Esto es apropiado cuando el suministro de semillas se renueva con ciclos consistentes de plantación y cosecha.

2) Uno a cinco años o más. Almacenamiento a largo plazo es necesario cuando semillas coleccionadas, por varias razones, no pueden ser plantadas durante la estación de cultivación subsecuente. Como hay variación en la viabilidad de semillas con especie de cultivo, incluso bajo condiciones ideales, no todas las semillas seguirán viables más de un año.

3) Más de 10 años. Este tipo de almacenamiento de semillas se usa para conservación a largo plazo de recursos genéticos, donde se mantienen las semillas en condiciones de baja humedad y temperaturas bajo cero. El equipo y las facilidades para este proceso son caros y fuera del rango de este documento.

Al final de cuentas, la mejor manera de preservar semillas y retener la biodiversidad es si la gente las planta y las cosecha regularmente. En la mayoría de proyectos de agricultura, las semillas continuamente se distribuyen/venden y se plantan. Un Centro de Recursos para Fincas Pequeñas puede desear proveer cantidades de muestra de semillas viables a los agricultores durante un periodo de varios años. En los bancos de semillas de ECHO, las semillas típicamente son almacenados de uno a cinco años, como las semillas constantemente se están distribuyendo a la gente que las utiliza. Consecuentemente, el material a continuación trata los métodos para almacenar semillas para hasta 10 años.

Factores que influyen en la vida de almacenamiento de una semilla

La tolerancia de baja humedad

Se refiere a las semillas como "ortodoxas" o "recalcitrantes" basado en su tolerancia a desecación. Semillas ortodoxas son aquellas que pueden ser secadas seguramente hasta un contenido bajo de humedad (por lo menos 5%) y se almacenan mejor en condiciones de baja humedad y temperatura. Granos de cereales y la mayoría de las verduras entran en esta categoría. La mayoría de las prácticas discutidas en este documento se tratan de semillas ortodoxas.

Semillas recalcitrantes son aquellas que se mueren si se secan y se almacenan mucho tiempo. Incluyen muchos de los cultivos de frutas como el mango (*Mangifera indica*), el aguacate/palta (*Persea americana*), y la jaca (*Artocarpus heterophyllus*).

Las semillas de algunas plantas son intermediarias en su comportamiento de almacenamiento de semillas. Esto significa que se pueden almacenar más tiempo que la mayoría de semillas recalcitrantes pero no tanto tiempo como las semillas ortodoxas verdaderas. La semilla de neem (*Azadirachta indica*) se puede almacenar hasta un mes, después

de éste tiempo el porcentaje de germinación cae rápidamente. Las semillas de carambola (*Averrhoa cambola*) y de papaya (*Carica papaya*) pueden ser almacenadas exitosamente bajo condiciones secas pero no congeladas.

La Genética

Algunos cultivos inherentemente viven más tiempo que otros. Semillas de cebolla (*Allium cepa*), por ejemplo, naturalmente tienen vida corta. La largura de vida esperada para varios vegetales se encuentra en un documento por Lindgren and Browning (2011).

Características de la cobertura de semilla

Coberturas duras y gruesas protegen el embrión, y ayudan a excluir humedad y oxígeno. Esto es cierto para muchas semillas en la familia de las leguminas. En contraste, semillas con coberturas delgadas están dispuestas a absorción rápida de humedad y daños a los tejidos.

Contenido de aceite

Aunque existen excepciones, semillas con bastante almidón duran más que semillas aceitosas como el maní (*Arachis hypogaea*). Las razones tienen que ver con los daños a las membranas celulares resultantes de la degradación de lípidos.

Condiciones apropiadas

El embrión adentro de la semilla está vivo y respira, utilizando oxígeno y soltando dióxido de carbono mientras las reservas alimenticias se conviertan en energía. Cuando se almacena semillas, la meta es retardar la tasa de respiración. Esto asegura que el embrión se mantiene vivo durante un periodo más largo de tiempo y que, cuando las semillas se sacan del almacén para plantarlas, sigue habiendo reservas de alimentos para apoyar el crecimiento rápido de la planta de semillero.

Los factores que afectan la respiración y metabolismo entero de las semillas incluyen niveles de oxígeno, temperatura del aire, y contenido de humedad de la semilla. Calor y humedad alto especialmente afectan la longevidad de las semillas, aumentando la respiración y causando putrefacción de semillas. Las semillas se mantienen mejor en condiciones frescas y secas con bajo nivel de oxigeno (*EDN* 86). Contenido bajo de oxigeno también se ha identificado con la reducción de radicales libres (moléculas inestables), las cuales dañan los tejidos vivos de las semillas.

PRÁCTICAS

Antes de colocar semillas en almacenamiento de largo plazo

Práctica: Controlar pestes y enfermedades en el campo antes de coleccionar semillas

Gorgojos de frijol (*Callosobruchus* spp.), gorgojos de judía (*Acanthoscelides obtectus*), barrenadores grandes de granos (*Prostephanus truncatus*), barrenadores menores de granos (*Rhiopertha dominica*), y gorgojos de granos (*Sitophilus* spp.) son ejemplos de insectos que son pestes para semillas almacenadas por lo que las larvas comen la parte interna. Enfermedades que afectan y se difunden en semillas incluyen antracnosis (*Colletotrichum* spp.), mancha de hojas y vainas (*Ascochyta phaseolorum*), marchitez fusarium (*Fusarium oxysporum*), virus mosaicos, y tizón bacteriano (*Xanthomonas* spp.) El Servicio En-Línea para Información sobre el Manejo Sin Químicos de Pestes en los Trópicos (OISAT) tiene fotos e información sobre un número de pestes y enfermedades.

Figura 2. *Caterpillar cavando la vainita de semillas de una legumina. Fuente: Funcionarios de ECHO.*

Las medidas de control deben empezar durante la época de germinación y crecimiento tempranero en el campo (Fig. 2) para minimizar el número de pestes y enfermedades en las áreas de cultivación y en semillas cosechadas. Un sitio web llamado Infonet-biovision contiene mucha información sobre el control de pestes y patógenas en el campo y en semillas almacenadas. Opciones de manejo de pestes que son conocidos en ECHO incluyen:

- Principios de MIP (Manejo Integrado de Pestes) para detección rápida de pestes y acción apropiada
- Un enfoque empujar-jalar, usando repelentes y cultivos como trampas para reducir pestes en el campo (ICIPE).
- Un calendario de actividades de trasplante para que la floración ocurra en la época seca. Esto reduce la exposición de semillas maduras a la humedad y presión de enfermedades.
- Remover plantas enfermas o enanas de parcelas de plantas antes de la formación de semillas.
- Remover malezas que atraen pestes específicas.
- Coleccionar semillas tan pronto maduran. Una cosecha hecha al momento de maturación minimiza la exposición de las semillas a pestes en el campo.
- Uso responsable de pesticidas, reconociendo temas de seguridad y la importancia de preservar insectos beneficiosos. Jabones insecticidas o espray botánico (por ej., neem o tephrosia [*Tephrosia vogelii*] se han usado con varios grados de éxito.

Práctica: Limpiar semillas cosechadas

Técnicas para limpiar semillas dependen del cultivo. Semillas de frutas carnudas están mojadas al momento de sacarlas de la fruta. Otras semillas están secas al momento de madurar, incluyendo muchos granos leguminosos como el cowpea (*Vigna unguiculata*) y frijol lablab (*Lablab purpureus*).

Limpieza de semillas mojadas

Para frutas carnudas, cortar la fruta madura y limpiar las semillas con agua o frotarlas suavemente contra una malla para remover la pulpa. La fermentación funciona bien para frutas donde la pulpa no se puede remover fácilmente de las semilla (por ej., tomates). Esto significa apretar las semillas – juntas con la pulpa – e un contenedor colocado en un lugar tibio (24 a 29˚C; 75 a 85˚F) (Fig. 3). Un hongo blanco se desarrolla que se encarga de deshacer el gel alrededor de las semillas. Después de uno a cuatro días, cuando el hongo haya cubierto la pulpa casi por completo, vaciar el contenido del contenedor en un colador o malla y lavar con agua. Las semillas limpias se pueden colocar en una toalla de papel o tela para secar. La fermentación reduce el riesgo de la trasmisión por semilla de enfermedades de plantas (Hopkins 1996; Lovic y Hopkins 2003) y funciona bien para limpiar semillas de tomate (*Lycopersion esculentum*), pepinos (*Cucumis sativis*), y maracuyá (*Passiflora edulis*). Otras semillas (por ej., papaya) con pulpa prendida deben ser sacadas con cuchara, mezcladas con arena, estrujadas, y lavadas con agua en un colador fino. La arena ralla la pulpa de las semillas y se la lleva con el agua, dejando las semillas en la malla.

Figura 3. *Fermentación de semillas de tomate. Fuente: Funcionarios de ECHO.*

Limpieza de semillas secas

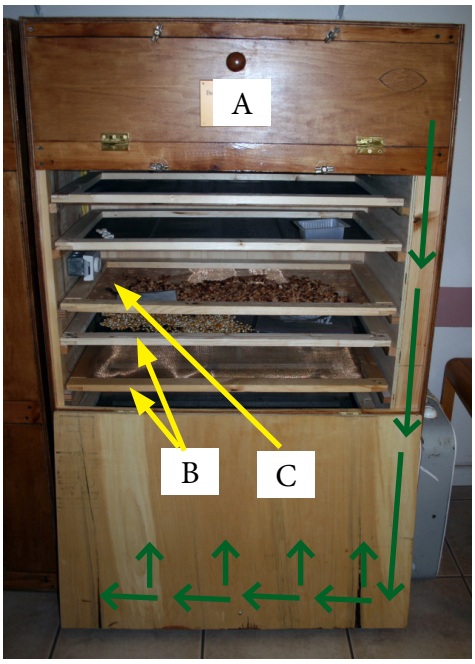
Después de cosechar semillas secas, asegurar de remover tierra, pedazos de plantas, y semillas de malezas. Granos de cereales y cultivos de frijoles se trillan o se pelan para separar núcleos de semillas de las cabezas, mazorcas, o vainitas. Ventear (usando el viento o un ventilador) o pasar por malla separando la semilla de basura no deseada. Si se llevan a cabo estas actividades a mano o con máquina, cuidar de no dañar la cobertura protectora de la semilla. Con hacer estas prácticas de limpieza, también se quitan muchos insectos.

Práctica: Secar semillas antes de almacenarlas

Semillas con contenido alto de humedad no quedan viables durante periodos largos de tiempo e incluso pueden germinar prematuramente o podrirse en almacenamiento. Consecuentemente, las semillas con alto contenido de humedad (por ej., más de 10%) necesitan ser secadas antes de almacenar. Esto podría ser verdad para semillas recién cosechadas que están maduras y que quedan húmedas por las condiciones húmedas en el campo.

La opción más sencilla es secar semillas naturalmente afuera. Funciona mejor para semillas que ya están casi secas. Semillas secadas afuera necesitan protección de animales y lluvia. Si lluvia o humedad es problemática, y

está disponible electricidad, las semillas también pueden ser secadas artificialmente en estantes en un cabinete o cuarto con control de temperatura (Fig. 4).



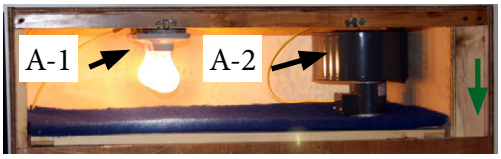


Figura 4. *Cabinete para secado de semillas en ECHO. La cámara superior (A) contiene la fuente de calor (A-1; focos incandescentes) y un ventilador (A-2). El aire entra de la cámara superior (entrada no mostrada) y se dirige por el ventilador, como indican las flechas verdes, a un canal al lado derecho del cabinete que abre hacia abajo para permitir circulación de aire alrededor y a través de los estantes de malla (B). Un termostato opcional (C) enciende y apaga la fuente de calor como necesario para prevenir sobrecalentamiento. El aire también vuelve a circular hacia la cámara superior pasando por un filtro para polvo (la gomaespuma azul en el fondo de la cámara superior). Es posible incorporar una válvula en la entrada de aire para controlar la cantidad de aire expulsada (para quitar humedad) versus recirculada (para calentar el aire). Fuente: Funcionarios de ECHO.*

Sin importar como se secan las semillas, no se las debe exponer a temperaturas altas. Tolerancia de semillas para el calor depende del cultivo, contenido de humedad de la semilla, y tiempo de secado. Sin embargo, una pauta general es mantener temperaturas de secado debajo de 40˚C (110˚F) (Silva 1998, FAO 1994). Semillas de granos de cereales pueden aguantar temperaturas un poco más altas. Si se secan las semillas afuera, se puede evitar que se sobrecalienten con colocarlas en un lugar de sombra. Buena circulación de aire también es importante como previene la formación de hongos en el proceso de secado.

Práctica: Almacenar semillas secas

Después de limpiar y secar semillas coleccionadas, hay que almacenarlas en un ambiente seco para que no se vuelvan a humedecer. Idealmente, el contenido de humedad interno de la semilla se debe mantener en entre 5% y 8%. Esto puede ser difícil en los trópicos, pero es una meta óptima.

La manera más precisa de determinar contenido de humedad es anotar el peso en fresco de una muestra pequeña de semillas, y después secarlas en 100 a 130˚ (o menos temperatura para semillas con alto contenido de aceites). Hasta que no haya más pérdida de peso (Hanson 1985). Entonces se calcula porcentaje de contenido de humedad con la siguiente formula:

(peso de semillas frescas - peso de semillas secas/peso de semillas frescas) X 100

Para evitar la necesidad de destruir (a través de secado en horno) una muestra de semillas, uno puede consultar tablas desarrolladas para mostrar que será el contenido de humedad de semillas basado en porcentaje de humedad relativo (ver Capitulo 3 de Procedures for Handling Seeds in Genebanks [Procedimientos para El Manejo de Semillas en Bancos Genéticos, Hanson 1985]). Tablas para numerosos cultivos más se encuentran en páginas 40-44 de Principles and Practices of Seed Storage (Principios y Prácticas de Almacenamiento de Semillas, Justice y Bass 1978). Una calculadora en línea de humedad de semillas para varios cultivos también está provista por Kew Royal Botanic Gardens (Jardines Botánicos Reales Kew).

El contenido de humedad de semillas se puede minimizar y/o mantener bajo reduciendo humedad en cuartos o contenedores de almacenamiento de semillas. ¿Cuán bajo debe ser la humedad? Bancos de semillas en ECHO siguen la “regla de 100,” que dice que:

Porcentaje humedad relativa + temperatura del aire en grado farenheight = 100 o menos

(Harrington 1972; McDonald y Copeland 1997)

Entonces, si la temperatura en la facilidad de almacenamiento está en 80˚F, la humedad ideal es 20% (80 + 20 = 100). Sin embargo, la humedad es el factor más importante debido a su impacto sobre el contenido de humidad de la semilla.

Es porque, mientras la humedad se acerca a 70%, el contenido de humedad de la semilla aumenta a aproximadamente 13%, y en esta condición la tasa de respiración sube y los hongos en el almacén se vuelven problemáticos (McCormack 2004; Justice y Bass 1978).

¿Cómo se puede mantener una camada de semillas en condiciones suficientemente secas? Esta pregunta es especialmente importante durante la época de lluvia cuando, en muchas partes de los trópicos, la humedad relativa puede llegar a mucho más del umbral de 65% a 70% donde pueden crecer los hongos. Si está disponible y confiable la electricidad, un(os) deshumidificador(es) pueden ayudar bastante para mantener seco un almacén. Se trabajó así durante muchos años en el banco de semillas de ECHO en Florida para controlar la humedad en un contenedor para trasporte adaptado para uso como facilidad de almacenamiento.

¿Qué pasa si no hay electricidad? O ¿es errática? O ¿no es práctica deshumidificar un cuarto entero? Abajo hay algunas ideas que han sido utilizadas en ECHO con éxito:

Almacenar semillas con un desecante en un contenedor sellado

Cualquier cosa que absorbe agua ayudará a reducir humedad en un espacio encerrado. La sección “Para Más Lectura” al final de este documento provee fuentes de información sobre opciones para desecantes.

Figura 5. *Arroz secado en un contenedor de semillas sellado con un hidrómetro sin cables (para monitorear humedad). Fuente: Tim Motis.*

El arroz esta destacado aquí porque está comúnmente disponible. Hemos encontrado que, con arroz como desecante en contenedores sellados, es posible llegar a niveles de humedad tan bajos como 20%. Es crítico calentar el arroz, justo antes de colocarlo en el contenedor, para quitar humedad existente. Se puede hacer en horno (por ej., dispersar el arroz en una lata colocada en la parrilla de en medio del horno una hora en 150˚C [300˚F]) o incluso en una lata encima de una llama abierta (ver video de Seth Morgan [2013] llamado Parched Rice Desiccant, o Desecante de Arroz Secado). Una vez los granos de arroz se vuelvan un poco cafés o dejan de perder peso, ponerlos en el/los contenedor(es) donde se van a almacenar las semillas. Secar hasta un peso constante es la mejor manera de asegurar que el arroz este completamente seco. Para hacer esto, sacar el arroz del horno cada 15 minutos, pesarlo, y volverlo al horno, repitiendo el proceso hasta que no pierda más peso. Dejar enfriar el contenedor unos 20 minutos antes de colocar las semillas. Un buen punto de partida, en términos de volumen de arroz, es llenar un contenedor la ¼ parte con arroz calentado. Para mantener la eficacia del arroz, dejar cerrado/sellado el contenedor; también cerrarlo inmediatamente cuando se saca semillas. Una cantidad pequeña de sal – colocado en un contenedor chico (con huecos en la tapa) dentro del contenedor de semillas – puede servir como indicador de la funcionabilidad del arroz con el tiempo; si los cristales de sal se juntan, a lo mejor el arroz ya no puede absorber humedad del aire y necesita ser cambiado. Alternativamente, un hidrómetro sin cables se puede usar para monitorear la humedad dentro del contenedor.

Cuando está alta la humedad ambiental, y no está disponible la electricidad para hacer funcionar un deshumidificador, las semillas se mantienen mejor en contenedores impermeables con desecante. De esta manera, la humedad ambiental del cuarto/facilidad de almacenamiento se excluye, y la humedad existente en el contenedor se absorbe con el desecante. Botellas de plástico o de vidrio se usan frecuentemente para almacenar cantidades pequeñas de semillas. Una bolsa plástica es buena idea adentro de una botella de vidrio en caso de que se rompa el vidrio. Bolsas Ziploc™ pueden funcionar, pero hay que usar plástico más grueso que las bolsas sandwicheras. Bolsas plásticas funcionan mejor para semillas lisas sin puntos o espinas que pueden perforar el plástico. Evitar usar contenedores porosos como sobres de papel o cartón en ambientes húmedos. En un clima continuamente seco, contenedores impermeables y desecantes tal vez no son necesarios. En regiones de monzones, donde la humedad fluctúa ampliamente entre estaciones lluviosas y secas, contenedores sellados pueden mantener secas las semillas el año redondo.

Usar un sellado al vacío

Sellado al vacío ayuda a mantener bajo el contenido de humedad de semillas por el hecho de minimizar la exposición a la humedad ambiental. También minimiza la presencia de oxígeno, retardando la respiración de la semilla, reduciendo los radicales libres, y así aumentando la longevidad de la semilla en almacenamiento. Se puede usar solo o en combinación con desecantes.

Figura 6. *Inflador de llantas de bicicleta modificado para sellado al vacío. Fuente: Funcionarios de ECHO*

Las semillas pueden ser sujetadas al vacío usando tecnologías tan sencillas como un inflador de llantas de bicicletas (*EDN* 126). Elementos claves de un diseño utilizado por funcionarios de ECHO en Aisa incluyen: 1) poner al revés el pistón y las válvulas del inflador, 2) utilizar un pico de llanta con válvula invertida para asegurar que el aire evacuado no vuelva a la jarra mientras trabaja, y 3) usar una tapa de PVC con arandela para asegurar un sellado fuerte y sin escapes en la tapa de la jarra mientras se saca el aire. Detalles para modificar un inflador de llantas de bicicleta para colocar un vacío a un contenedor de semillas están disponibles en una presentación de PowerPoint disponible en ECHOcommunity.org.

En el banco de semillas de ECHO Asia, una jarra de semillas de frijol lablab (Lablab purpureus) fue sellado al vacío usando el inflador descrito arriba. Después de un año, las semillas tenían un contenido de humedad de 10.3% y una tasa de germinación de 97%, resultando en viabilidad similar (o sea, capacidad para crecimiento después de ser almacenadas) como semillas en un vacío creado por un sellador comercial caro. A comparación, semillas de frijol lablab en bolsas plásticas en el piso de una estructura con paredes de barro y húmeda se deterioraron por hongos y patógenas.

Sellado al vacío también ayuda a controlar insectos en semillas almacenadas (*AN* 14; Chiu *et al.* 2003; Croft *et al.* 2013;). Insectos o sus huevos pueden estar presentes que no se encontraron en las actividades de limpieza. Se mueren como resultado del oxígeno reducido en el contenedor (Chiappini *et al*. 2009; Shivaraja *et al*. 2013). Las semillas mismas lentamente utilizan oxígeno y sueltan dióxido de carbono, y llenar completamente el contenedor de semillas a lo mejor ayuda a reducir niveles de oxígeno más que el mínimo de 3% a 5% que necesitan los insectos para sobrevivir.

Práctica: Almacenar semillas enfriadas

Donde está disponible la electricidad u otra fuente de energía, refrigeración mecánica es la manera más confiable de mantener frescas las semillas. Las posibilidades van de refrigeradores ordinarios a unidades de aire acondicionado a sistemas donde una persona puede entrar a un cuarto enfriado. Unidades estándares de aire acondicionado para una ventana no son diseñados para operar en temperaturas mucho menos de 16˚C (60˚F). Pueden funcionar a la fuerza para enfriar hasta 2˚C (35˚F) usando un CoolBot. Con precios en aproximadamente 315 USD por unidad, el CoolBot es una alternativa mucho más económica que una unidad donde una persona puede entrar.

Donde no hay electricidad, es posible almacenar semillas bajo tierra, en estructuras con buen aislamiento, o en la parte más fresca de un edificio que no recibe luz del sol. Estas son maneras de evitar que las semillas tengan cambios significativos de temperatura entre día y noche. Sin importar como enfría un espacio de almacenamiento, asegurar que la humedad alrededor de las semillas se mantiene bajo. Está bien poner semillas en el refrigerador de la casa si están en un contenedor donde no entra aire y con desecante para mantenerlas secas. Aun sin capacidades comerciales para enfriamiento, las semillas pueden ser almacenadas durante años con solo excluir humedad y seguir la “regla de 100” arriba mencionada tanto como pueda.

Práctica: Probar viabilidad de semillas de vez en cuando

Es crítico probar viabilidad de semillas con regularidad. La credibilidad de un trabajador o agencia de desarrollo puede entrar en duda innecesaria si las semillas germinan poco (*TN* 39). Pruebas de germinación son la manera más común de medir viabilidad de semillas; los bancos de semillas de ECHO hacen pruebas de germinación por lo menos una vez al año para cada grupo de semillas.

Resultados precisos para la prueba de germinación dependen de obtener una muestra típica (representativa) de la bolsa o contenedor entero de semillas. Con probar más semillas, los resultados serán más precisos. Considerando el número limitado de que tenemos, los funcionarios de los bancos de semillas de ECHO típicamente plantan 20 semillas por muestra. Certeza mayor puede resultar de pruebas de germinación basadas en más (por ej., 100) semillas. Un área limpia de trabajo es importante para reducir contaminación y resultados falsos.

Una prueba de germinación se hace anotando el número de semillas que germinan durante un intervalo de tiempo predeterminado, dependiendo del tiempo normal para la germinación del cultivo en prueba. Entonces, una vez esté claro que más semillas no van a germinar, se calcula el porcentaje germinado basado en el número de semillas plantadas originalmente.

Abajo hay varias técnicas para probar germinación de semillas:

Método "Ragdoll"

Remojar la muestra de semillas en 10% lavandina durante dos minutos (puede ser más tiempo para semillas como marango, cucúrbitas, y frijoles), drenar, y enjuagar con agua. Distribuir las semillas en una toalla mojada y limpia de papel o tela. Con cuidado enrollar la toalla en un cilindro largo y colocar en un lugar tibio y húmedo. Funciona bien colocar los rollos en una lata que también tiene un plato hondo de agua y después envolver la lata y su contenido en una bolsa plástica. Cuidar de no poner la bolsa en sol directo o el contenido se calentará demasiado. En vez de usar una lata se podría usar vasos; colocar un final de un rollo individual en un vaso con un poco de agua. Asegurar de etiquetar cada vaso/rollo. Para semillas pequeñas, un método alternativo es usar platos Petri, con semillas colocadas encima de papel de laboratorio o un filtro de café húmedo.

Figura 7. *Cabinete de germinación de semillas. Fuente: el banco de semillas de ECHO en Florida.*

Cabinete de germinación de semillas

Las pruebas de germinación de semillas serán más precisas si se reduce los variables no controlados (por ej., cambios de temperatura, riego irregular, esporas de hongos, etc.). El Dr. Abram Bicksler, en el banco de semillas de ECHO Asia, modificó un cabinete barato metal de cocina con gomaespuma (para aislamiento) y luces (incandescentes para calor y/o fluorescentes para luz) para crear una cámara dedicada para germinación de semillas donde temperaturas y humedad relativa apropiadas se pueden mantener. Basado en su diseño de Bicksler, un cabinete similar se construyó en el banco de semillas de ECHO en Florida (Fig. 7). Las semillas pueden germinar utilizando el método de plato Petri o de ragdoll, y el cabinete es suficiente grande para hacer experimentos a pequeña escala. Adicionalmente, el cabinete es modular, y puede ser utilizado para el secado de materiales de plantas y semillas en adición a la germinación. Cronómetros o termostatos pueden ser utilizados en conjunto con fuentes de luz y calor para dar más control sobre las condiciones de germinación.

Suelo

También es posible usar suelo, un buen enfoque para especies que necesitan diez días o más para germinar. Con estas especies, los hongos pueden ser un factor con las pruebas en platos Petri o en toallas de papel. Una prueba de germinación en suelo también tiene el beneficio de dar información sobre vigor de semillas; después de todo, una semilla puede germinar pero faltar vigor para empujar a través del suelo para producir una planta saludable. En ECHO, usamos charolas plásticas especiales para plantas de semillero donde una semilla se coloca en cada celda. Cartones de huevos u otros contenedores limpios pueden funcionar si no existen estas charolas.

CONCLUSIÓN

Almacenar semillas para cualquier tiempo en los trópicos puede ser difícil sin electricidad confiable para enfriar y secar. Sin embargo, tecnologías y prácticas relativamente económicas existentes puede ser implementado por trabajadores de desarrollo, bancos de semillas, y agricultores emprendedores. Antes de seleccionar prácticas y tecnologías para implementar, considerar los principios discutidos en este documento, y también condiciones y limitaciones locales. Le invitamos utilizar www.ECHOcommunity.org como manera de contribuir a un base de conocimientos de ECHO que siempre está en crecimiento en el área de almacenamiento de semillas.

REFERENCIAS

Chiappini, E., P. Molinari, y P. Cravedi. 2009. Mortality of *Tribolium confusum* J. du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) in controlled atmospheres at different oxygen percentages (Mortalidad de *Tribolium confusum* J. du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) en atmósferas controladas con diferentes porcentajes de oxigeno). *Journal of Stored Products Research* 45:10-13.

Chiu, K.Y., C.L. Chen, y J.M. Sung. 2003. Partial vacuum storage improves the longevity of primed sh-2 sweet corn seeds (Almacenamiento en vacío parcial que mejora la longevidad de semillas preparadas de maíz dulce sh-2). *Scientia Horticulturae* 98:99-111.

Croft, M., A. Bicksler, J. Manson, y R. Burnette. 2013. Comparison of Appropriate Tropical Seed Storage Techniques for Germplasm Conservation in Mountainous Sub-Tropical Climates with Resource Constraints (Comparación de Técnicas Apropiadas para Almacenamiento de Semillas Tropicales para la Conservación de Germoplasma en Climas Montañosos Subtropicos con Recursos Limitados). *Experimental Agriculture* 49:279-294.

Food and Agriculture Organization (Organización de Alimentos y Agricultura, o FAO). 1985. A Guide to Forest Seed Handling (Una Guía para Manejo de Semillas de Bosque).

Food and Agriculture Organization (Organizacion de Alimentos y Agricultura, o FAO). 1994. Grain storage techniques: Evolution and trends in developing countries (Técnicas de almacenamiento de granos: Evolución y patrones en países en desarrollo).

Hanson, J. 1985. *Procedures for Handling Seeds in Genebanks*. Practical Manuals for Genebanks: No. 1 (Procedimientos para Manejo de Semillas en Bancos Genéticos. Manuales Practicas para Bancos Genéticos: No. 1). Rome, Italy: International Board for Plant Genetic Resources. 115 pp.

Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity (Almacenamiento y longevidad de semillas). En T.T. Kozlowski, (Ed) *Seed Biology*, Vol 3 pp. 145-245 Academic Press, Inc., New York.

Hopkins, D.L. 1996. Wet Seed Treatments for the Control of Bacterial Fruit Blotch of Watermelon (Tratamientos Mojados para Semillas para Control de Mancha Bacterial de Frutas en Sandia). *Plant Disease* 80:529-532.

Justice, O.L., L.N. Bass, y United States Science and Education Administration (Administracion Americana de Ciencia y Educacion). 1978. Principles and Practices of Seed Storage (Principios y Practicas de Almacenamiento de Semillas). United States Department of Agriculture, Science and Education Administration. Agriculture Handbook No. 506.

Lindgren, D.T. y S.J. Browning. 2011. Vegetable Garden Seed Storage and Germination Requirements (Almacenamiento de Semillas de Jardines de Vegetales y Requerimientos para su Germinación). University of Nebraska-Lincoln Extension.

Lovic, R.B. y D.L. Hopkins. 2003. Production Steps to Reduce Seed Contamination by Pathogens of Cucurbits (Pasos de Producción para Reducir Contaminación de Semillas por Patógenas de Cucúrbitas). *HortTechnology* 13:50-54.

McDonald, M.B. y L.O. Copeland. 1997. "Drying and Storage (Secado y Almacenamiento)," en Capitulo 7 de Seed Production Principles and Practices (Principios y Practicas de Producción de Semillas). Springer Science+Business Media Dodrecht.

McCormack, J.H. 2004. Seed Processing and Storage: Principles and practices of seed harvesting, processing, and storage: an organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U.S. (Procesamiento y Almacenamiento de Semillas: Principios y Practicas de cosecha, procesado, y almacenamiento de semillas: un manual de producción orgánica de semillas para cultivadores de semillas en el medio-atlántico y sur de los EEUU). Carolina Farm Stewardship Association.

Online Information Service for Non-Chemical Pest Management in the Tropics (Servicio En-Línea de Información sobre Manejo de Pestes sin Químicos en los Trópicos, o OISAT).

Shivaraja, D.B., J. Mekali, A. Naganagoud, A.G. Sreenivas, y M. Kapasi. Studies on the effect of O_2 and CO_2 gases at different concentrations on the development of pulse beetle *Callasobruchus analis* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae in chickpea (Estudios sobre el efecto de O2 and CO2 en diferentes concentraciones sobre el desarrollo del gorgojo de frijoles *Callasobruchus analis* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) en garbanzo). *Journal of Biopesticides* 6:63-67.

Silva, W.R. 1998. Seed Performance after Exposure to High Temperatures (Comportamiento de Semillas después de Exposición a Altas Temperaturas). *Scientia Agricola* 55:102–9.

DOCUMENTOS DE ECHO

Información General

Introduciendo Nuevas Semillas en el Extranjero (TN 39)

Extendiendo la Vida de Sus Semillas (EDN 86)

Pasos y Tecnologías para Guardar Semillas (TN 63)

Información sobre Sellado al Vacío (investigaciones hechos por ECHO en Asia)

Sellado al Vacío vs. Refrigeración: ¿Cuál es la manera más eficaz de almacenar semillas? (*AN* 14)

Sellador al Vacío de Inflador de Bicicleta para Almacenamiento de Semillas (*EDN* 126)

Sellador al Vacío de Inflador de Bicicleta (PowerPoint con fotos y instrucciones para asamblea)

PARA MAS LECTURA

Recursos para protocolos de bancos de semillas

Una página web por Crop Genebank Knowledge Base contiene enlaces para una serie de guías, manuales y boletines técnicas sobre principios y prácticas para almacenar semillas.

Herramientas para predecir humedad y viabilidad de semillas por Kew Royal Botanic Gardens.

Experiencias sobre almacenamiento de granos

Publicación Agromisa (Agrodok 31).

Quentin, M.E., J.L. Spencer, y J.R. Miller. 1991. Bean tumbling as a control measure for the common bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Removido de frijoles como medida de control para el gorgojo común de frijoles, *Acanthoscelides obtectus*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 60:105-109.

Información sobre secar semillas con desecantes

Silica Gel: Yoshinaga, A. 2010. Guidelines for Successful Seed Storage. Center for Conservation Research and Training (Pautas para Almacenamiento Exitoso de Semillas. Centro para Investigaciones y Entrenamiento en Conservación).

Drying beads (Bolitas Secadoras) (con información de contacto para el Rhino Research Group, un distribuidor en Tailandia): Simple and Effective Drying and Storage of Seeds and Horticultural Products for Developing World Farmers (Secado y Almacenamiento Sencillo y Eficaz de Semillas y Productos de Horticultura para Agricultores en el Mundo en Desarrollo). HortCRSP/USAID.

Morgan, S. 2013. Parched Rice Desiccant (Desecante de Arroz Secado). Un video de ECHO sobre calentar arroz integral sobre una llama abierta.