

**Contenido:**

**Reproducción de semillas**

Seleccionar cultivos de los cuales guardar semillas

Comprender la estructura de la semilla

Biología reproductiva de las plantas de semilla

Genética básica y fitomejoramiento

Semilla híbrida vs. de polinización abierta

Multiplicación de semillas en el campo

**Almacenamiento de semillas**

Semillas ortodoxas/recalcitrantes

Preparación de semillas para el almacenamiento

Almacenamiento de semillas: condiciones y recipientes

**Pruebas de viabilidad para semilla**

**Publicaciones útiles**



Figura 1. Mujer montañesa tailandesa limpiando de malezas sus campos.  
Fuente: Tim Motis

*Las semillas naturalmente tienen lugar en cualquier emprendimiento de desarrollo de agricultura. Las semillas de la mayoría de los cultivos son pequeñas, y por lo tanto se transportan fácilmente y sobre más distancia que otros cortes vegetales. Para el agricultor, las semillas representan la promesa de una provisión continuada de comida.*

*Como con cualquier “herramienta” de desarrollo, las semillas se pueden manejar mal. Por ejemplo, distribuir semillas que se han almacenado mal y que germinan mal podría presentar al agricultor el riesgo de fallar con los cultivos. Esta sección, entonces, se incluye como guía de manejo y utilización de semillas en el trabajo de desarrollo.*

*Por lo tanto, esta nota técnica se ha preparado para ayudar a asegurar el mejor manejo y uso de las semillas en el trabajo para el desarrollo. Responderá preguntas sobre el la reproducción de semillas, su almacenamiento, pruebas de germinación de las semillas y publicaciones útiles.*

**REPRODUCCIÓN DE SEMILLAS**

El contenido de esta sección se enfoca en los conceptos fundacionales y los pasos básicos para la siembra y desarrollo de una variedad de cultivo existente con el propósito de guardar semillas. Por esta razón, se usa el término “reproducción de semillas” en vez del término más inclusivo “producción de semillas”, el cual incluye temas tales como métodos de fitomejoramiento y procedimientos para la certificación de semillas que están fuera del alcance de esta nota técnica.

Se supone que el trabajador de desarrollo ha tomado buenas decisiones sobre la selección de cultivos para semillas y para promocionarlas a los agricultores. ECHO sugiere experimentos con pequeñas parcelas de campo para identificar cultivos apropiados para una cierta área. Para obtener información sobre un modelo práctico de experimentación, ver en el sitio web de ECHO una Nota Técnica llamado “[Small Farm Resource Development Project \(Proyecto de Desarrollo de Recursos de Fincas Pequeñas\)](#).” Adicionalmente, cuando se trabaja con cultivos ya usados en un área específica, tomar en cuenta que los agricultores han estado seleccionando y almacenando

semillas durante mucho tiempo, resultando en variedades locales ya adaptadas a las condiciones que pueden beneficiar a los agricultores en áreas colindantes.

## Comprender la estructura básica de la semilla

¿Qué es una semilla? La literatura contiene numerosas definiciones, algunas de ellas muy técnicas. Sin embargo, básicamente, una semilla es el embrión de una planta rodeado de una envoltura seminal, o testa, que está provisto de una reserva de alimento (Fig. 1). Conocer la función de las distintas estructuras ayuda a aplicar métodos apropiados de manejo de semillas. La envoltura seminal, conocida como testa, la protege contra los patógenos e insectos; evite dañarla al momento del trillado y limpieza de las semillas. Al almacenar las semillas tenga en mente que el embrión, compuesto por una plúmula y una radícula, está vivo. Cosechar semillas maduras asegurará que la semilla contenga suficientes reservas de alimentos para lograr un alto vigor de la semilla. En las dicotiledóneas como los frijoles, las reservas están almacenadas en los cotiledones; en las monocotiledóneas, como el maíz, se almacenan en el endosperma de la semilla.

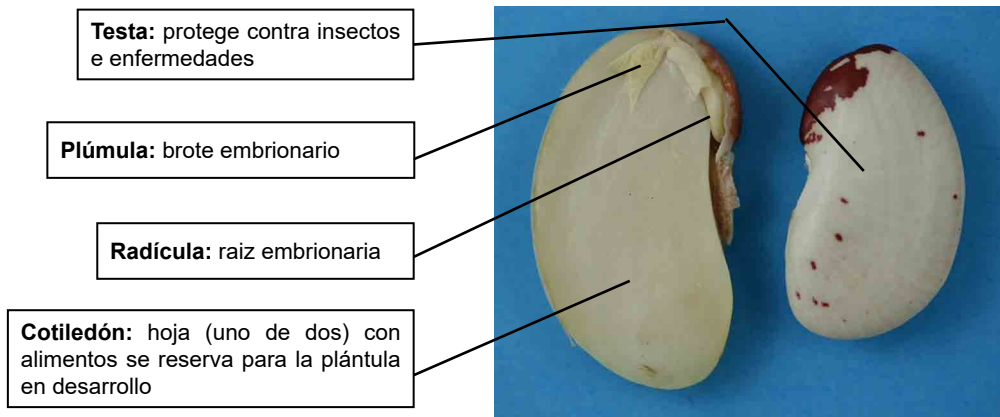


Figura 1. Estructuras de semillas usando la variedad de haba 'Siete Años' (*Phaseolus lunatus*) como modelo.

## Biología reproductiva básica de las plantas de semilla

### Auto polinización vs. polinización cruzada

Los cultivos autopolinizados tienen flores completas compuestas tanto por partes masculinas (estambre con antera/filamento) como femeninas (pistilo con estigma, estilo y ovario) (Fig.2). En un cultivo autopolinizado, el pistilo y el estambre maduran al mismo tiempo y el polen en la antera puede alcanzar fácilmente el estigma. A menudo, las partes masculinas y femeninas de la flor están encerradas, y la polinización ocurre dentro de la flor misma.

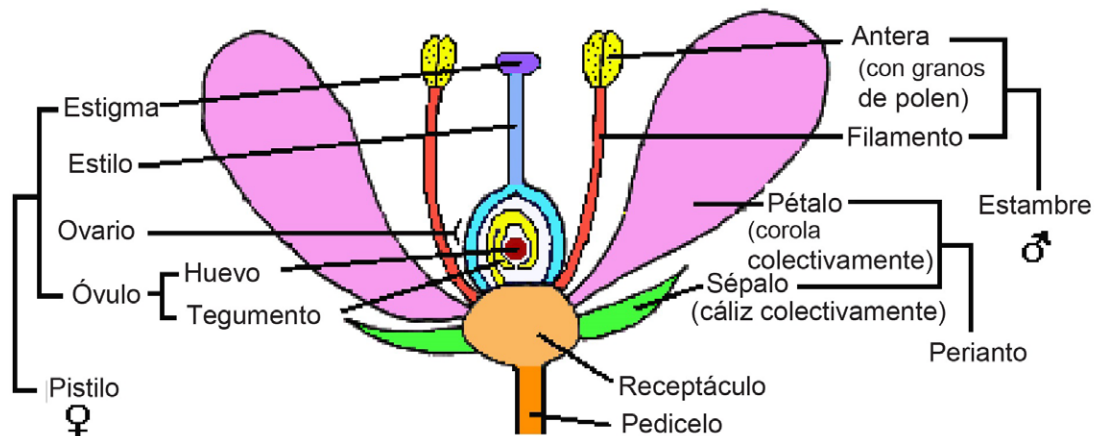


Figura 2. Diagrama de la estructura de la flor. Fuente: <http://generalhorticulture.tamu.edu/h202/labs/lab2/flowerd.html>. Copyright D.W. Reed, TAMU

Aunque los insectos pueden transportar algo de polen entre las plantas, hay pocas posibilidades de contaminación del polen por plantas vecinas. Las plantas de polinización cruzada dependen del viento y/o de insectos para transferir el polen de la antera al estigma.

Los agentes polinizadores insectiles suelen ser las abejas, si bien otros insectos también pueden servir como polinizadores. Las prácticas que contribuyen a una población sana de insectos polinizadores pueden ser un factor clave en el éxito con los cultivos de polinización cruzada.

Los cultivos de polinización cruzada pueden o pueden no tener flores completas. Los que no tienen las flores completas (y algunos con las flores completas) tendrán flores masculinas y femeninas. Algunos son monoicos, con flores masculinas y femeninas presentes en la misma planta. Un excelente ejemplo de esto es la familia de las cucurbitáceas, con el pepino, ayote y calabazas (Fig. 3), cuyas guías tienen flores tanto masculinas como femeninas. Otros cultivos de polinización cruzada son dioicos, con flores masculinas y femeninas presentes en distintas plantas. Los cultivos dioicos, incluyendo el camote y el espárrago, requieren tanto plantas masculinas como femeninas para producir semilla viable. Los estambres y pistilos de los cultivos de polinización cruzada a menudo no maduran al mismo tiempo.



**Figura 3.** Fotos de flores de cucurbitáceas que muestran una flor masculina (izquierda) y femenina (derecha).

En la tabla a continuación se muestran ejemplos de cultivos de autopolinización y de polinización cruzada:

**Tabla 1. Clasificación de algunas hortalizas que generalmente se cultivan ya sean autopolinizados o de polinización cruzada.**

Cultivo		Método de polinización		
Nombre común	Nombre en latín	Auto	Cruz.	Viento/insectos (si polinización cruzada)
Frijol	<i>Phaseolus</i> spp., <i>Vigna</i> spp.	X		
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	X		
Guisante	<i>Pisum sativum</i>	X		
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	X		
Maíz	<i>Zea mays</i>		X	Viento
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i> Crassa group		X	Viento
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>		X	Viento
Acelga	<i>Beta vulgaris</i> Cicla group		X	Viento
Crucíferos (e.g., repollo, berzas)	<i>Brassica</i> spp.		X	Insecto
Cucurbitáceas (e.g., pepino, calabacín, calabaza)	<i>Cucumis</i> , <i>Cucurbita</i> , <i>Luffa</i> spp.		X	Insecto
Okra	<i>Abelmoschus esculentus</i>		X	Insecto
Rosa de Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>		X	Insecto
Cebolla	<i>Allium cepa</i>		X	Insecto o viento
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>		X	Insecto o viento
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i>		X	Insecto
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>		X	Insecto

Aunque la Tabla 1 clasifica los cultivos como autopolinizados vs. polinización cruzada, hay que tomar nota de que la actividad de los insectos o del viento puede causar que ocurra algún cruce incluso en cultivos de autopolinización. El caupí y el sorgo, por ejemplo, son principalmente cultivos de autopolinización; sin embargo, la polinización cruzada puede fluctuar de un 5 a un 40% (promedio del 20%) para el caupí y promedios de alrededor del 6% para el sorgo (debido al viento).

Los patrones de polinización de algunos cultivos pueden ser algo confusos. Los visitantes de ECHO menudo preguntan, por ejemplo, por la papaya. Los árboles de variedades naturalizadas de papaya que se encuentran en

la mayoría de lugares a nivel internacional usualmente presentan flores masculinas o femeninas. Esto significa que se necesitará al menos que haya presente un árbol con floración femenina y un árbol con floración masculina para que se produzca fruto. Las variedades hawaiana y taiwanesa que cultiva ECHO, sin embargo, producen árboles que son ya sea de flores femeninas o que son hermafroditas (que contienen estructuras masculinas y femeninas en cada flor; otros términos para referirse a las flores con partes femeninas y masculinas incluyen “perfecta” y “bisexual”). Un árbol de papaya con flores femeninas producirá frutos siempre y cuando haya en los alrededores un árbol con flores hermafroditas.

¿Qué sucede si usted guarda semillas de un árbol de papaya hermafrodita? Esta pregunta se abordó en el libro de ECHO, *Amaranth to Zai Holes* (página 322):

El Dr. Lamb [en la Estación Experimental Agrícola *Tenom Agriculture Experiment Station*, visitado por personal de ECHO en Malasia] expresó que si usted siembra semillas de una papaya hermafrodita, 1/3 de los árboles serán femeninos (F) y 2/3 serán hermafroditas (H). En la estación de reserva los árboles están marcados ya sea con F o con H, y se guarda semillas solamente de los árboles H. Los frutos hermafroditas también tienen un mejor precio. Son de forma oblonga con una pequeña cavidad para las semillas, mientras que los frutos de los árboles femeninos son redondos y con una gran cavidad para las semillas.

Esto coincide con la información brindada por Julia Morton, autora de *Fruits of Warm Climates*, que expresa que amarrar bolsas sobre las flores bisexuales por unos cuantos días (para asegurar la autopolinización) tendrá como resultado semillas que producen una población de plantas con el 67% de los árboles que son bisexuales y el resto femeninos.

La atemoya es otro ejemplo. Los árboles de esta especie frutal poseen partes tanto masculinas como femeninas. Sin embargo, dentro de una flor dada, la producción de polen maduro no ocurre al mismo tiempo en que el estigma es receptor de polen (Fig. 4). No obstante, el estigma de una flor dada puede recibir polen desde otra flor de mismo árbol (transferida a través de la actividad de los insectos o esparcida a mano sobre un estigma receptivo).



**Figura 4.** Fotos de atemoya: *Etapa receptiva de flor femenina (izquierda, estambres inmaduros), flor con estambres/polen maduros (centro) y fruta (derecha).*

Debido a la ausencia de libros de referencia, es posible hacer una conjetura sobre si un cultivo es autopolinizado o de polinización cruzada. En los cultivos de autopolinización, las estructuras masculinas y femeninas de la flor a menudo se encuentran fusionadas dentro de una cápsula. Esto es evidente en las flores de los tomates y leguminosas. Las flores de los cultivos de autopolinización también en muchos casos, pero no siempre, son muy poco visibles. Por otra parte, las flores de los cultivos de polinización cruzada poseen frecuentemente pétalos largos y coloridos con los cuales atraen a los insectos polinizadores.

Ya sea que la polinización ocurra por gravedad/movimiento (como a menudo es el caso con los cultivos de autopolinización; el polen de las anteras ya sea cae o se sacude sobre el estigma mientras las plantas son movidas por la brisa), o por el viento/insectos (como es el caso de la polinización cruzada), la polinización completa es esencial para la producción de semillas y frutos de calidad. La polinización incompleta puede dar como resultado espigas de maíz o vainas de frijol que están sólo parcialmente llenas de granos. Esto también explica la forma irregular de los frutos en cultivos como el pepino o el calabacín. La polinización deficiente puede ser resultado de:

- Escasa población de abejas o de otros polinizadores. En este caso considere polinizar a mano.
- Insuficiente población de plantas o colocación inapropiada de las plantas (p.ej., el maíz debe sembrarse en bloques en lugar de hacerlo en un solo surco para maximizar la posibilidad de que el polen soplado por el viento caiga en los pelos o estilos y produzca mazorcas llenas de grano)



- Temperaturas extremas (p.ej., las flores de tomates grandes cultivados en el trópico a menudo se caen de la planta antes de producir fruto debido a que las altas temperaturas vuelven el polen inviable.)

## Algunos conceptos básicos de genética y de la reproducción vegetal

Los conceptos a continuación fueron extraídos de un libro de Carol Deppe titulado *Breed Your Own Vegetable Varieties, The Gardener's and Farmer's Guide to Plant Breeding and Seed Saving*.

### Los genes y sus formas

La mayoría de las plantas y animales son genéticamente diploides, que significa que cada una de sus células contiene dos copias de cada gen. Mucho de lo que sabemos sobre cómo los genes determinan las variedades de plantas proviene de los hallazgos de Gregorio Mendel. A partir de sus observaciones, sabemos que existen distintas formas de cada gen. Estas formas de los genes se llaman alelos. Al ser diploide, una planta típica tiene dos formas/alelos de cada gen. En la formación de la flor, la planta pasa un alelo al óvulo (dentro del ovario de una flor) y uno al polen. Por lo tanto, cuando suceden la polinización y la fertilización, el óvulo fertilizado produce un cigote que tiene dos alelos de cada gen (uno del polen y otro del óvulo) aportando diferentes características dependiendo de qué alelos recibieron el óvulo y el polen.

Imagine, tal como lo hizo Mendel, que existen dos formas del gen que controlan la altura de una planta de guisante. Una variedad de guisante produce regularmente plantas altas y otra produce regularmente plantas bajas. Si designamos el factor altura usando la letra T, podemos describir la composición genética de la primera variedad (alta) como TT (una combinación de un alelo T del óvulo y otro alelo T del polen) y la segunda variedad (baja) como tt (un alelo t del óvulo y un alelo t del polen). Se dice que cada una de estas variedades son de linaje puro debido a que los dos alelos del gen de altura son el mismo para cada variedad (TT para la alta, tt para la baja). En términos más técnicos, cada variedad es homocigótica ya que cada una de ellas contiene formas/alelos idénticos del gen de la altura. Si una variedad tuviera un alelo "T" del óvulo y un alelo "t" del polen, o viceversa, su estructura genética se denominaría como "Tt". En este caso, la variedad no es "pura" y es heterocigótica debido a que los alelos del gen de la altura que contiene no son idénticos y una planta Tt producirá una mezcla de plantas altas y bajas.

Hay libros enteros que explican la genética y la biología reproductiva de las plantas con mucha más profundidad. Para los fines de este documento, es suficiente con comprender que la breve explicación anterior ayuda a explicar el comportamiento de los cultivos endogámicos vs los cultivos exogámicos

### Cultivos endogámicos

Las plantas que se autopolinizan generalmente son cultivos endogámicos. Las generaciones de cruzamiento de cultivos endogámicos por lo general resultan en rasgos relativamente puros, homocigóticos. Imagine que dos variedades de un cultivo endogámico se han cruzado para dar como resultado una planta con las formas Tt del gene de la altura. ¿Qué pasa si estas plantas Tt se cruzan? Recuerde las observaciones de Mendel en un cuadro de Punnet:

	<i>T</i>	<i>t</i>
<i>T</i>	<i>TT</i>	<i>Tt</i>
<i>t</i>	<i>Tt</i>	<i>tt</i>

El resultado es que un cuarto de las plantas tendrá TT, otro cuarto tendrá los alelos tt y la mitad restante tendrá los alelos Tt. Lo que ha pasado es que en una generación hemos ido de una población que era un 100% heterocigótica (Tt) a una en que la mitad es heterocigótica (Tt) y la otra mitad es homocigótica (TT o tt). Con cada generación sucesiva, el porcentaje de plantas que son heterocigóticas se reducirá a la mitad del número que era heterocigótica en la generación anterior. Todo lo anterior nos sirve para expresar que la autopolinización y la endogamia llevan a la homocigosidad y que las plantas individuales de los cultivos endogámicos tienden a ser genéticamente homocigóticos. Esto tiene varias implicaciones prácticas:

- Los hijos de las variedades endogámicas son generalmente muy similares a sus padres
- Las semillas de una planta individual, en una población de plantas tipo endogámico, pueden guardarse con un alto nivel de seguridad de que las plantas resultantes mantendrán esas características superiores.

Se recomiendan cinco generaciones posteriores de almacenamiento de semillas para estabilizar las características superiores.

- No es necesario guardar semillas de un gran número de plantas de una variedad dada de tipo endogámico.

### **Cultivos exogámicos**

Tal como en el ejemplo anterior con los cultivos endogámicos, imagine que dos variedades de un cultivo exogámico se cruzan para dar como resultado una población de plantas con las formas Tt del gen de la altura. Como en el cultivo endogámico, el resultado de un cruce Tt x Tt es una generación que es  $\frac{1}{4}$  TT,  $\frac{1}{4}$  tt, y  $\frac{1}{2}$  Tt. La diferencia entre los cultivos endogámicos y exogámicos, en términos de los resultados de generaciones posteriores de cruces, es que son posibles nueve tipos de cruces con un cultivo exogámico, mientras que con un cultivo endogámico solamente son posibles tres cruces. Debido a que una variedad endogámica es autopolinizante, las plantas TT solamente se pueden cruzar con otras TT y las plantas tt solamente con las tt, y las plantas Tt se pueden cruzar solamente con otras Tt. Mientras que con una variedad exogámica las plantas TT se pueden cruzar con plantas que tengan las combinaciones TT, tt y Tt. De igual manera, las plantas tt y Tt se pueden cruzar con otras plantas que tengan cualquiera de las tres combinaciones de alelos.

Si el cruzamiento continúa, ¿esto lleva a una población que es más homocigótica o más heterocigótica? Los cruces de plantas Tt con Tt resulta en menos plantas heterocigóticas (ver el cuadro de Punnet para las plantas de tipo endogámico y observe que el número de plantas heterocigóticas se redujo a la mitad). Sin embargo, los cruces de plantas TT con tt, aumentan el número de plantas heterocigóticas en un 100%, tal como se observa en el cuadro de Punnet a continuación (cada uno de los descendientes es Tt):

	<i>t</i>	<i>t</i>
<i>T</i>	<i>Tt</i>	<i>Tt</i>
<i>T</i>	<i>Tt</i>	<i>Tt</i>

Si se permite que una variedad de cultivo endogámico se cruce libremente durante varias generaciones sucesivas, las características están más o menos estabilizadas ya que la pérdida de plantas heterocigóticas de los cruces Tt x Tt es compensada por el número de plantas heterocigóticas añadidas por los cruces TT X tt. De esta manera, la heterocigosidad se mantiene y no se pierde.

Con un exceso de endogamia (p.ej., la autopolinización o el cruce con muy pocas plantas), los cultivos exogámicos tienden a deteriorarse, dando como resultado lo que se conoce como depresión endogámica. Lo contrario es cierto si se permite que se crucen libremente y alcancen un alto nivel de “heterocigosidad”. Esta última tendencia se conoce como vigor híbrido. Un alto nivel de heterocigosidad a menudo se asocia con plantas vigorosas que producen bien. Por ejemplo, si dos variedades de polinización abierta de maíz se cruzan, el híbrido resultante suele ser mucho más vigoroso que cualquiera de sus variedades padres. El vigor híbrido y la depresión endogámica todavía no son completamente entendidas pero sí es claro que algunas variedades de polinización cruzada son más susceptibles a la depresión endogámica que otras. Las curcubitáceas, por ejemplo, tienen menos vigor híbrido que el maíz pero también son menos susceptibles a la depresión endogámica que el maíz.

Todo esto significa que:

- Una planta individual de un cultivo de tipo exogámico tiene un alto grado de heterocigosidad, ya que hay variabilidad genética tanto dentro como entre las plantas individuales de un cultivo exogámico.
- Las semillas de una planta individual de un cultivo exogámico, incluso en una población con un nivel estándar de uniformidad, puede ser muy diferentes unas de otras y de la planta madre. De manera que si uno guarda y siembra semillas de una planta superior, es posible que la descendencia no sea “puros”/“homocigótica” para el(los) gen(es) que la hizo superior.
- Para mantener la calidad de las semillas de los cultivos exogámicos, es importante que en cada generación de almacenamiento de semillas se guarden semillas de al menos veinte o más plantas deseables de cultivos como el maíz que son susceptibles a la depresión endogámica. Es posible guardar semillas de menos de veinte plantas de cultivos (p.ej., pepinos, calabacín o melones) con menos susceptibilidad a la depresión endogámica.

## Comprender la diferencia entre la semilla híbrida y la de polinización abierta

A menudo se le pregunta al personal de ECHO sobre semillas híbridas vs. de polinización abierta. Las semillas híbridas son resultado del cruce entre dos linajes de padres marcadamente distintos. Las poblaciones de plantas para cada uno de los linajes de padres generalmente pasan por una selección rigurosa de características deseadas. Cuando las plantas de estos linajes se cruzan, la primera generación de hijos –conocida como “híbrido F1”- generalmente muestra un vigor, rendimiento y uniformidad sobresalientes. Desafortunadamente, cuando las semillas del híbrido F1 se guardan y siembran las plantas resultantes no necesariamente muestran las mismas características de la generación F1. De hecho, esto desvela y muestra la variada mezcla genética de características escondidas durante el proceso de endogamia.

Varios híbridos comerciales se venden tanto como cultivos de autopolinización como de polinización cruzada. Para cultivos que son altamente afectados por la presión endogámica, como el maíz o las brasicas, los híbridos son más ventajosos. Hay menos que ganar al hacer híbridos de cultivos de auto-polinización o cultivos de polinización cruzada con baja depresión endogámica. ¿Es posible guardar semillas de una variedad híbrida? La respuesta para esto es que el riesgo de producir plantas inferiores es menor si el cultivo es un cultivo de autopolinización o un cultivo de polinización cruzada con baja depresión endogámica.

Las principales desventajas de las semillas híbridas son:

- No siempre se logran las características deseadas al sembrar la semilla de la siguiente generación – especialmente si es semilla de un cultivo exogámico
- A menudo están patentadas, lo que significa que no se permite al agricultor que guarde su propia semilla
- Muchos híbridos que se comercializan van a tener un buen desempeño solamente si las condiciones del suelo y de crecimiento son óptimas, lo que se traduce en mayores aportes de fertilizante, riego y plaguicidas por el productor.

Las semillas híbridas pueden ser una opción razonable cuando:

- Se siembra un cultivo como el maíz, cuyo rendimiento es aumentado significativamente por el vigor híbrido; de nuevo, los híbridos de autopolinizadores o de polinización cruzada con baja presión endogámica son menos probables de ser una mejora con respecto a las variedades buenas de polinización abierta.
- Se produce para mercados comerciales que demandan características uniformes como tamaño y forma de la fruta.
- Existe una fuente confiable y asequible de la semilla híbrida, o que las semillas del híbrido que se estén promoviendo pueden guardarse legalmente y las características estabilizarse a través de unas pocas generaciones de guardar la semilla.

Las semillas de polinización abierta se derivan de una población de padres, y su descendencia tiene las mismas características de las plantas padres siempre y cuando dichas plantas padres no reciban polen de otra variedad del mismo cultivo. La estabilidad de las características a través de generaciones sucesivas tiene una ventaja obvia para el productor u horticultor que tiene que guardar sus propias semillas cada año. Las semillas de cultivos de polinización abierta se guardan fácilmente de año a año. Por esta razón, el banco de semillas de ECHO tiene tantas variedades de polinización abierta como sea posible.

## Multiplicar semillas en el campo

### *Planifique cuándo y dónde plantar*

En un proyecto de desarrollo, la multiplicación de semillas normalmente se haría una vez que algunas variedades/ cultivos se hayan evaluado en parcelas pequeñas y los agricultores hayan identificado las que quieren intentar cultivar en una porción de su propio terreno. En multiplicar semillas de estas “ganadoras,” el primer paso es planificar cuando y donde plantar.

En planificar la sincronización de cultivos, es necesario entender los cultivos siendo manipulados. ¿Son sensibles a la largura del día? Algunas variedades de sorgo, por ejemplo, producen granos cuando los días empiezan a

ser más cortos. Entonces, plantar temprano produce tallos altos que aguantan más granos mientras plantar tarde resulta en plantas que llegan a tener semillas antes de maximizar su potencial de crecimiento. Otras variedades de sorgo no son sensibles a la largura del día, y las fechas de plantación son más flexibles. ¿Cuál es el producto cosechado? Si es un grano fino como el amaranto, o semillas en una vaina leguminosa como pigeon pea, es importante sembrar cuando las semillas pueden madurar en la época seca. De otra manera, la humedad puede causar la formación de hongos en los granos y perjudicar el almacenamiento.

En seleccionar un sitio para la multiplicación de semillas, tomar en cuenta cuando se van a necesitar las semillas. Alquilar una sección de terreno con riego puede ahorrar tiempo si la época del año es apropiada para multiplicar el cultivo. En un terreno con riego, muchas veces es posible sembrar inmediatamente en vez de esperar la época de lluvia del año siguiente. Agricultores locales pueden estar ansiosos de alquilar terrenos porque significa ingresos seguros para ellos. Ayudará tener consejos de residentes locales para negociar un precio y entender las expectativas sobre cuanto de agua se usará en el riego y cuando es mejor regar. Sin importar la forma de obtener terreno, preste atención a lo siguiente cuando se selecciona un sitio para cultivación:

- proximidad a una fuente de agua si es necesario el riego
- acceso a trabajadores y funcionarios del proyecto
- idoneidad del suelo (por ej., textura, drenaje, y pH) para cultivación
- insectos, enfermedades de plantas, y malezas en parcelas colindantes que podrían invadir en la parcela de cultivación

Utilizar todas las prácticas hortícolas e inversiones necesarias para la buena cultivación. Cuando se experimente para seleccionar cultivos adecuados para una región específica, es importante usar solo las inversiones disponibles localmente. En multiplicar semillas, ya no es necesario porque ya se sabe que los cultivos en multiplicación crecen bien en condiciones locales.

### ***Mantener la pureza de la semilla de las variedades de cultivo***

Si se está produciendo más de una variedad de un cultivo, es especialmente importante rotular las ubicaciones lugares en el campo. Marque las parcelas con estacas rotuladas en el campo, y registre también en papel los lugares en la parcela. De esta manera, si las estacas se jalan o pierden durante el desmalezado, existe un plano/ mapa escrito de la parcela al cual remitirse.

Recuerde los conceptos anteriormente mencionados sobre cultivos endogámicos y exogámicos dado que dichos conceptos le ayudarán a determinar el número de plantas de las que necesita guardar semilla para mantener características superiores. Como regla general, no es juicioso multiplicar semillas cosechadas de ensayos de variedad. En estos ensayos existe un alto potencial de cruce dado que las distintas variedades sembradas han sido sembradas muy cercanas una a la otra. En vez de esto, trate y vaya a una fuente original de semillas para las variedades que usted quiere plantar. Antes de sembrar ensayos preliminares de variedades, sería juicioso guardar algunas semillas para potenciales propósitos de multiplicación.

Al guardar semilla de distintas variedades de un cultivo de polinización cruzada, las variedades deben separarse para prevenir la mezcla de polen entre las variedades. Esto puede hacerse al sembrar las variedades a una distancia adecuada entre cada una. Ray Vander Zaag en Haití quería aumentar la semilla de maíz con alto contenido de lisina y preguntó cómo prevenir la polinización cruzada con variedades locales. A continuación se resumen unas cuantas sugerencias basadas en *Semillas Agrícolas y Hortícolas (Agricultural and Horticultural Seeds)* (FAO, 1978):

Dado que el maíz es polinizado por el viento, se necesita una distancia considerable para eliminar la posibilidad de polinización cruzada. En la producción de semilla en EE.UU., variedades distintas se aíslan al menos 180 metros, si bien la distancia depende de la velocidad normal del viento en el área. En Sudáfrica las variedades se mantienen a 360-740 metros de distancia.

Son útiles las barreras naturales como los árboles altos, y proporcionan una seguridad adicional en caso de vientos muy fuertes. A menudo se siembran varios surcos de la misma variedad alrededor de los campos como "surcos limítrofes". Las semillas de estos surcos limítrofes se utilizan como alimento, pero no se guardan para semilla. Una buena práctica general sería cosechar semilla de las partes internas del campo si los productores vecinos están sembrando otras variedades de maíz. Además, el riesgo de contaminación de polen del campo vecino disminuye cuando el tamaño del campo para producción de semilla se aumenta.



La pureza de la semilla, al sembrar múltiples variedades de un cultivo de polinización cruzada, también puede mantenerse al variar el momento de la siembra de cada variedad para que no todas florezcan al mismo tiempo. Esto es más factible de hacer si existe riego durante la estación seca. Otra posibilidad es cubrir las variedades, utilizando aros con tela para tapar el surco o cedazo de malla fina colocado encima, para impedir que los insectos transporten el polen entre las variedades. También es aconsejable sacar las plantas no deseables antes de que florezcan de modo que estas plantas “atípicas” no aporten polen a las plantas de mejor calidad. También quizás sea posible sacar las estructuras de la flor masculina (p.ej. pelos/estigmas del maíz) de plantas no deseables antes de que el polen sea viable.

### **Recolección de semilla**

Hay libros que explican, cultivo por cultivo, criterios para seleccionar semillas. En cualquier caso, es bueno sacar las plantas no sanas, achaparradas antes de que florezcan de modo que no aporten polen a las plantas con una o más características deseables. Marque las plantas que serán cosechadas para semilla. Algunas de las características deseables que pueden seleccionarse incluyen:

- Resistencia a enfermedades y plagas de insectos
- Tolerancia a la sequía
- Crecimiento y rendimiento de la planta
- Color, sabor, forma y/o calidad para el transporte de la fruta
- Producción temprana o tardía (para extender las estaciones de siembra)
- Capacidad para proporcionar recursos secundarios (p.ej. en los trópicos, el rastrojo de los cereales puede utilizarse para recursos como forraje para animales o leña para cocinar).

En cultivos como los frijoles, que pueden producir vainas en un período extendido de tiempo, recolecte las semillas periódicamente en vez de comer todas las vainas producidas a principios de la estación. Esto impedirá la posibilidad de seleccionar para producción de vainas a fin de la estación.

Cultivos como la lechuga tienden a una producción prematura del tallo florífero (florece y forma semilla) en temperaturas cálidas. En este caso, es mejor recoger semillas de plantas que forman semilla lo más tarde posible, después de haber cosechado una gran cantidad de hojas.

En cultivos frutales como el tomate, busque plantas que no sólo tienen buenas características de la fruta sino también enredaderas sanas. Las hojas en las enredaderas dan sombra a la fruta, evitando que se escalden.

Recoja las semillas cuando estén completamente maduras. Para los frijoles, esto es evidente cuando las vainas se secan y las semillas suenan adentro cuando se agita la vaina. Se necesita atención especial para los cultivos que producen semilla dentro de algún tipo de fruta. Quizás sea necesario dejar que las frutas maduren en la planta después del momento en que normalmente se cosecharían para comerse. El pepino es un buen ejemplo de esto. Normalmente los pepinos son mejor para comerse antes de que alcancen su tamaño máximo. Sin embargo, para guardar semilla, es mejor dejar que las frutas se mantengan en la enredadera hasta que la fruta alcanza el tamaño completo y las enredaderas han aportado toda la nutrición que pueden a la fruta. (Las enredaderas comenzarán a secarse.)

## **ALMACENAMIENTO DE SEMILLA**

### **Dos tipos de semilla**

Las semillas que pueden secarse para reducir el contenido de humedad y almacenarse por largos períodos de tiempo se conocen como semillas ortodoxas. Como ejemplos se incluyen los granos de cereales y muchos tipos de semillas de hortalizas. Algunos bancos de semilla incluso congelan estas semillas para almacenarlas y preservarlas durante largo tiempo. Sin embargo, las semillas de algunas plantas, mueren si se secan y/o almacenan por cualquier cantidad de tiempo. Estas semillas se conocen como recalcitrantes e incluyen muchos de los cultivos frutales como el mango, el aguacate, la yaca y la carambola (melocotón en Nicaragua). La semilla de neem puede almacenarse

cerca de un mes, después del cual el porcentaje de germinación disminuye rápidamente. La semilla de papaya es más o menos intermedia en el sentido de que puede secarse y almacenarse, pero las semillas pierden su viabilidad rápidamente si se someten a temperaturas de congelamiento.

## Limpieza de semillas para almacenamiento

Aquí presentamos algunas sugerencias basadas en la propia experiencia de ECHO en la limpieza y secado de semillas ortodoxas antes de su almacenamiento. Muchas de nuestras semillas sencillamente pueden trillarse o pelarse y quitarles los restos aventándolas con el viento o un abanico. En el caso de frutas pulposas difíciles de limpiar, es útil partir la fruta, agregar agua y fermentarla por 2 a 7 días antes de secar la semilla. (Nota: Colocar las semillas en agua unos días después de estar secas podría provocar la germinación). Ejemplos de semillas que se fermentan incluyen el tomate (Fig. 5), la berenjena, la calabaza y el calabacín. (Recuerde que la secuencia normal en la naturaleza es que la fruta de dichas plantas se pudra (i.e. fermente) antes de que las semillas germinen.) Fermentar las semillas involucra exprimir las semillas, con la pulpa, en un recipiente dejando que se desarrolle un moho blanco durante varios días.



**Figura 5. Proceso de fermentación para limpiar semillas de tomate. Foto por Joanna Lippmann, ex-interno de ECHO.**

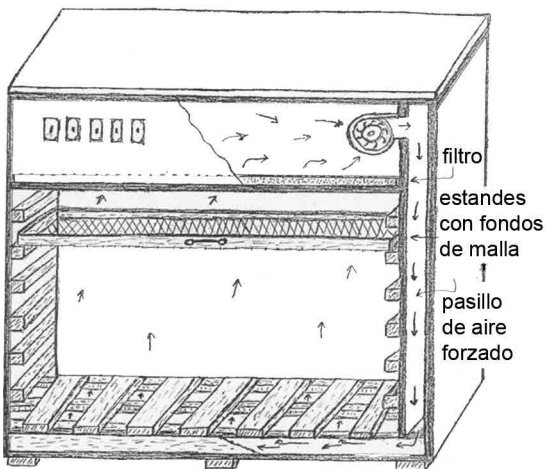
El moho degrada la pulpa que rodea las semillas, que después puede quitársele a las semillas al verter el contenido del recipiente en un colador o un cedazo y enjuagarlo con agua limpia. Las semillas limpias pueden colocarse en un pedazo de tela o papel toalla para secarse.

Karen Ebey, antigua pasante de ECHO, encontró una manera fácil de separar las pequeñas semillas negras de la lechuga del material blando al que están pegadas. Ella colocaba el material recientemente cosechado en el fondo de una taza y lo agitaba vigorosamente con un tenedor. Las semillas rápidamente se desprendían y amontonaban en el fondo.

Las semillas pueden tratarse en una solución antibiótica (10% de cloro es bueno) durante 2 minutos o más para eliminar bacterias y hongos de la superficie de la semilla. (El vinagre aquí tiene alguna acción antibiótica. Si lo único disponible es vinagre, quizás desee experimentar a pequeña escala para determinar cuánto podría utilizar sin reducir la viabilidad. Si utiliza vinagre blanco, en muchos lugares de hecho es ácido acético glacial, y no los vinagres de frutas a los que quizás usted esté acostumbrado, de modo que podría ser fuerte). Después las semillas se lavan en agua limpia. Muy probablemente un pequeño porcentaje de las semillas flotará y el resto se asentará en el fondo. Las semillas flotantes están menos desarrolladas y será menos probable que germinen. Usted aumentará el porcentaje de semillas viables al sacar las que flotan. Si todas las semillas flotan, tendrá que decidir si todavía no estaban maduras o si esa especie de semilla simplemente es más densa que la mayoría.

## Reducción del contenido de humedad de las semillas en preparación al almacenamiento

Antes de almacenar las semillas, séquelas en el sol o con cualquier otra técnica o dispositivo que pueda utilizar para hacer circular el aire calentado o reducido en humedad en/alrededor de las semillas que se pondrán a secar. Reducir la humedad del aire es el enfoque más seguro. Si va a exponer las semillas a la luz del sol o aire calentado, evite exponerlas a altas temperaturas. Las semillas cosechadas en ECHO se ponen a secar durante uno a tres días a menos de 100°F (38°C), aunque muchas semillas ortodoxas probablemente podrían resistir temperaturas más altas. Según el manual IBPGR (1985; [https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/Web\\_version/188/begin.htm](https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/bioversity/publications/Web_version/188/begin.htm)), es mejor reducir el contenido de humedad de la semilla en un 3-8% para mejorar el almacenamiento a largo plazo de la semilla. Aunque esto quizás sea difícil de lograr en los trópicos, da un óptimo por el cual esforzarse. Una manera fácil de determinar el contenido de humedad de la semilla, sin tener que destruir las semillas en el proceso, es utilizar las tablas existentes para predecir el contenido de humedad de equilibrio de la semilla basado en el porcentaje de humedad relativa (véase el Cap. 3 del manual IBPGR arriba mencionado). Al secar frijoles, una regla general para probar la sequedad adecuada es que cuando una muerde una semilla, no debe haber ninguna marca visible de la mordida en la superficie de la semilla. Si nota que las semillas de frijoles o guisantes se parten al secarlas, trate de secar a una temperatura más baja.



**Figura 6.** Diagrama de un gabinete para secado de semillas sencillo diseñado por Charlie Forst.

ECHO usa un gabinete secador, como se muestra en Figura 6 para secar semillas recién coleccionadas. Las dimensiones del gabinete se pueden variar para funcionar con el material disponible. Se consiste de dos cámaras. La cámara superior contiene cuatro focos incandescentes de 60 watts para proveer calor, y un ventilador radial para mover aire por el gabinete. La cámara inferior, construida para acomodar estantes con fondos de malla, es donde se colocan las semillas a secar. Las semillas se pueden poner directamente en los estantes o en bolsas porosas o contenedores.

Las dos cámaras están separadas por un filtro de fibra de vidrio u otros filtro apropiado. El ventilador mueve el aire calentado de la cámara superior a una cámara impelente que abarca un lado completo del gabinete. Esta cámara impelente mide aproximadamente 2 in (5 cm) de ancho. El aire se mueve en dirección descendente y debajo de la cámara impelente. Se mueve debajo y hacia arriba a través de un piso enrejado, luego hacia arriba a través de las bandejas o recipientes de secado,

y finalmente a través del filtro hacia la cámara superior para ser recalentado y recirculado. Cada bujía aporta calor a la cámara y cada una es controlada por un interruptor separado para que la cantidad de calor producido pueda controlarse. El ventilador es controlado por un interruptor separado. No haga la cubierta superior o puertas herméticamente selladas. Es necesario que haya fuga de aire (escape) para la circulación, que ayuda a controlar la humedad.

Usando un desviador que puede rotar (Fig 7), el diseño arriba permite el control de cuanto del aire se recircula en el gabinete y cuanto se expulsa. Con el desviador rotado al máximo a la izquierda, todo el aire entrando al gabinete se expulsa. Con el desviador rotado al máximo a la derecha, todo el aire se recircula dentro del gabinete en vez de ser expulsado. Expulsar todo el aire afuera del secador ayuda a controlar la humedad, pero los focos no pueden calentar el aire al mismo extremo que calentarían con el aire recirculándose. Si el secador se pone en un cuarto con aire acondicionado, donde está baja la humedad ambiental para empezar, se puede rotar el desviador más a la derecha para aumentar las temperaturas y reducir el tiempo de secado. Si el secador se coloca en un lugar sin control de temperatura, las temperaturas altas afuera del gabinete se pueden moderar abriendo más el desviador hacia la izquierda. inside the cabinet.



**Figura 7.** Gabinete de secador de semillas (izquierda) y conjunto del desviador (derecha) modificado para usarse donde es necesario sacar humedad del gabinete.

Joe, Rick y Abram Bicksler también han experimentado con el uso de un soplador pequeño de aire para lograr una tasa alta de flujo de aire por lotes de semillas puestas en mallas en columnas de PVC de 3 pulgadas (Fig 8). Después de 1 hora, el contenido de humedad de las semillas, medido por peso, se redujo de 45% a 9% en un lote pequeño de semillas de calabaza. Aunque solo un lote de semillas se puede secar a la vez, los beneficios de este tipo de sistema incluyen: diseño sencillo, tiempo de secado corto, menos espacio necesario para almacenamiento y operación y poco uso de energía para la operación.



**Figura 8.** Método de secar semillas dentro de una columna de PVC utilizando un soplador de aire (izquierda). Se muestran rejillas (abajo) que sostienen las semillas dentro de la columna de PVC.



También puede reducirse la humedad de la semilla antes del almacenamiento mediante desecantes colocados en recipientes de semilla. Al utilizarse de esa manera, el desecante probablemente tendrá que reemplazarse/recircularse una o más veces hasta que la humedad de la semilla se estabiliza. Véase en la sección abajo sobre almacenamiento de semillas más explicación sobre el uso de desecantes. Para resumir, existe una serie de opciones para secar semillas. Ya sea que use el sol, gabinetes de secado, sopladores de aire, desecantes, o alguna otra innovación creativa, debe ser posible utilizar una solución para el secado que se adecúe a la mayoría de condiciones y limitaciones.

## Condiciones adecuadas

Las semillas que caen de una planta o son cosechadas entran en un período de reposo. Durante este período de reposo, las semillas no germinan hasta que se hayan alcanzado condiciones apropiadas, sin embargo, ellas están vivas. Durante la dormancia, las semillas continúan vivas. Ellas experimentan respiración celular, utilizando el oxígeno y los azúcares almacenados mientras respiran y liberan dióxido de carbono. Las temperaturas altas pueden acelerar la respiración, afectando adversamente la vida de almacenamiento de las semillas. La humedad alta, en particular cuando se combina con temperaturas altas, favorece el crecimiento de patógenos fúngicos y la posterior pudrición de las semillas. El objetivo de almacenar las semillas es mantenerlas vivas de tal manera que utilicen sus reservas de alimentos lentamente, continúen siendo viables por un largo tiempo y mantengan la energía para la germinación al momento de la siembra.

Cuando ECHO necesitó ampliar el espacio para almacenamiento de semillas, se pidió asesoría a Bob Heisey con la empresa *Peto Seed Company* (suministrador de los principales catálogos de semilla minoristas). Él dijo que si uno está guardando semilla para sólo un par de años (no para varios años, como en los proyectos para preservar variedades raras), una regla sencilla es que la temperatura en grados Fahrenheit más el porcentaje de humedad relativa debería ser menos de 100. Por ejemplo, si puedo permitirme mantener una habitación a una temperatura de 70°F, necesitaría tener la humedad relativa al 30 % o menor. [Para los que han olvidado la fórmula, puede convertir Celsius a Fahrenheit como sigue:  $^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$ ]. La humedad es el factor más importante, ya que una humedad excesiva (65% al 70%) puede provocar que las semillas secas se rehidraten y promueve el desarrollo de moho. (Los paquetes de semilla enviados del banco de semillas de ECHO están sellados; evite abrirlos hasta que esté listo para sembrar pues abrirlos prematuramente podría exponer las semillas a una humedad alta.)

Si la humedad de toda la habitación no puede bajarse tanto, es posible almacenar semilla en recipientes herméticos, con las semillas colocadas encima de un desecante (Fig. 9), que absorberá el exceso de humedad. Los desecantes incluyen carbón, leche en polvo, arroz trillado u otro material que usted haya notado que absorbe agua. Para que sea eficaz, el desecante debe estar libre de humedad al colocarlo inicialmente en el recipiente. En la demostración que aparece en la Fig. 9, el arroz dentro del recipiente primero fue calentado en un horno hasta que dejó de perder peso. Deje que el desecante calentado se enfríe en el recipiente con la tapa cerrada, para evitar que absorba humedad de nuevo antes de colocar las semillas dentro del recipiente. Un higrómetro inalámbrico, mostrado dentro del recipiente, muestra tanto la temperatura como la humedad. Para estabilizar la temperatura en un recipiente





**Figura 9.** Arroz seco dentro de un recipiente sellado con paquetes de semilla y un higrometro inalámbrico (para monitorear la humedad relativa; opcional). Foto por Tim Motis.

reemplazado (Fig. 10). Una vez que los cristales indicadores han permanecido azules por 5-7 días, puede asumirse que el contenido de humedad de las semillas es menor de 10%. ¡Se advierte que los cristales indicadores en el gel de sílice no son inocuos! No permita que los cristales indicadores se mezclen con semillas.

sellado, colóquelo en la parte más fresca de la habitación (el piso de cemento funciona bien) que esté en sombra constante. Como alternativa, entierre el recipiente sellado (que incluso puede ser un tubo de PVC con los extremos sellados, o una calabaza) debajo del suelo.

Además de los desecantes arriba mencionados, el gel de sílice es una sustancia no comestible que puede colocarse en un recipiente para semilla para secar el aire. Algunos productos de gel de sílice contienen “cristales indicadores,” que permiten un indicador visual de la humedad. Cuando los cristales indicadores están de color azul, el gel de sílice está seco; a medida que absorbe humedad, los cristales indicadores se vuelven de color rosado. Los cristales de gel de sílice que han alcanzado su capacidad de absorción de humedad pueden reciclarse simplemente al calentarlos hasta que los cristales indicadores se vuelven azules de nuevo. Los productos con los cristales indicadores son más caros que el gel de sílice sin el indicador, pero sólo se necesita una pequeña cantidad de los cristales indicadores.

En el caso de las semillas colocadas sobre el gel de sílice (con al menos unos cuantos cristales indicadores) en un recipiente sellado, si el indicador azul se vuelve rosado en sólo un par de días, el desecante debe ser recargado (calentándolo como se explicó arriba) o



**Figura 10.** Ejemplos de paquetes de gel de sílice. El paquete a la izquierda contiene cristales indicadores de color.

## Recipientes

Incluso en una habitación de clima controlado, la humedad fluctúa significativamente cuando las puertas se abren y cierran o hay interrupción de electricidad. Mantener las semillas en recipientes ayudará a estabilizar las condiciones alrededor de las semillas, ya sea en una habitación refrigerada, deshumidificada o en una parte seca y fresca de la casa.

Elija recipientes que mantengan fuera la humedad. Cualquier cosa con cierre hermético funcionará. Ejemplos incluyen las bolsas sellables Ziploc® o, en una mayor escala para semillas a granel, cubos plásticos (Fig. 11) o barriles con un empaque de goma en la tapa. Las bolsas plásticas transparentes Ziploc® deben colocarse en una habitación oscura o en una gaveta o recipiente más grande que no deje entrar la luz (para evitar la acumulación de calor y procesos de pre-germinación estimulados por la luz).



**Figura 11.** Cubos plásticos utilizados para almacenar semillas

Nótese en la Fig. 11 que hay un anillo de goma insertado en la tapa del cubo. Siempre y cuando que la tapa esté herméticamente cerrada, este empaque de goma forma un sello hermético con la tapa del cubo. Si se usa un barril, uno podría diseñar un empaque de goma a partir de un neumático viejo de bicicleta.

Como se mencionó anteriormente, es una buena idea colocar un desecante dentro del recipiente. Una capa de granos de arroz horneados en el fondo del cubo ayudará a mantener las semillas secas. Unos cuantos paquetes de gel de sílice tendrán el mismo efecto. Los desecantes tendrán que ser reemplazados de vez en cuando.

Los sobres de papel para monedas funcionan bien para almacenar pequeñas cantidades de semillas, pero asegúrese de colocarlos en un recipiente sellado ya que no son herméticos. Rotule todos los recipientes para darle seguimiento a lo que han dentro.

ECHO ha probado el almacenamiento al vacío con el objeto de controlar las plagas en el almacenamiento de semillas, como los gorgojos, y también controlar semillas



adecuadamente secadas (idealmente a un contenido de humedad del 3-8% en un estado no húmedo). El ambiente de oxígeno reducido además mantiene niveles bajos de humedad, disminuye el ritmo de respiración de la semilla, reduce los radicales libres que destruyen el funcionamiento celular, y minimiza las fluctuaciones de humedad. Un método sencillo de almacenamiento de vacío utiliza un sellador de tapa de vacío, como una bomba de bicicleta modificada, para extraer aire de un pequeño agujero perforado a través de la tapa hermética de un frasco de vidrio que contiene semillas. El extremo flojo de un pedazo de cinta adhesiva parcialmente pegado, colocado cerca del agujero en la tapa, cae en su lugar y sella el agujero cuando la boca de PVC del sellador se desprende de la tapa. Para instrucciones más detalladas de cómo modificar una bomba de neumáticos de bicicleta para producir un vacío, consulte <http://edn.link/37ew47>.

Otro método de almacenamiento al vacío es sellar al vacío semillas en bolsas plásticas adecuadas utilizando una cámara de sellado al vacío. ECHO Asia probó los efectos del almacenamiento al vacío en una amplia gama de semillas con períodos de almacenamiento que iban de un mes a un año. El almacenamiento con sellado al vacío era más eficaz que los paquetes de papel para mantener porcentajes aceptables de germinación de la semilla a través del tiempo. Sus observaciones mostraron que, al almacenar semillas en un refrigerador, las semillas en paquetes de papel pueden absorber una cantidad significativa de humedad. Como se mencionó arriba, si se usan sobres o paquetes, colóquelos en un recipiente hermético. Si desea más detalles sobre su investigación vea ECHO Asia Notes Número 14 (<http://edn.link/na7weq>).

## Control de las pérdidas de almacenamiento debido a plagas

Los hongos patógenos, los más serios de los cuales incluyen *Aspergillus* spp. (*A. flavus* provoca aflatoxinas) y *Fusarium* spp., son desanimados por condiciones secas. Las bacterias patógenas necesitan agua libre/alta cantidad de humedad y temperaturas cálidas para proliferar. Si las semillas se utilizan utilizando la “regla del 100” arriba descrita, no debería haber problemas con enfermedades fúngicas y bacterianas siempre y cuando la humedad no exceda el 65% a 65% to 70%.

Algunas enfermedades, como ciertas bacterias y virus, se transmiten a la semilla a través de la planta madre o están presentes en un estado de reposo vegetativo dentro de heridas/agujeros en la cubierta seminal. Estos pueden provocar problemas en el cultivo resultante después que se siembran las semillas. Pueden utilizarse tratamientos con agua caliente cuidadosamente controlados y varios productos químicos, pero estos están probablemente fuera del alcance de la mayoría de los pequeños productores. Lo mejor es asegurar que las semillas se produzcan bien (planificar que la maduración de la semilla ocurra durante la estación seca, y/o controlar insectos que puedan propagar virus minimizará la probabilidad de que haya enfermedades presentes en las semillas almacenadas) y que las semillas colocadas en almacenamiento estén libres de enfermedades desde el comienzo.

Los insectos en las semillas almacenadas no suelen ser un problema para semillas de alto valor porque, al tratar con cantidades pequeñas, es posible eliminar insectos o utilizar varios tratamientos (p.ej. vacío) para eliminar insectos. El calor y el aire seco en un secador de semilla, como el ilustrado anteriormente en este documento, también matarán a las orugas e insectos de cuerpo suave antes del almacenamiento de la semilla.

## Algunos consejos sobre el almacenamiento de granos

Al almacenar mayores cantidades de semillas como granos cosechados de alimentos básicos, se pueden utilizar aceites vegetales para proteger los frijoles almacenados de los ataques de los escarabajos brúquidos. Steve Mason de la Universidad de Purdue envió a ECHO un interesante artículo hecho en el CIAT en Colombia, inspirado por un antiguo método indio. Se aplicó aceite de palma africana o aceite de semillas de algodón crudo (i.e. no purificado) a frijoles secos, *Phaseolus vulgaris*, a una proporción de 5 ml de aceite por kg de frijoles, y se hicieron rotar a 35 RPM por 5 minutos –los frijoles estaban infestados con escarabajos brúquidos, *Zabrotes subfasciatus*- a 1 día y de nuevo a los 75 días. Después de 6 meses se contaron los adultos. Los controles no tratados promediaban 251 escarabajos, el aceite de palma africana no tenía ninguno, y el aceite de semilla de algodón crudo promedió 0.2 escarabajos por muestra de 100-g de frijoles. El tratamiento con 1 ml de aceite por kg de frijoles fue menos efectivo (6.4 y 5.2 escarabajos por 100g). No es claro cómo funcionan los aceites. Quizás tienen un efecto sofocante en los escarabajos; se cree que los aerosoles de aceites durmientes sobre árboles frutales interfieren con la respiración. Sin embargo, su acción debe ser más compleja porque otro trabajo ha mostrado que los insectos completamente privados de oxígeno viven más tiempo de los tratados con aceite.

Otros aceites (semilla de algodón purificado, maíz, frijol de soya purificado, aceite de coco crudo o purificado) promediaron alrededor de un 75% de reducción en el número de escarabajos, pero esto quizás no sea suficiente

para las necesidades del consumidor. El aceite de semilla de algodón redujo incluso el número de escarabajos que emergieron cuando el aceite se aplicó después que las larvas penetraron las semillas, pero sólo de 650 a 387. Los aceites agregados no disminuyeron la germinación de los frijoles. La mezcla manual del aceite y los frijoles durante 5 minutos en un frasco de vidrio fue mucho menos efectivo que darles vuelta en un barril, aparentemente porque la superficie de los frijoles no se cubrió completamente. Los aceites crudos no sólo son más baratos que los aceites refinados, sino que contienen más antioxidantes. Esto retrasa la ranciedad, que podría afectar el gusto. Por supuesto, los tratamientos no son tóxicos. Basados en los precios del aceite y los frijoles en 1978, el aceite habría costado un 0.5% del precio de mercado de los frijoles.

## VIABILIDAD DE LA SEMILLA

Si se almacena semillas, es importante probar la viabilidad (el porcentaje de semillas vivas que germinarían y crecerían) de las semillas antes del momento de plantar. Si el porcentaje de germinación es bajo, entonces sabrá que es necesario plantar más semillas. También es importante verificar el porcentaje de germinación de semillas regaladas a su proyecto por grupos de los EEUU u otros países. Muchas veces estas son semillas vencidas. Los agricultores locales pueden desilusionarse dependiendo de semillas de esta calidad cuando llega la hora crítica de sembrar, dándose cuenta que poco o ninguna germina. (Ver *Nota Técnica* de ECHO, “[Introducing New Seed Overseas](#) [Asuntos con Introducir Nuevas Semillas En Otros Países]”).

Recuerde que una prueba de germinación es solo tan confiable, en términos de predecir el porcentaje de semillas que germinarían a la hora de plantar, como la muestra utilizada para la prueba. El éxito depende de obtener una muestra de semillas típica (representativa) de la bolsa o contenedor entero de semillas. Esto es asegurado por obteniendo un muestreo aleatorio de un número suficiente de semillas. Aleatoriedad se puede lograr siguiendo estos pasos:

1. remover varios puñados de semillas, tomando semillas de un lado diferente de la bolsa o contenedor con cada puñado
2. colocar estos puñados de semillas en otro contenedor
3. mezclarlos en el otro contenedor

Con un número más grande de semillas para la prueba, resultará más preciso. En muchos casos, uno no tiene una cantidad grande para empezar. Sugerimos un mínimo de 10 semillas, pero es mejor entre 100 y 400. Una técnica aséptica es importante para reducir contaminación y resultados falsos. Asegurar de trabajar con superficies limpias, lavarse las manos, utilizar fórceps estériles y agua purificada para reducir contaminación de hongos y bacterias en la prueba.

A continuación se presentan varias técnicas para probar la germinación de la semilla:

**Método Muñeca (Hecho de Toalla de Papel):** Remojar la muestra de semillas en 10% lejía durante 2 minutos (se puede remojar durante más tiempo para semillas grandes como marango, pepinos, y frijoles), drenar, y enjuagar con agua. Se debe distribuir entonces las semillas en una toalla limpia de papel o tela. Esto se enrolla cuidadosamente en un cilindro largo y se almacenado en un lugar cálido y húmedo. Hemos encontrado que funciona bien colocando los rollos en una bandeja que contiene también un cuenca con agua. La bandeja y su contenido entonces se encierran en una bolsa plástica. Cuidar de que la luz solar directa no toque la bolsa o el contenido se calentará demasiado. Otra idea sería colocar un lado del rollo en un vaso con poca agua. Asegurar de poner etiqueta a cada rollo.

Anotar el número de semillas que germinan cada día (o cada 2 días, como prefiere). Recordar que las semillas varían mucho en tiempo requerido para la germinación. Algunas germinan en 3 días; otros tipos pueden tardar 3 semanas o más. Calcular el porcentaje que han germinado una vez esté obvio que más semillas no van a germinar.

**Platos de Petri:** Procedimientos similares, en cuanto a muestreo y conteo, se pueden usar para pruebas de germinación en platos de Petri (Fig 12). Cuando se usa platos de Petri, colocar las semillas en un pedazo de filtro de café humedecido (con agua limpia y purificada para prevenir la formación del molde) cortado a la forma del plato.

**Suelo:** También es posible utilizar suelo (Fig 12). Es un método bueno para especies que tardan más de 10 días en germinar. Con estas especies, los hongos pueden ser un factor con pruebas en platos de Petri o en papel toalla. Una prueba de germinación en suelo también tiene el beneficio de proveer una prueba más indicativa en cuanto a vigor de las plántulas. Una semilla puede germinar, pero la plántula resultante tal vez no tenga el vigor suficiente para empujarse por el suelo y producir una planta saludable. En ECHO, usamos semilleros plásticos con aperturas para una semilla en cada celda. Cartones de huevos u otros contenedores limpios se pueden usar si estas semilleros plásticos no están disponibles.

**Gabinete de Germinación de Semillas:** Para hacer pruebas de germinación de semillas y reducir los variables no controlados (las fuerzas como cambios de temperatura, riego irregular, esporas de hongos, etc.), Abram Bicksler ayudó al banco de semillas en ECHO Asia a crear un gabinete dedicado a la germinación de semillas donde estos factores se podían moderar. Hecho de un gabinete barato de cocina con dos estantes de metal, hule de espuma (para la insolación) y dos focos fluorescentes como fuente de calefacción, el gabinete provee una cámara casi sellada para crecimiento que mantiene temperaturas y humedad relativa adecuadas para germinar semillas. La cámara permite que las semillas germinen rápidamente utilizando los métodos de platos de Petri y ragdoll para medir viabilidad, y es suficientemente grande para manejar experimentos a pequeña escala. Ver las *Notas de ECHO Asia* Edición 8 para más información sobre el gabinete para germinación de semilla y un ejemplo paso a paso, ilustrado con fotos del método “Top of Paper” (Encima de papel) utilizado (<http://edn.link/wjg7kz>).



Figura 12. Prueba de germinación de semilla en un plato Petri (izquierda) y suelo (derecha).

## PUBLICACIONES Y SITIOS WEB ÚTILES

*Growing Rare Fruit From Seed.* J.M. Riley.

Los productores de frutas raras de California (*California Rare Fruit Growers*) publican un boletín trimestral. Uno de los números incluyó una tabla que incluye el ciclo de vida de almacenamiento de semillas, tipo de almacenamiento que se necesita, necesidad de interrumpir la dormancia, días para la germinación y resistencia al frío. Cubre 92 géneros. Puede encontrarse en línea en: [www.crfg.org/tidbits/seedprop.html](http://www.crfg.org/tidbits/seedprop.html).

*Agriculture and Horticultural Seeds, Their Production, Control and Distribution.* FAO.

Este es un buen recurso para responder preguntas como si uno puede producir su propia semilla de cebolla o repollo o tomate en su región, y, si es así, cómo. El libro tiene dos partes. La Parte I cubre principios generales, como desarrollo, evaluación y elección de variedades, agronomía, secado, limpieza y almacenamiento, control de calidad y evaluación, y distribución de semilla. La Parte II cubre cultivos específicos (11 cultivos de cereales, 6 cultivos de drogas, 6 cultivos de fibra, 13 leguminosas, 8 cultivos para forraje, 10 cultivos para aceite, 9 cultivos de árboles tropicales, y 22 hortalizas. Para cada cultivo, los temas típicos incluyen clima y suelo, siembra y cultivo, nutrición y riego, polinización y aislamiento, enfermedades y plagas y cosechas y trillado de semilla.

*Breed Your Own Vegetable Varieties, The Gardener's and Farmer's Guide to Plant Breeding and Seed Saving.* C Deppe . Green Books Ltd and Chelsea Green Publishing Company, Copyright 1993, 2000 by C Deppe.

*Crop Genebank Knowledge Base:* <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/seeds-pgr/gbs>

*Seed Storage of Horticultural Crops.* SD Doijode. 2001 Haworth Press Inc.

*Seed to Seed Seed Saving and Growing Techniques for Vegetable Gardeners.* S. Ashworth. Seed Savers Exchange Inc., 2002

*Bioversity Genebank Resources:* una serie de manuales y boletines técnicos, muchos de ellos pdf gratis para descargar, están disponibles en: <https://www.bioversityinternational.org/e-library/publications/training-materials/>

*Seed Aid for Seed Security Practice Briefs,* Publicación de CIAT-CRS-Care Noruega con enlaces a documentos en pdf que describen importantes principios del desarrollo con respecto a las áreas de asistencia donde no existen semillas disponibles o los agricultores tienen acceso limitado a semillas. Acceda a la información en línea en at <https://seedssystem.org/seedssystem/wp-content/uploads/2014/07/seedbrief11-.pdf>

Varias descargas en PDF sobre cómo guardar semillas: <http://openpdf.com/ebook/seed-saving-pdf.html>