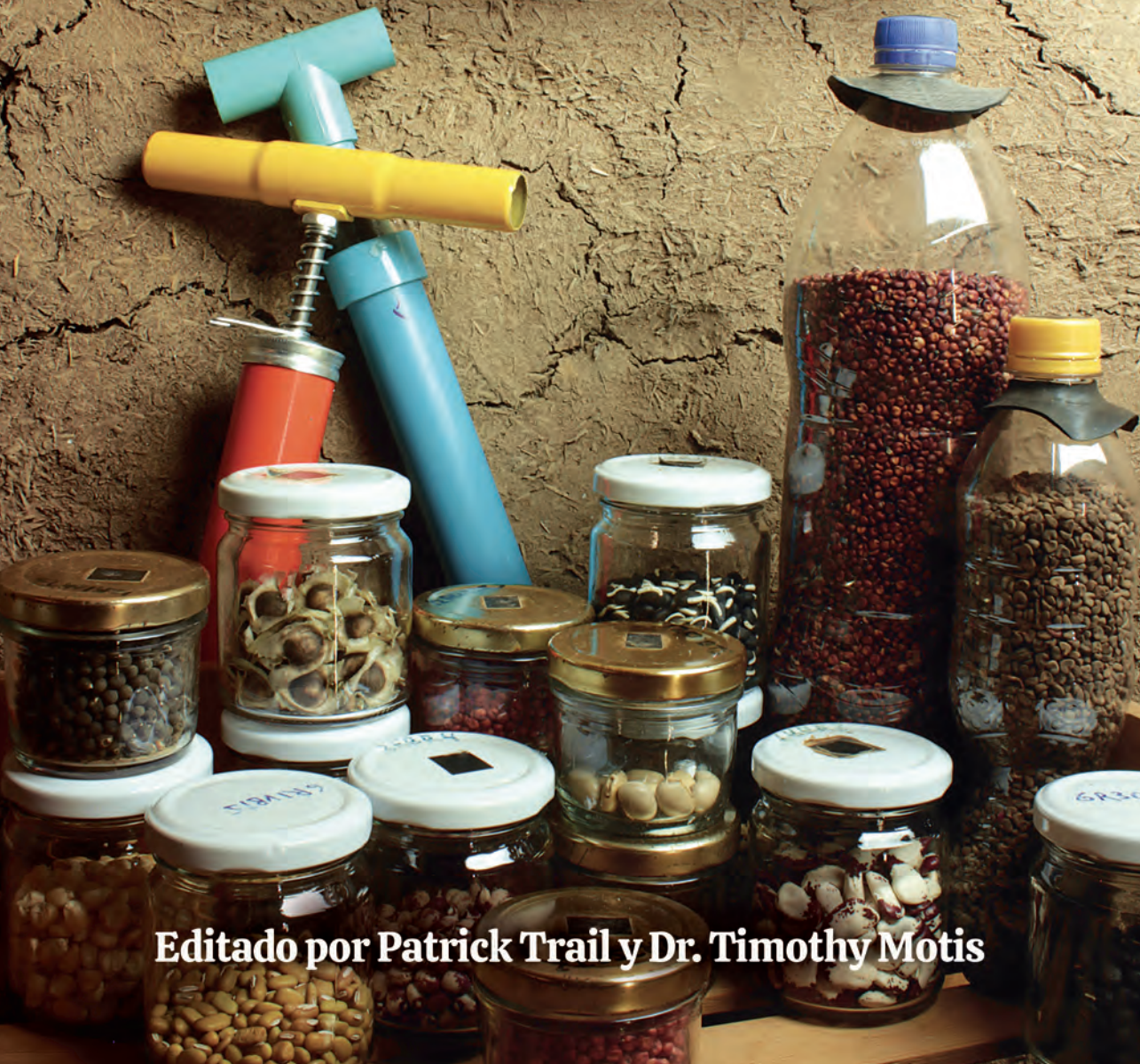


Opciones para Reservorios Comunitarios de Semillas



Editado por Patrick Trail y Dr. Timothy Motis

Opciones para Reservorios Comunitarios de Semillas
Copyright © 2024 ECHO.

Todos los derechos reservados. Este documento puede reproducirse con fines educativos si se distribuye en forma gratuita o a precio de costo y se cite a ECHO como fuente. Para cualquier otro uso, sírvase contactar a ECHO a fin de obtener permiso por escrito.

ISBN 978-1-946263-36-0

Editado por Patrick Trail, Dr. Timothy Motis, Jonathan Ribich, Dr. Abram Bicksler y Stacy Swartz

Diseño de portada e interior por Andre Fonseca
Ilustraciones por Arielle Price
Traducción realizada por Adeliene Monge



Centro de Impacto ECHO Asia
159 Moo 2
San Pa Pao, San Sai,
Chiang Mai, 50210 Tailandia
Correo-e: echoasia@echonet.org

ECHO es una organización cristiana sin fines de lucro. Si desea acceder a recursos adicionales, incluido el contacto con otros profesionales del desarrollo agrícola y comunitario, sírvase visitar nuestro sitio web: www.ECHOcommunity.org. Podrá encontrar información general sobre ECHO en su sitio web: www.echonet.org.



Contenido

Introducción a los reservorios comunitarios de semillas

16 Capítulo 1. La situación mundial de las semillas

- 16 Definición de Reservoirio Comunitario de Semillas
- 18 Acceso de los pequeños productores a semillas mejoradas
- 19 Un puente entre los sistemas de semillas formales e informales
- 21 ¿Por qué los Reservorios Comunitarios de Semillas?

22 Capítulo 2. Tipos de Reservorios Comunitarios de Semillas

- 22 En términos de función
- 22 En términos de modelo operativo

Parte I. Multiplicación de las semillas

26 Capítulo 3. Conceptos básicos de botánica

- 26 Clasificación de plantas en el reservorio de semillas
- 28 Reproducción básica de las plantas
- 29 Genética

30 Capítulo 4. Conceptos básicos de biología de las semillas

- 30 Biología de la semilla
- 32 Semillas ortodoxas vs. semillas recalcitrantes
- 33 Factores que afectan el almacenamiento de las semillas

34 Capítulo 5. Estacionalidad y la planificación de campo

- 34 Ciclo de vida de los cultivos
- 34 Plantas anuales
- 38 Plantas bienales
- 39 Plantas perennes
- 40 Sensibilidad a la duración del día
- 41 Planificación del campo

43 Capítulo 6. Polinización de las plantas

- 43 Polinización y fecundación
- 43 Autopolinización y polinización cruzada
- 45 ¿Polinización abierta (PA), híbrido u OMG?

48 Capítulo 7. Ensayos de variedades

- 48 La importancia de los ensayos de variedades
- 48 Características del cultivo a seleccionar
- 49 Cómo organizar un ensayo de variedades

Parte II. Cosecha y limpieza de las semillas

56 Capítulo 8. Selección y pureza de las semillas

- 56 Selección
- 57 Selección de semillas con características mejoradas
- 57 Saber cuándo cosechar para obtener semillas
- 58 Pureza de las semilla
- 59 Eliminación de plantas fuera de tipo para asegurar la pureza de semilla

60 Capítulo 9. Técnicas de limpieza de semillas

- 60 Por qué es importante una correcta limpieza de las semillas
- 61 Técnicas de limpieza de semillas
- 63 Métodos de limpieza de semillas
- 63 Método seco
- 66 Método húmedo
- 72 Método de fermentación

Parte III. Almacenamiento de semillas

78 Capítulo 10. Secado de las semillas

- 78 Importancia del secado de las semillas
- 79 Principios para un secado seguro
- 79 Opciones de secado natural
- 82 Opciones de secado artificial
- 85 ¿Cómo determinar si las semillas están lo suficientemente secas
- 87 Medir la humedad de las semillas

91 Capítulo 11. Tecnologías de almacenamiento de bajo costo

- 91 Condiciones de almacenamiento adecuadas
- 91 Cómo mantener las semillas secas
- 93 Opciones y métodos de desecación
- 96 Manejo de plagas en semillas almacenadas
- 97 Monitoreo de las condiciones de almacenamiento





99 Capítulo 12. Opciones de infraestructura para almacenamiento de semillas

- 99 Consideraciones sobre infraestructura para almacenamiento de semillas
- 101 Instalaciones de almacenamiento que requieren energía
- 103 Opciones de almacenamiento en construcciones con materiales naturales
- 103
- 105 Organización del espacio

Parte IV. Manejo del inventario de semillas

108 Capítulo 13. Manejo de inventario

- 108 Registro de datos
- 108 Sistemas de numeración de accesoión
- 109 Registros de accesoión
- 111 Reposición del inventario de semillas

112 Capítulo 14. Empaque y etiquetado

- 112 Opciones de empaque
- 112 Correcto etiquetado
- 113 Distribución de las semillas

Parte V. Viabilidad de las semillas

116 Capítulo 15. Prueba de viabilidad de las semillas

- 116 Importancia de hacer pruebas a las semillas con regularidad
- 116 Cálculo del porcentaje de germinación (%)
- 117 Prácticas de higiene
- 118 Métodos para pruebas de germinación

Parte VI. Intercambio y distribución de semillas

130 Capítulo 16. Intercambios de semillas

- 130 Introducción a los Intercambios Comunitarios de Semillas
- 132 Cómo organizar y facilitar un intercambio de semillas

138 Apéndice: Tabla de referencia de cultivos de semilla

154 Referencias

Prólogo

Desde el inicio de la fundación de ECHO en 1981 se decidió que la provisión de semillas, vástagos y otros tipos de germoplasma sería para su misión un área importante donde se conjugarían necesidad y oportunidad. La idea de sembrar plantas, de conservar semillas y ponerlas en las manos de quienes más las necesitan se arraigó y creció hasta convertirse en un importante impulso del ministerio de ECHO, que comenzó en Estados Unidos y se extendió posteriormente al mundo. En 2009, con el lanzamiento del primer centro de ECHO fuera de EE. UU., con sede en Tailandia, se aprovechó la oportunidad para adaptar localmente enfoques de reservorios de semillas a las necesidades y los recursos de la región según cada contexto.


A partir de ahí, el desarrollo de reservorios de semillas se convirtió para ECHO en un componente fundacional del ADN de la organización, donde cada Centro de Impacto Regional estableció sus propios reservorios de semillas. Si bien la idea era proporcionar semillas y germoplasma adecuados a nuestros socios de la red en todo el mundo, especialmente de especies olvidadas e infrautilizadas (NUS por sus siglas en inglés), creció hasta transformarse en mucho más. El trabajo de ECHO en materia de reservorios de semillas se convirtió en una forma de investigar, experimentar, aprender, convertir, equipar y servir en función del contexto a aquéllos al frente de los esfuerzos de adaptación a los fenómenos climáticos y su mitigación, así como para la conservación de la agrobiodiversidad y la cultura alimentaria en todo el mundo.

Así como el mundo ha cambiado, el paradigma de ECHO sobre los reservorios de semillas también ha cambiado: de la operación de reservorios de semillas que comparten pequeños paquetes de semillas para ensayos con socios de la red (lo cual continúa) al aprendizaje, la experimentación y el intercambio de metodologías de bajo costo y pertinentes al contexto de la producción, limpieza, secado, conservación, regeneración y comercialización en sistemas de semilla. El paradigma de ECHO se ha transformado hasta desarrollar un red mundial de socios de reservorios de semillas a fin de construir sus capacidades y que ellos mismos puedan determinar e implementar reservorios comunitarios de semillas en función de las necesidades y activos culturales y ecológicos locales.

En sus manos tiene la culminación de más de 40 años de aprendizaje, intercambio e investigación dedicada a ustedes, los gerentes de reservorios de semillas del mundo. Esperamos y oramos porque este trabajo sea sumamente práctico en su lucha por la soberanía alimentaria, el conocimiento local, la conservación de la biodiversidad y la seguridad alimentaria a través de una mejor conservación y utilización de las semillas.

Una vez escuché, “las semillas son vida”, y ellas preservan la cultura alimentaria, la biodiversidad, la identidad local y los propios medios de vida de los productores y de quienes consumen los alimentos que ellos generan. Los reservorios locales de semillas son vitales en la lucha contra el hambre y la conservación de la vida, lo que hace el trabajo de ECHO en los reservorios globales de semillas aún más importante. ¡Gracias por unirse a nosotros en esta lucha y abogar por la causa de una red de reservorios globales de semillas!

Que este libro sea una bendición para ustedes y sus comunidades,



Abram J. Bicksler, Ph.D.

Presidente y CEO, ECHO, Inc.

Prefacio

Por Patrick Trail, Director del Centro de Impacto Regional ECHO Asia

Antes de ocupar el cargo de coordinador de investigaciones en el Centro de Recursos y Reservorio de Semillas para Fincas Pequeñas de ECHO Asia, yo creía que el éxito de la investigación significaba descubrir una gran idea que pudiera cambiar el mundo. Desde entonces mi pensamiento ha evolucionado en forma tal para dame cuenta de que una buena investigación es la culminación de muchas pequeñas cuestiones de investigación respondidas con el tiempo, a fin de lograr una mejor comprensión de un tema desde muchos ángulos y experimentos individuales. Esto, en pocas palabras, es la premisa de esta publicación. Es la recopilación de muchos experimentos de investigación individuales, documentos, ideas, tecnologías y experiencias ofrecidas a lo largo de muchos años, de muchas personas, todas trabajando para promover mejores prácticas en los ámbitos de los reservorios comunitarios de semillas, la conservación de semillas y la preservación genética.

La idea de esta publicación surgió al comprender que la gran colección de trabajos relacionados con el tema de semillas de ECHO necesitaba un repositorio, un lugar donde integrarlos todos. Sobre la base de las anteriores recopilaciones de mejores prácticas agrícolas y de desarrollo en *Amaranth to Zai Holes* (Del amaranto a los hoyos Zai) (Meitzner y Price, 1996). y *Agricultural Options for Small-Scale Farmers* (Opciones agrícolas para pequeños productores) (Motis y Berkelaar, 2012), esta publicación sigue un formato similar pero centrado en una de las más grandes fortalezas de ECHO como organización... las semillas. Con docenas de *Notas de Desarrollo de ECHO*, *Notas de ECHO Asia*, artículos de publicaciones revisados por pares y manuales prácticos dedicados a prácticas sobre reservorios de semillas en pequeña escala, era el momento de reunirlos para formar una colección integral, lo que generó la idea de “Opciones para reservorios comunitarios de semillas”.

Debo señalar que esta publicación refleja el modelo base de red de ECHO, donde se han recopilado nuevas técnicas, tecnologías y mejores prácticas de un diverso grupo de profesionales individuales y fuentes de todo el mundo; personas que han ideado soluciones innovadoras para desafíos complicados y están dispuestas a compartir todo con las manos abiertas. Si bien ECHO ha trabajado duro para recopilar y verificar estas mejores prácticas a lo largo de muchos años, debe quedar claro que no nos atribuimos el crédito por cada innovación individual. Seguimos comprometidos con darle crédito a quien lo merece y esperamos que esto se refleje en cada caso concreto.

Uso previsto de este recurso

Es importante que el lector entienda que esta publicación ha sido diseñada cuidadosamente con miras a alcanzar distintos objetivos, dirigidos principalmente a gerentes de reservorios comunitarios de semillas, tanto actuales como futuros. Es la esperanza de los autores que esta publicación pueda utilizarse como una herramienta práctica en los siguientes aspectos:

1). **Como guía de referencia:** Ya sea que usted sea actualmente el gerente de un reservorio comunitario de semillas o espere manejar el suyo propio en el futuro, este libro podrá servirle con una guía de referencia técnica. Los lectores notarán que se han incluido tablas de referencia y apéndices para resumir información detallada, como tasas aceptables de germinación de semillas para especies de cultivos específicas, distancias de siembra recomendadas para mantener la pureza de las semillas, así como otra información de este tipo que no es necesario memorizar pero a la que se podrá recurrir según sea necesario.

2). **Como recopilación de opciones prácticas:** Aunque ya existen muchas publicaciones científicas sobre el tema, este libro ha sido concebido como una guía práctica para quienes trabajan en contextos con recursos limitados. Las técnicas, tecnologías y mejores prácticas presentadas en las siguientes páginas han sido seleccionadas cuidadosamente por su utilidad práctica, como 'opciones' para quienes que buscan manejar de manera asequible sus propias operaciones de conservación de semillas.

3). **Como programa de capacitación:** Este libro también ha sido organizado en un formato que puede utilizarse como lista de comprobación en programas de capacitación para estudiantes y pasantes gestores de reservorios comunitarios de semillas. Este libro está diseñado de una manera que lleva al lector 'de la A a la Z' a través de los pasos individuales necesarios para operar su propio reservorio de semillas. Desde la selección de variedades de cultivos, hasta la cosecha, el secado, la limpieza, el almacenamiento, el inventario y el intercambio, un estudiante del tema puede usarlo como una guía en cada paso necesario.

Dicho esto, confío en que los lectores se beneficiarán de este práctico kit de herramientas y espero que le sirva bien en sus esfuerzos por conservar y compartir semillas con aquellos que más las necesitan. ECHO welcomes you into its growing network of community seed banks and looks forward to learning from your own innovations as you discover them. ECHO le da la bienvenida a esta creciente red de reservorios comunitarios de semillas y espera aprender de las innovaciones que ustedes vayan descubriendo. Que este recurso los guíe al ayudar a otros a tener acceso a semillas, a una diversidad de variedades, a conservar lo que se está perdiendo y a una mejor seguridad alimentaria para aquellos que vayan encontrando.



Lista de comprobación en el aprendizaje sobre semillas

Introducción a los Reservorios Comunitarios de Semillas

Capítulo 1. La situación mundial de las semillas

- Definición de Reservorio Comunitario de Semillas
- Acceso del pequeño productor a semilla mejorada
- Un Puente entre los sistemas de semillas formales e informales
- ¿Por qué Reservorios Comunitarios de Semillas?

Capítulo 2. Tipos de Reservorios Comunitarios de Semillas

- En términos de función
- En términos de modelo operativo

Parte I. Multiplicación de semillas

Capítulo 3. Conceptos básicos de botánica

- Clasificación de plantas en el Reservorio de Semillas
- Reproducción básica de la planta
- Genética

Capítulo 4. Aspectos básicos de la biología de la semilla

- Biología de la semilla
- Semillas ortodoxas vs. recalcitrantes
- Factores que afectan el almacenamiento de la semilla

Capítulo 5. Estacionalidad y planificación de campo

- Ciclo de vida del cultivo
- Plantas anuales
- Plantas bienales
- Plantas perennes
- Sensibilidad a la duración del día
- Planificación de campo

Capítulo 6. Polinización de la planta

- Polinización y fertilización
- Autopolinización y polinización cruzada
- ¿Polinización abierta (PA), híbrido u OMG

Capítulo 7. Ensayos de variedades

- La importancia de los ensayos de variedades
- Características deseables de los cultivos
- Cómo organizar un ensayo de variedades

Parte II. Cosecha y limpieza de las semillas

Capítulo 8. Selección y pureza de las semillas

- Selección de semillas con características mejoradas
- Cuándo cosechar las semillas
- Pureza de las semillas
- Eliminación de plantas fuera de tipo para asegurar la pureza de las semillas

Capítulo 9. Técnicas para la limpieza de las semillas

- Por qué es importante la limpieza adecuada de las semillas
- Método seco
- Método húmedo
- Método de fermentación

Parte III. Almacenamiento de las semillas

Capítulo 10. Secado de las semillas

- Importancia del secado de las semillas
- Principios para un secado seguro
- Opciones de secado natural
- Opciones de secado artificial
- Cómo determinar si las semillas están suficientemente secas
- Cómo medir la humedad de las semillas

Capítulo 11. Tecnologías de almacenamiento de bajo costo

- Condiciones de almacenamiento adecuadas
- Opciones y métodos desecantes
- Manejo de plagas de semillas almacenadas
- Monitoreo de las condiciones de almacenamiento

Capítulo 12. Opciones de infraestructura para almacenamiento de semillas

- Consideraciones sobre infraestructuras para el almacenamiento de semillas
- Instalaciones de almacenamiento que necesitan electricidad
- Opciones de sitios de almacenamiento construidos con materiales naturales
- Organización del espacio

Parte IV. Gestión del inventario de semillas

Capítulo 13. Manejo de inventario

- Registro de datos
- Sistemas de numeración de accesión
- Registros de accesión
- Reposición del inventario de semillas

Capítulo 14. Empaquetado y etiquetado

- Opciones de empaquetado
- Etiquetado apropiado
- Distribución de las semillas

Parte V. Viabilidad de la semilla

Capítulo 15. Pruebas de viabilidad de las semillas

- Importancia de las pruebas regulares en las semillas
- Cálculo del porcentaje de germinación (%)
- Prácticas de higiene
- Métodos para las pruebas de germinación
 - Método de Petri
 - Método de rollo de papel (*Ragdoll*)
 - Siembra directa

Parte VI. Intercambio y distribución de las semillas

Capítulo 16. Intercambios de semillas

- Introducción a los intercambios comunitarios de semillas
- Cómo organizar y facilitar un intercambio de semillas

MeTL
GROUP
The People's Brand

www.metl.net

Manufactured by:
EAST COAST OILS AND FATS LIMITED
P.O.Box 50054, Zamcango Street, Kurasini
Dar es Salaam, Tanzania
Tel: +255 22 2850860, 2851175, Fax: 0732862530
E-mail: sales@metl.net





The image shows a traditional thatched roof structure in the foreground, with a tiled building and palm trees in the background. The scene is set outdoors, likely in a rural or agricultural area. The text is overlaid on the image in a large, white, bold font.

Introducción a los reservorios comunitarios de semillas

Capítulo 1. La situación mundial de las semillas

Las semillas constituyen la base de la producción agrícola, lo que permite a los agricultores reproducir la diversa gama de cultivos que alimentan nuestro mundo. Si bien la conservación de semillas ha sido parte integral de los sistemas de producción agrícola desde el inicio, afronta nuevos retos que merecen atención. Estos retos surgen de una combinación de limitaciones ambientales, sociales y políticas, en un contexto agrícola mundial en rápida transformación. Las explotaciones agrícolas o fincas son cada vez más grandes, hay menos productores y las empresas multinacionales suministran lo que antes se producía en el ámbito local. El conocimiento tradicional está siendo reemplazado por enfoques agrícolas reglamentados, incluida la adopción de semillas híbridas que los productores no pueden conservar ni multiplicar sin que haya una disminución en el rendimiento de los cultivos con el tiempo. Las semillas con genética mejorada están disponibles a nivel comercial para muchos, pero la genética local se está perdiendo y las semillas disponibles comercialmente suelen ser demasiado caras para quienes más las necesitan.

No obstante, los pequeños productores aún tienen la oportunidad de producir, conservar y compartir semillas asequibles y accesibles para todos. Este libro presenta herramientas prácticas para profesionales y personal de campo que trabajan con comunidades de pequeños productores. Ofrece una combinación de experiencia y teoría científica, junto con técnicas y tecnologías probadas, diseñadas para el establecimiento y operación de reservorios de semillas a pequeña escala en climas tropicales con recursos financieros limitados.

Definición de Reservorio Comunitario de Semillas

Primero, definiremos algunos términos clave para distinguir los muchos temas que se solapan y que a veces resultan confusos en esta esfera. ¿Cuál es la diferencia entre un “reservorio de semillas” y un “reservorio de germoplasma”? ¿No son lo mismo? ¿Son intercambiables los términos “conservación de semillas” y “reservorio de semillas”? ¿Deberían tratarse estos temas de manera diferente? La breve lista de definiciones que aparece a continuación responde a estas preguntas. Los siguientes términos se utilizarán repetidamente a lo largo de esta publicación y le ayudarán a comprender mejor los objetivos de este libro:

Reservorio de germoplasma: un espacio o lugar donde se puede almacenar material genético de potencial importancia para el futuro, generalmente para su uso por parte de fitomejoradores o criadores de ganado y científicos. El material genético puede incluir semillas, cultivos de tejidos vegetales, germoplasma o incluso material de reproducción de ganado.

Reservorio de semillas: un espacio o lugar donde se pueden almacenar semillas o germoplasma vegetal de potencial importancia para el futuro. Es un tipo de reservorio de germoplasma que presta servicios a diversas partes interesadas, incluidos hortelanos, agricultores, fitomejoradores y científicos. Los reservorios de semillas pueden existir para preservar pequeñas cantidades de muchas especies diferentes o cantidades mayores de solo unas pocas especies.

Conservación de semillas: la práctica de conservar o guardar semillas para su reproducción o multiplicación en el futuro; tradicionalmente realizada por particulares año tras año, almacenando las semillas entre la cosecha y la siembra de la siguiente temporada de cultivo. No obstante, también puede hacerse durante varios años, almacenando las semillas por períodos más prolongados.

Reservorio de semillas: la práctica de establecer, organizar y gestionar instituciones destinadas a la conservación y el almacenamiento de semillas. El reservorio de semillas conlleva gestión de inventarios, finanzas y mantenimiento de la infraestructura de almacenamiento. A menudo, el reservorio de semillas funciona más allá del ámbito individual, y suele ser organizado y gestionado por varias partes interesadas.

Empresa de semillas: negocio dedicado a la reproducción y venta de semillas con fines de lucro. Las empresas de semillas suelen centrarse en un número limitado de cultivos y producen grandes cantidades para su venta y distribución a los compradores.

Reservorio Comunitario de Semillas (RCS): un tipo de reservorio de semillas que existe para atender a una comunidad específica o a un pequeño grupo de comunidades. Estos reservorios se centran en dar acceso a semillas de mayor calidad en zonas desatendidas o que no son cubiertas por los sistemas formales de semillas, p.ej. en áreas remotas o rurales. Por lo general los miembros de la comunidad donde se encuentran estos reservorios son sus propietarios o los gestionan.



Acceso de los pequeños productores a semillas mejoradas



Un hombre de la etnia Pa-O muestra las semillas que recibió durante un evento de intercambio de semillas en Myanmar.



Almacenamiento tradicional de semillas arriba del fuego, norte de Tailandia.

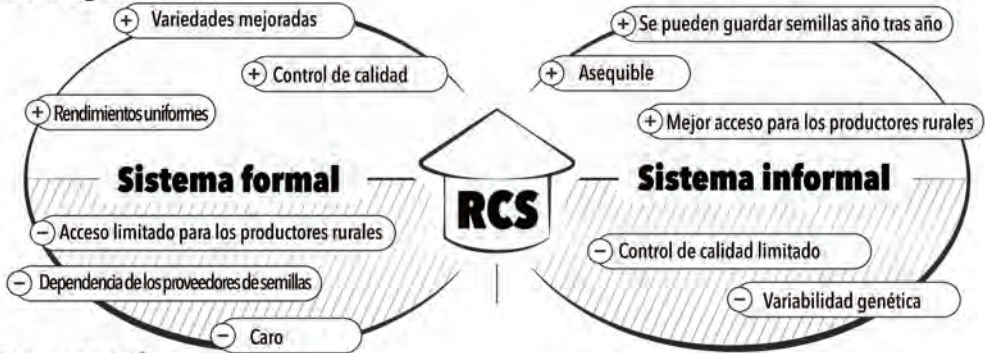
Como ya se mencionara, las semillas son la base de la agricultura, y su papel en el desarrollo agrícola no puede subestimarse. En un panorama agrícola mundial donde aún trabajan activamente 500 millones de pequeños productores, existen importantes oportunidades para mejorar el acceso y el uso de semillas disponibles en el ámbito local. El acceso a semillas mejoradas les ofrece opciones para aumentar la diversidad de los cultivos que siembran, mayor flexibilidad en la época de siembra y una mejora general del rendimiento.

Sin embargo, según el Informe del Índice de Acceso a Semillas de 2019 (*World Benchmarking Alliance, 2019*), solo 47 millones de los 500 millones de agricultores del mundo tuvieron acceso a una de las 13 mayores empresas internacionales de semillas en 2017, menos del 10 % de los pequeños productores a nivel mundial. Entonces, ¿dónde acostumbran obtener sus semillas los pequeños productores? ¿Las compran en mercados y a empresas de semillas más pequeñas, o ellos mismos las conservan? Estas son preguntas cruciales que, en conjunto, constituyen la motivación fundamental para establecer reservorios de semillas locales a pequeña escala, que en adelante denominaremos Reservorios Comunitarios de Semillas (RCS).

Un puente entre los sistemas de semillas formales e informales

Antes de considerar el establecimiento de un reservorio de semillas o una institución de conservación de semillas, es fundamental comprender primero los sistemas de semillas actuales de los pequeños productores en las comunidades meta. Estos productores tienden a obtener sus semillas de diversas fuentes, que generalmente pertenecen a dos sistemas principales: el sistema formal y el sistema informal (Almekinders y Louwaars, 2002). Como se ilustra a continuación, estos dos sistemas suelen operar de forma independiente y desempeñan papeles significativamente diferentes según el tipo de semilla, el acceso y el costo para el productor. Ambos tienen su lugar en los sistemas generales de producción agrícola y pueden beneficiar a los agricultores de distintas maneras.

Ventajas



Desventajas

Los sistemas locales y formales de suministro de semillas a los agricultores: dos sistemas que funcionan en paralelo con relativamente poca interacción

El sistema formal de semillas es el sistema más reconocido y fácil de definir. Las semillas que provienen de este tipo de sistema generalmente son producidas por instituciones gubernamentales o corporativas, lo que da como resultado variedades de cultivos “mejoradas” o “modernas”. Estas suelen incluir variedades de semillas híbridas, principalmente de cereales o de especies hortícolas de alto valor. Los sistemas formales de semillas por lo común involucran reservorios de germoplasma internacionales y nacionales, así como programas de mejoramiento genético de cultivos desarrollados por universidades e instituciones de investigación. Estos sistemas confieren gran importancia al control de calidad, la pureza genética y a características específicas de los cultivos, como la resistencia a enfermedades, la tolerancia a la sequía y un mayor potencial de rendimiento.

Los sistemas informales de semillas, sin embargo, no son tan fáciles de definir, pero desempeñan un papel fundamental en los sistemas agrícolas de los pequeños productores. Además de las prácticas tradicionales de conservación de semillas, el abastecimiento en estos sistemas informales también incluye el intercambio con los vecinos y la compra a vendedores locales.

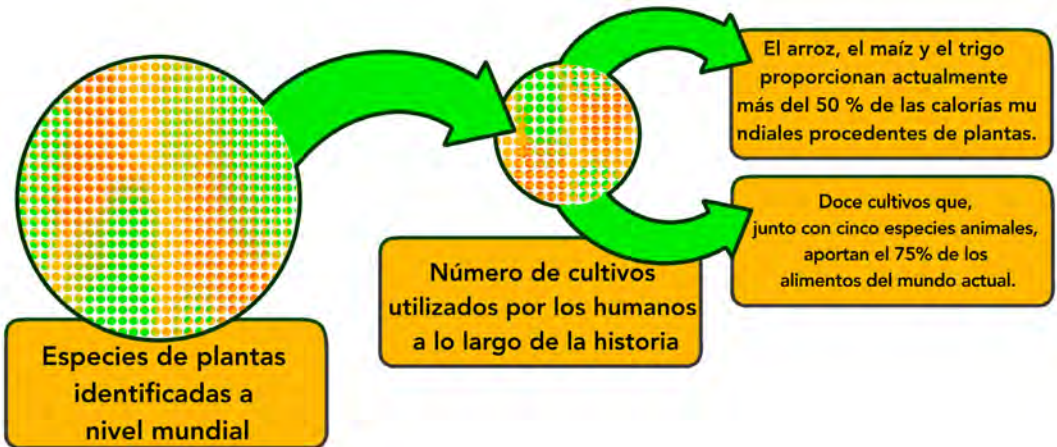
En la siguiente tabla se comparan las semillas obtenidas a través de sistemas formales e informales.

	Sistemas formales de semillas	Sistemas informales de semillas
Fuente	Programas gubernamentales de semillas; reservorios de germoplasma nacionales e internacionales	Conservación de semillas por los productores; intercambio entre productores; vendedores locales de semillas
Porcentajes totales de semillas	~10%	~90%
Acceso para los productores	Distribuidores de semillas reconocidos oficialmente o programas gubernamentales de semillas	Vendedores locales de semillas; vecinos; redes comunitarias
Tipo de cultivo	Cultivos de cereales híbridos o especies hortícolas de alto valor	Polinización abierta; variedad tradicional; especie olvidada y subutilizada
Beneficios	Uniformidad varietal; mayor rendimiento; resistencia a enfermedades específicas; características de cultivo específicas; control de alta calidad	Asequible; las semillas se pueden guardar año tras año; adaptado localmente; disponible localmente; diversidad genética
Limitaciones	Caro; limitada diversidad genética; Las semillas no se pueden conservar de un año a otro	Bajo control de calidad; mercado/disponibilidad incierta

En este libro nos centraremos en los Reservorios Comunitarios de Semillas (RCS), que ofrecen un gran potencial para cerrar las brechas entre los sistemas de semillas formales e informales. Por su capacidad para proporcionar semillas de mayor calidad y genética mejorada a las comunidades rurales, los RCS ofrecen la posibilidad de brindar servicios muy necesarios que quizás no entonces existían. Si bien los RCS se asemejan a los sistemas de semillas formales al llevar un registro de las variedades y mantener el control de calidad, operan de manera informal al compartir, intercambiar y distribuir semillas en las comunidades desatendidas. Este equilibrio hace que los RCS sean cada vez más atractivos para las comunidades rurales y explica en parte su creciente prevalencia a nivel mundial.

¿Por qué los Reservorios Comunitarios de Semillas?

Existen muchos beneficios al establecer y operar RCS y numerosos incentivos para incorporarlos a las estrategias de desarrollo rural. Tienen además el potencial de combatir la pérdida de material genético de los cultivos y, por lo tanto, de frenar la pérdida de biodiversidad agrícola. La continua pérdida de biodiversidad se debe a muchos factores, incluida la disminución mundial del número de agricultores y sus conocimientos tradicionales; el aumento de la siembra de cultivos híbridos y la consiguiente dependencia de las empresas de semillas; y las preferencias del mercado que favorecen las especies de cultivos transportables o comercializables. De las casi cuatrocientas mil especies de plantas identificadas en el mundo, más del 50 % de las calorías mundiales provienen de sólo tres cultivos: el arroz, el trigo y el maíz (Vernooy et al., 2020). Por ello, es importante promover estrategias que protejan y preserven la biodiversidad de los cultivos locales, especialmente en lugares donde las dietas, antes diversas, se están homogeneizando cada vez más.



El estado de las plantas del mundo (RBG Kew, 2016; FAO, 1999). Imagen adaptada por Arielle Price

Además, los RCS ofrecen beneficios en caso de un desastre mayor. Estos eventos incluyen inundaciones, tifones, deslizamientos de tierra, sequías, conflictos civiles, pandemias, huelgas y otras fuerzas disruptivas. Ante un desastre de este tipo, los pequeños productores deben tener acceso inmediato a semillas para resembrar y recuperarse de la calamidad. Los RCS puede ofrecer semillas accesibles en el ámbito local cuando los caminos o las carreteras, la infraestructura y las cadenas de suministro están interrumpidas. Esto ofrece un mecanismo de resiliencia único para las comunidades rurales que pueden experimentar retrasos en la recepción de ayuda y socorro.

Capítulo 2. Tipos de Reservorios Comunitarios de Semillas

En términos de función

Los reservorios de semillas, al igual que las semillas, son diversos. Difieren en tamaño, escala y propósito. Categorizarlos, no obstante, resulta útil para planificar esfuerzos dirigidos a la creación de reservorios comunitarios de semillas. Esto puede hacerse en función de su uso, clasificándolos en una de las tres funciones generales identificadas para los reservorios de semillas:

1. Asistencia: su objetivo es proporcionar semillas a los productores necesitados, ya sea mediante la venta o la distribución gratuita.
2. Producción: su objetivo es ofrecer semillas para mejorar la genética de los cultivos. Entre los beneficiarios se incluyen productores que buscan variedades mejoradas y fitomejoradores que buscan germoplasma para mejorar las variedades de semillas.
3. Preservación: su objetivo es mantener y proteger el germoplasma de semillas. Por lo general las semillas no se multiplican para su venta o distribución, sino para salvaguardar contra la pérdida de material genético en caso de calamidad.

Los RCS pueden existir para ofrecer una combinación de estos beneficios para los usuarios finales, pero es una buena práctica identificar un propósito principal antes de establecer cualquier operación (Pellegrini y Balatti, 2016).

En términos de modelo operativo

Modelo institucional

Los reservorios comunitarios de semillas de este modelo tradicionalmente se establecen gracias al apoyo de organizaciones no gubernamentales (ONG), con el



Resultados de una actividad de aprendizaje participativo en el primer Foro Regional de Gerentes de Reservorios de Semillas en Chiang Mai, Tailandia, 2019.

objetivo de empoderar a las comunidades locales para que preserven y compartan sus semillas. Los reservorios de semillas se ubican en las comunidades a las que sirven, pero el apoyo y el financiamiento que reciben proviene de fuentes externas. Cada vez más, las organizaciones locales de base apoyan la creación de reservorios de semillas institucionales. Las semillas se distribuyen a las comunidades meta de forma gratuita, para su venta o intercambio, pero en gran medida son subsidiadas por la organización anfitriona.

Según los recursos disponibles, los reservorios de semillas institucionales pueden ir desde sofisticadas instalaciones de almacenamiento en frío hasta locales de almacenamiento de semillas de bajo costo y no conectados a la red eléctrica.

Modelo cooperativo

A diferencia de los reservorios de semillas institucionales, los reservorios de semillas en régimen de cooperativa son gestionados por sus miembros, quienes como beneficiarios apoyan a través de cuotas o compromisos de membresía. Los miembros pueden ser personas individuales o grupos de personas. Un ejemplo es el Reservorio de Semillas de Kahelu en Patheingyi, Myanmar. Este reservorio recibe apoyo de una gran asociación de iglesias, donde cada una de las cuales aporta una pequeña cantidad para la marcha continua del mismo. Existen acuerdos similares con diversas cooperativas de productores que valoran la conservación y el acceso a las semillas por parte de sus miembros.

Bibliotecas de semillas

Una **biblioteca de semillas** es un modelo de reservorio de semillas que permite a los productores obtener semillas de forma gratuita o mediante una membresía, con el entendimiento de que ellos devolverán algunas semillas de la cosecha al final de la temporada. En cierto modo, los usuarios toman semillas prestadas. Las bibliotecas de semillas pueden funcionar de manera que estén abiertas al público o reservadas a los productores miembros del reservorio de semillas. Por lo común atienden a la población local de una comunidad y se centran en semillas de polinización abierta y genéticamente diversas, aptas para el cultivo en la región (Global Seed Savers, s.f.).



Reservorio Comunitario de Semillas del Seminario de Lisu, Pyin Oo Lwin, Myanmar.





Parte I. Multiplicación de las semillas

Capítulo 3. Conceptos básicos de botánica

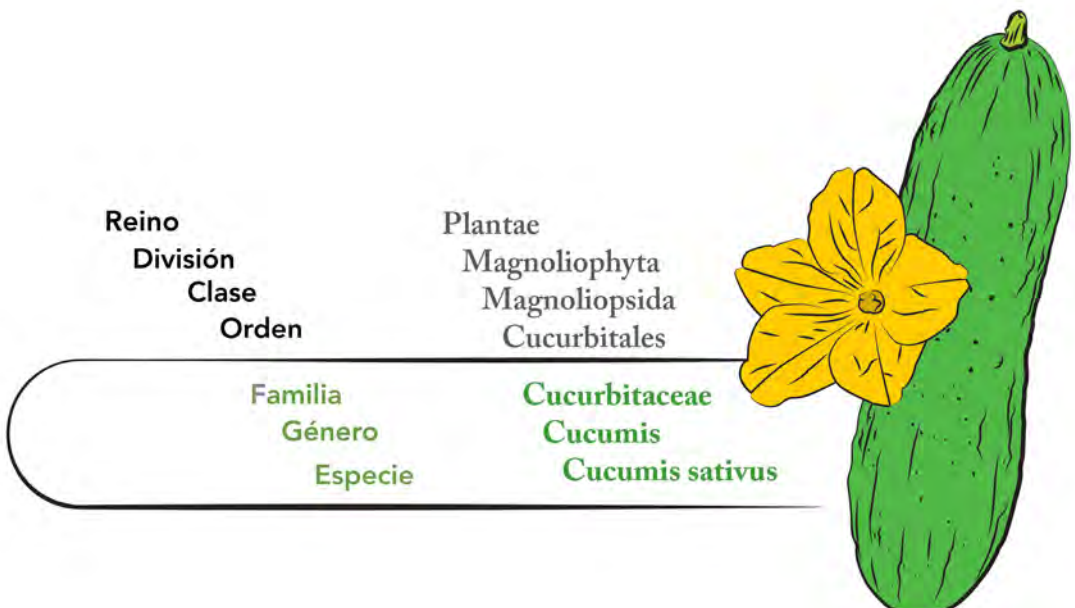
Clasificación de plantas en el reservorio de semillas

Aquí distinguimos entre nombres comunes y nombres botánicos. El nombre común de una planta se refiere a cómo suele llamarse localmente. Las plantas tienen varios nombres comunes en diferentes idiomas, dialectos, regiones o incluso para distintos usos (por ejemplo, plátanos verdes frente a plátanos maduros). Si bien una planta puede tener muchos nombres comunes, solo tendrá un nombre botánico. Los nombres botánicos también se denominan nombres científicos.

La nomenclatura científica ofrece una base de clasificación constante y, por lo tanto, se utiliza en la gestión de reservorios de semillas. El uso de la nomenclatura científica también nos ayuda a tomar decisiones de gestión basadas en lo que sabemos sobre cómo se relacionan entre sí las diferentes líneas de plantas. Todas las plantas terrestres multicelulares pertenecen al mismo **Reino** general de plantas vasculares. A partir de ahí, las plantas que forman semillas están en la **División/Filo** de plantas con flores, que a su vez se dividen en Clases principales (dicotiledóneas, monocotiledóneas, etc.). La clasificación **Orden** puede ser muy útil para la identificación de plantas, ya que las plantas del mismo orden a menudo tienen estructuras vegetales similares, como patrones de hojas o inflorescencias (estructuras florales).

En el ámbito de los reservorios de semillas, se utiliza principalmente las clasificaciones **Familia, Género y Especie**.

Herramienta de clasificación de plantas basada en los niveles taxonómicos desde el más alto (reino) al más bajo (especie).



Familia

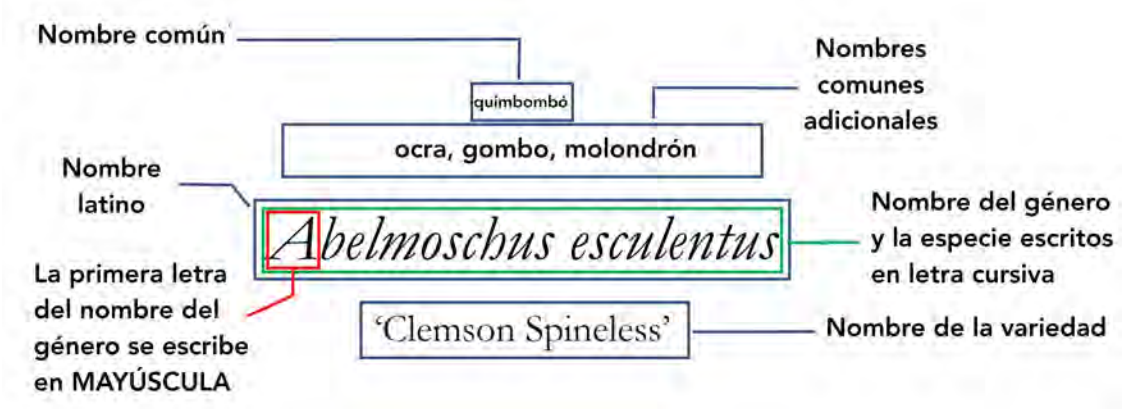
Las plantas de la misma familia, como los *Allium* de la familia *Amaryllidaceae*, tienen requisitos de manejo similares en el campo, en general se pueden cosechar de forma parecida y se les aplican técnicas similares de procesamiento y almacenamiento postcosecha. Al hacer sus planes estacionales para el cultivo de semillas con fines de multiplicarlas, conviene rotar entre las familias de plantas, ya que las de la misma familia tienden a tener necesidades nutricionales, susceptibilidad a enfermedades y hábitos de crecimiento similares.

Género

Un género es un grupo de especies similares y puede tener miles de especies/subespecies, como el género *Vigna*. Salvo raras excepciones, las plantas del mismo género no pueden cruzarse entre sí. Estas excepciones dan lugar a híbridos intergenéricos que no son estables en términos genéticos y requieren la regeneración de semillas híbridas para cada siembra anual.

Especie

Las plantas de la misma especie gozan del potencial genético de reproducirse o cruzarse entre sí. La forma en que se reproducen (autofecundación o polinización cruzada) determinará en qué medida se produce realmente el cruce. Una especie vegetal siempre se representa con un binomio en latín escrito en letra cursiva, donde el género va con mayúscula y la especie con minúscula, como se muestra a continuación. Las plantas de la misma especie presentan más similitudes que diferencias en su composición genética.



Elementos de la nomenclatura vegetal, ilustrados con el ejemplo del quimbombó (*Abelmoschus esculentus*).

Existen subespecies de especies, como las diversas subespecies de *Brassica oleracea* (p. ej., *Brassica oleracea* var. *capitata* es la col o repollo, mientras que *Brassica oleracea* var. *botrytis* designa a la coliflor).

Los términos variedades, razas locales o cultivares son las líneas creadas mediante selección o intervención humana y, si bien no forman parte de la nomenclatura técnica, nos ayudan a definir los desarrollos genéticos de las plantas y son igualmente importantes.

Reproducción básica de las plantas

Estructuras vegetativas versus semilla

La reproducción de las plantas puede ser asexual y/o sexual. La asexual implica el uso de partes vegetativas para propagar nuevas plantas. Ejemplos de partes vegetativas incluyen tallos aéreos (p. ej., chaya), tallos que crecen horizontalmente por encima (estolones; p. ej., fresa) o por debajo (rizomas; p. ej., bambú) de la superficie del suelo, y estructuras radiculares como tubérculos (p. ej., ñame) o tallos subterráneos modificados llamados raíces tuberosas (p. ej., batata). Los métodos de propagación vegetativa incluyen la toma y el enraizamiento de esquejes, la división de raíces y el injerto.

El personal de los reservorios de semillas puede ofrecer material vegetativo, como esquejes y tubérculos, a sus clientes. Sin embargo, los reservorios de semillas se ocupan principalmente de plantas de reproducción sexual. La reproducción sexual de las plantas implica la polinización de las flores para producir semillas. La mayoría de los cultivos agrícolas florecen y producen semillas que luego se dispersan por el viento, el agua, el aire o los animales (incluidos los humanos).

La comprensión de la polinización sirve de base en las prácticas de multiplicación de semillas y se fundamenta en el conocimiento de las partes de la flor.

Estructura y función de la flor

La estructura reproductiva de una angiosperma (planta con flores) contiene una o más flores. Según la especie, las flores pueden contener todas las partes o sólo algunas. El **óvulo** se encuentra en el centro de la mayoría de las flores, en la base. El polen llega al óvulo tras ser transferido desde el **estambre** (estructura masculina de la flor) hasta el **estigma** (estructura femenina) y bajar por el **estilo**. Cada ovario dentro del óvulo produce una semilla. Se dice que una flor es femenina si solo tiene estructuras femeninas. Del mismo modo, las flores con solo partes masculinas se denominan masculinas. Las flores con estructuras femeninas o masculinas se llaman **imperfectas**, mientras que las que tienen estructuras tanto masculinas como femeninas se denominan **perfectas**.

Algunas plantas, como las calabazas, son **monoicas**, es decir, tienen flores masculinas y femeninas en la misma planta. Otras especies, como el gac (*Momordica cochinchinensis*), son **dioicas**, con flores masculinas y femeninas en distintas plantas. Es importante saber esto para la producción de semillas, a fin de poder calcular el número de plantas necesarias para una polinización exitosa y la diversidad genética. Los **pétalos** son de colores distintos según la variedad y atraen a los polinizadores. Los **sépalos** (juntos llamados cáliz) protegen los botones florales, también atraen a los polinizadores y, en ocasiones, son comestibles (p. ej., el hibisco).

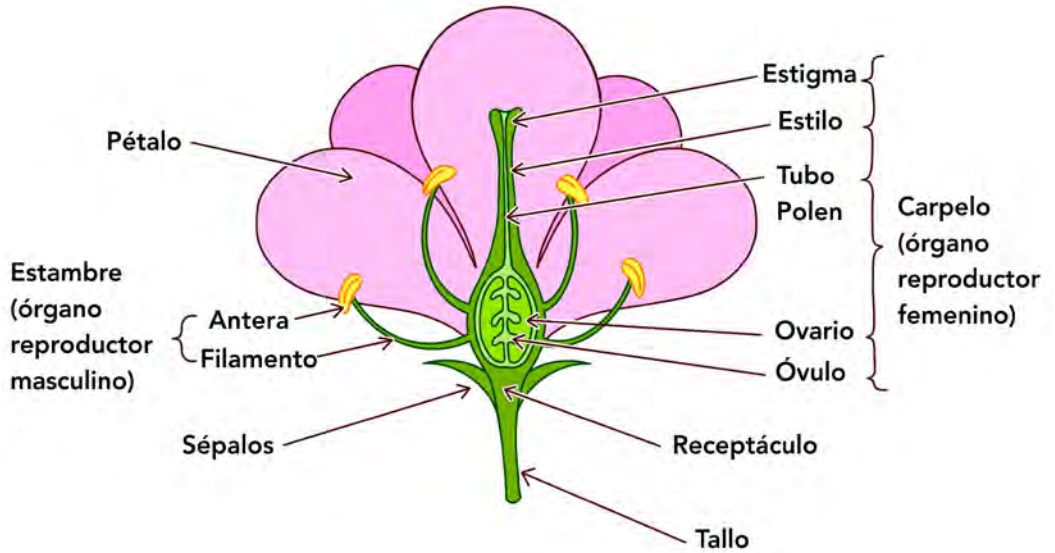


Diagrama de la estructura de la flor. Fuente de la imagen: Arielle Price

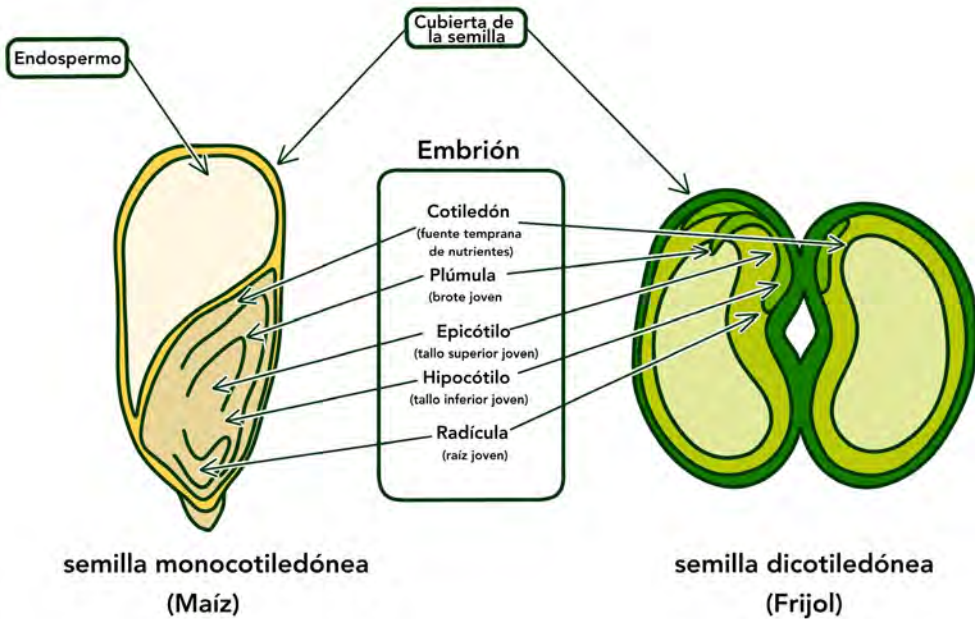
El capítulo 6 contiene más información sobre la polinización y sus implicaciones para la multiplicación de las semillas.

Genética

Los rasgos de las plantas se transmiten de una generación (progenitores) a la siguiente (descendencia). Los rasgos son características de una planta, como el color de la flor, que están controladas por los **genes**. Cada rasgo genético puede tener dominancia completa, incompleta o intermedia, de modo que la probabilidad de que se transmita de una generación a otra puede variar.

La propagación vegetativa da como resultado plantas genéticamente iguales a la planta madre. La propagación por semilla, en cambio, resulta en descendencia con una combinación de genes de las plantas progenitoras. Por lo tanto, las plantas cultivadas a partir de semillas pueden no tener exactamente los mismos rasgos que sus progenitores.

Capítulo 4. Conceptos básicos de biología de las semillas



Anatomía de las semillas de monocotiledóneas y dicotiledóneas. Fuente de la imagen: Arielle Price

Biología de la semilla

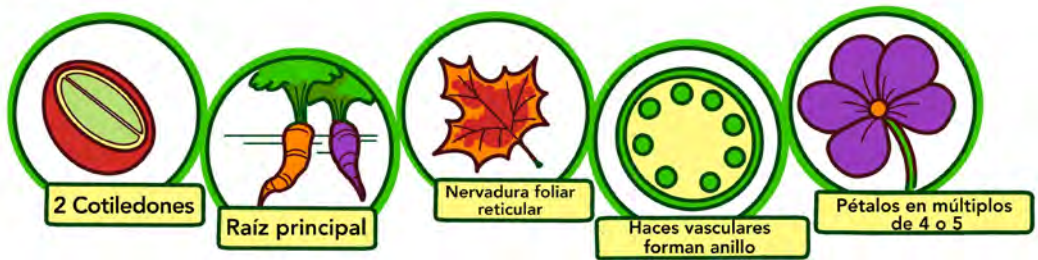
Partes de la semilla

Una semilla consta de un **embrión** vegetal vivo rodeado por una **cubierta seminal** protectora y provisto de reservas alimenticias (el **endospermo**) para mantenerse vivo y vigoroso (Figura superior). Cuando una semilla está completamente madura, ha tenido tiempo suficiente para desarrollar una cubierta seminal fuerte y acumular suficientes reservas alimenticias. El embrión vegetal dentro de una semilla es el producto de la fecundación de un óvulo por el polen. Al manipular semillas, realizar pruebas de germinación o cosechar frutos maduros, hay que tener cuidado de no dañar las áreas de la semilla que contienen el embrión. Por ejemplo, al escarificar la cubierta seminal de semillas de frijol durante pruebas de germinación, siempre escarifique en la parte exterior redondeada de la semilla, donde lo único que podría dañar es el cotiledón (no el embrión).

Monocotiledónea



Dicotiledónea



Comparación de las diferencias estructurales entre monocotiledóneas y dicotiledóneas. Fuente de la imagen: Arielle Price

Respiración de la semilla

Recuerde que las semillas están vivas. Absorben oxígeno y liberan dióxido de carbono al respirar. Al consumir oxígeno en un recipiente de almacenamiento, las semillas utilizan parte de su energía almacenada (glucosa). Las prácticas de almacenamiento a largo plazo, como el sellado al vacío y el almacenamiento en frío, ralentizan la respiración, pero no la detienen por completo.



Tropismos

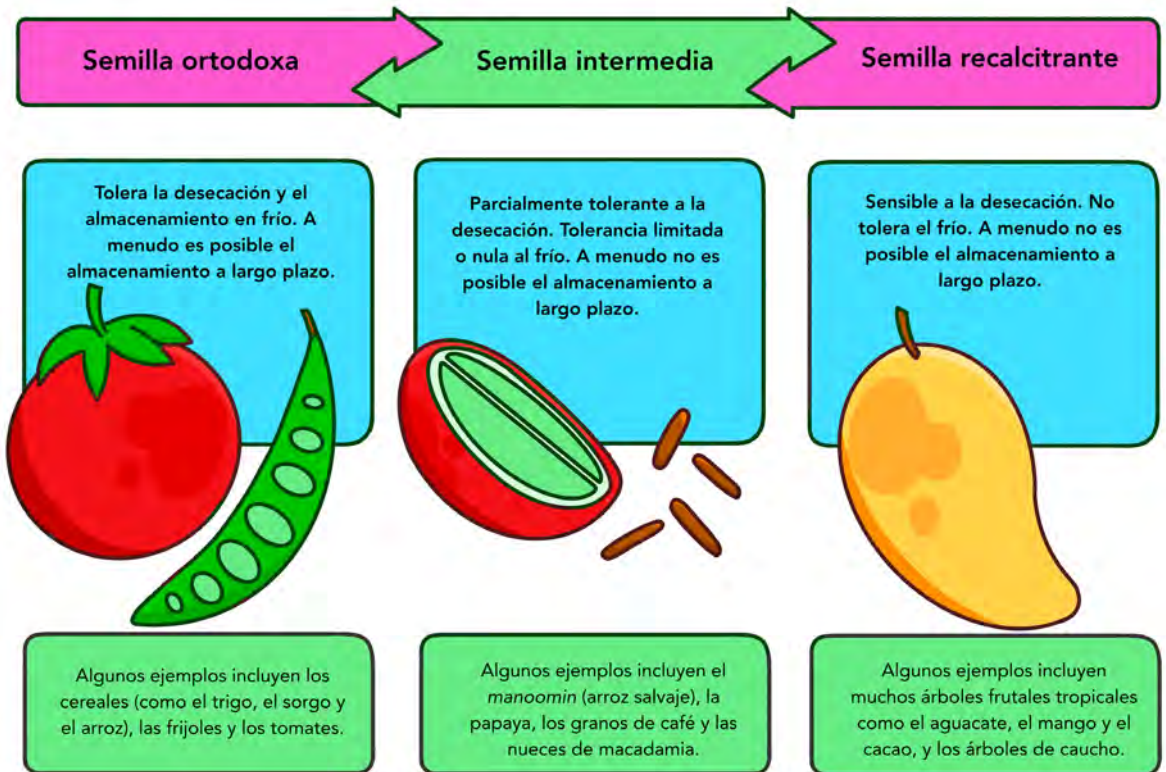
La auxina es una hormona vegetal que estimula el crecimiento por medio de la división celular. Después de sembrar una planta, primero emerge la **radícula** (raíz) y luego la **plúmula** (brote primario del que surgirá el tallo). El tropismo es el crecimiento de la planta hacia o lejos de un estímulo específico, generalmente mediante la producción de auxina. El geotropismo es el crecimiento de la planta en respuesta a la gravedad. El fototropismo es el crecimiento de la planta en respuesta a la luz. Independientemente de la orientación de la semilla en el sustrato, la radícula crecerá hacia abajo, mientras que la plúmula crecerá hacia arriba, utilizando uno o ambos tropismos vegetales. Al sembrar, oriente la semilla lo mejor posible para que no tenga que gastar reservas de energía en la formación de tejido radicular o de tallo adicional para crecer en la orientación correcta.

Latencia de las semillas

Las semillas entran naturalmente en un período de latencia tras alcanzar la madurez. Esta latencia se interrumpe cuando se dan las condiciones para la germinación. El tipo de semilla influye sobre el período de tiempo y las condiciones bajo las cuales puede almacenarse, así como en la pérdida de semilla.

Semillas ortodoxas vs. semillas recalcitrantes

Las **semillas ortodoxas** pierden viabilidad lentamente con el tiempo, deben mantenerse con un bajo contenido de humedad (10% o menos), se pueden almacenar en condiciones de congelación y suelen ser pequeñas (por ejemplo, granos y la mayoría de las hortalizas). Por el contrario, las **semillas recalcitrantes** deben mantenerse húmedas, no toleran la desecación ni la congelación y suelen ser grandes (p. ej., aguacate, yaca, mango). Algunas semillas se encuentran en un punto intermedio entre las ortodoxas y las recalcitrantes en términos de su vida útil y tolerancia a la congelación o el secado (p. ej., cítricos y café). La mayor parte del contenido que sigue se refiere a las semillas ortodoxas.



Factores que afectan el almacenamiento de las semillas

Las semillas sin latencia innata germinan tras exponerse a la temperatura, el agua y el oxígeno adecuados, mientras que las semillas con latencia innata requieren un estímulo adicional (Frankland y Taylorson, 1983). Al almacenar semillas, se quiere minimizar su exposición a los estímulos que inician la germinación.

Humedad

Las semillas necesitan humedad para germinar, pero deben mantenerse secas para maximizar su tiempo de almacenamiento. Esto ralentiza los procesos biológicos, reduciendo la tasa de deterioro de las semillas y la degradación de las reservas nutritivas necesarias para su crecimiento. Además, el almacenamiento en seco previene el crecimiento de moho y organismos patógenos que proliferan en ambientes húmedos.

Temperatura

La temperatura afecta la velocidad de los procesos biológicos. La germinación de las semillas y el crecimiento del moho se producen más rápidamente a temperaturas altas que a bajas. La temperatura también afecta la cantidad de vapor de agua en el aire, siendo mayor en aire cálido que frío. Cuando el aire caliente entra en contacto con una superficie fría, parte del vapor de agua que contiene se libera en forma líquida como condensación. La humedad causada por la condensación reduce la vida de almacenamiento de las semillas, por lo que es mejor evitar trasladarlas repetidamente entre ambientes fríos y cálidos. Procure mantener temperaturas bajas y estables al almacenar las semillas.

Oxígeno

A diferencia de las semillas húmedas, las semillas secas requieren poco o ningún oxígeno para mantenerse viables. Minimizar el oxígeno en los espacios de almacenamiento de semillas prolonga su vida de almacenamiento al ralentizar los procesos biológicos y la acumulación de moléculas inestables que las dañan.

Luz

La luz es un estímulo potencial que algunos cultivos necesitan para iniciar la germinación. Entre los cultivos que requieren luz para germinar se encuentran la lechuga, el apio, el eneldo y la cebolla (Steil y Jauron, 2023). Además de que la germinación de algunas semillas pequeñas se ve estimulada por la luz, almacenar las semillas en un lugar o recipiente oscuro minimiza los gradientes de temperatura (p. ej., el lado del recipiente que da a una ventana iluminada puede experimentar temperaturas más altas que el lado opuesto).



Capítulo 5. Estacionalidad y la planificación de campo

Ciclo de vida de los cultivos

Las angiospermas (plantas con flores) pueden ser **anuales**, **bienales**, o **perennes**. Estos términos indican el tiempo necesario desde la siembra hasta la cosecha de frutos y semillas maduras. Conocer los ciclos de vida de los cultivos es importante para la planificación, ya que algunas plantas necesitan periodos de crecimiento más prolongados, incluso de varios años, para producir semillas que puedan conservarse o distribuirse.

	Plantas anuales	Plantas bienales	Plantas perennes
Completan un ciclo de vida en...	Una temporada de cultivo	Dos años	Más de dos años (producción continua)
Ejemplos	Lechuga, tomates, calabazas	Zanahorias, repollo, cebollas	Mango, yaca, chaya
Crecimiento y desarrollo	Germinan, se desarrollan, fructifican y mueren, todo en el mismo año	Germinan y desarrollan hojas y tallos en el primer año. Florecen y dan fruto en el segundo año.	Continúan produciendo hojas, flores y/o frutos durante varios años.

Plantas anuales

Cultivo	Especie	Familia	Ciclo de vida
frijol adzuki	<i>Vigna angularis</i>	Fabáceas	anual
amaranth	<i>Amaranthus</i> spp.	Amarantáceas	anual
pepino armenio	<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitáceas	anual
rúcula	<i>Eruca sativa</i>	Brasicáceas	anual
cebada	<i>Hordeum vulgare</i>	Poáceas	anual

Cultivo	Especie	Familia	Ciclo de vida
frijol (frijol común)	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabáceas	anual
brócoli raab	<i>Brassica rapa</i>	Brasicáceas	anual/bienal
alforfón, trigo sarraceno	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Poligonáceas	anual
lechuga escocesa	<i>Lactuca sativa</i>	Asteráceas	anual
garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	Fabáceas	anual
col china, repollo chino	<i>Brassica rapa</i>	Brasicáceas	anual/bienal
cilantro (hojas y tallos frescos)	<i>Coriandrum sativum</i>	Apiáceas	anual
melón limón	<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitáceas	anual
coriandro (semillas secas)	<i>Coriandrum sativum</i>	Apiáceas	anual
maíz	<i>Zea mays</i>	Poáceas	anual
caupí (frijol de oro negro, frijol cabecita negra, judía de careta)	<i>Vigna unguiculata</i>	Fabáceas	anual
pepino	<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitáceas	anual
tomate grosella	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	Solanáceas	anual
eneldo	<i>Anethum graveolens</i>	Apiáceas	anual
berenjena	<i>Solanum melongena</i>	Solanáceas	anual
endivia	<i>Cichorium endivia</i>	Asteráceas	anual
escarola	<i>Cichorium endivia</i>	Asteráceas	anual
habas	<i>Vicia faba</i>	Fabáceas	anual

Cultivo	Especie	Familia	Ciclo de vida
escarola rizada	<i>Cichorium endivia</i>	Asteráceas	anual
calabaza	<i>Cucurbita</i> spp.	Cucurbitáceas	anual
calabaza (calabaza de cáscara dura)	<i>Lagenaria siceraria</i>	Cucurbitáceas	anual
cereza de tierra	<i>Physalis grisea</i>	Solanáceas	anual
nabo	<i>Brassica rapa</i>	Brasicáceas	anual/bienal
colinabo	<i>Brassica oleracea</i>	Brasicáceas	anual/bienal
lenteja	<i>Lens culinaris</i>	Fabáceas	anual
lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	Asteráceas	anual
habas, frijoles de Lima	<i>Phaseolus lunatus</i>	Fabáceas	anual
melón	<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitáceas	anual
hojas de mostaza	<i>Brassica juncea</i>	Brasicáceas	anual/bienal
avena	<i>Avena sativa</i>	Poáceas	anual
quimbombó, oca	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Malváceas	anual
armuelle, bledo molle	<i>Atriplex hortensis</i>	Amarantáceas	anual
guisante	<i>Pisum sativum</i>	Fabáceas	anual
maní, cacahuete	<i>Arachis hypogaea</i>	Fabáceas	anual
pimienta	<i>Capsicum</i> spp.	Solanáceas	anual
calabaza	<i>Cucurbita</i> spp.	Cucurbitáceas	anual
quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>	Amarantáceas	anual
rábano	<i>Raphanus sativus</i>	Brasicáceas	anual
arroz	<i>Oryza sativa</i>	Poáceas	anual

Cultivo	Especie	Familia	Ciclo de vida
judía trepadora (judía trepadora escarlata)	<i>Phaseolus coccineus</i>	Fabáceas	anual
centeno	<i>Secale cereale</i>	Poáceas	anual
soya (edamame)	<i>Glycine max</i>	Fabáceas	anual
espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>	Amarantáceas	anual
calabaza (calabaza de verano, calabaza de invierno)	<i>Cucurbita</i> spp.	Cucurbitáceas	anual
girasol	<i>Helianthus annuus</i>	Asteráceas	anual
frijol tepari	<i>Phaseolus acutifolius</i>	Fabáceas	anual
tomatillo, tomate verde, miltomate	<i>Physalis philadelphica</i>	Solanáceas	anual
tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solanáceas	anual
sandía	<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitáceas	anual
trigo	<i>Triticum</i> spp.	Poáceas	anual

Plantas bienales

Cultivo	Especie	Familia	Ciclo de vida
apio	<i>Apium graveolens</i>	Apiáceas	bienal
achicoria	<i>Cichorium intybus</i>	Asteráceas	bienal
col china, repollo chino	<i>Brassica rapa</i>	Brasicáceas	anual/bienal
berzas	<i>Brassica oleracea</i>	Brasicáceas	bienal
achicoria común	<i>Cichorium intybus</i>	Asteráceas	bienal
nabo	<i>Brassica rapa</i>	Brasicáceas	anual/bienal
col rizada	<i>Brassica oleracea</i>	Brasicáceas	bienal
colinabo	<i>Brassica oleracea</i>	Brasicáceas	anual/bienal
leek	<i>Allium ampeloprasum</i>	Amarilidáceas	bienal
hojas de mostaza	<i>Brassica juncea</i>	Brasicáceas	anual/bienal
cebolla (cebolla común, cebolla multiplicadora)	<i>Allium cepa</i>	Amarilidáceas	bienal
perejil	<i>Petroselinum crispum</i>	Apiáceas	bienal
chirivía	<i>Pastinaca sativa</i>	Apiáceas	bienal
nabo sueco	<i>Brassica napus</i>	Brasicáceas	bienal
chalote	<i>Allium cepa</i>	Amarilidáceas	bienal
col rizada siberiana	<i>Brassica napus</i>	Brasicáceas	bienal
apio silvestre	<i>Apium graveolens</i>	Apiáceas	bienal
acelga	<i>Beta vulgaris</i>	Amarantáceas	bienal
nabo	<i>Brassica rapa</i>	Brasicáceas	bienal

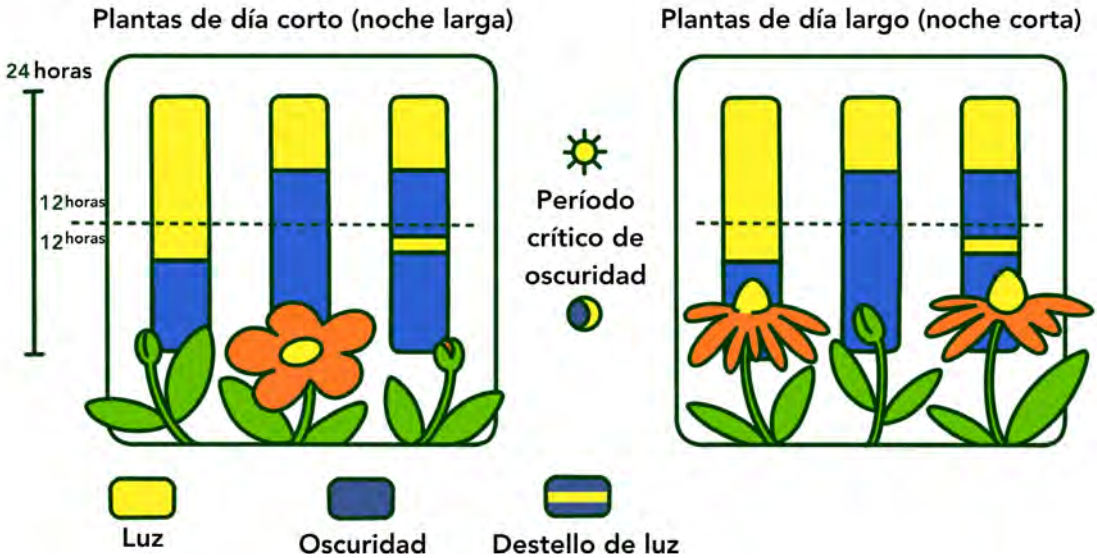
Cultivo	Especie	Familia	Ciclo de vida
remolacha, betabel, betarraga	<i>Beta vulgaris</i>	Amarantáceas	bienal
endivia belga	<i>Cichorium intybus</i>	Asteráceas	bienal
brócoli	<i>Brassica oleracea</i>	Brasicáceas	bienal
brócoli raab	<i>Brassica rapa</i>	Brasicáceas	anual/bienal
Brussels sprouts	<i>Brassica oleracea</i>	Brasicáceas	bienal
repollo	<i>Brassica oleracea</i>	Brasicáceas	bienal
zanahoria	<i>Daucus carota</i>	Apiáceas	bienal
cauliflower	<i>Brassica oleracea</i>	Brasicáceas	bienal
apio nabo	<i>Apium graveolens</i>	Apiáceas	bienal

Plantas perennes

Cultivo	Especie	Familia	Ciclo de vida
alcachofa	<i>Cynara cardunculus</i>	Asteráceas	perenne
espárragos	<i>Asparagus officinalis</i>	Asparagáceas	perenne
broomcorn	<i>Sorghum bicolor</i>	Poáceas	perenne
cardo	<i>Cynara cardunculus</i>	Asteráceas	perenne
cebollino (cebollino común)	<i>Allium schoenoprasum</i>	Amarilidáceas	perenne
fennel	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiáceas	perenne
sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	Poáceas	perenne
rúcula silvestre	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	Brasicáceas	perenne

Sensibilidad a la duración del día

Algunos cultivos son sensibles a la cantidad de horas nocturnas que se producen cada 24 horas. La floración se activará cuando las horas nocturnas alcancen un cierto umbral. Algunas especies pueden tener variedades sensibles y no sensibles.



Sensibilidad de las plantas a días cortos y largos. Fuente de la imagen: Arielle Price

Plantas de día corto (noche larga)

Requieren un número crítico de horas (generalmente de 14 a 16) de oscuridad ininterrumpida (falta de luz) para estimular la floración. Cultivos como el arroz, el algodón, la soya, el frijol mungo y el sorgo son plantas de día corto.

Plantas de día largo (noche corta)

Requieren un número crítico de horas (generalmente de 14 a 16) de luz para estimular la floración. Cultivos como la remolacha, la zanahoria, la lechuga, el rábano, la espinaca y el nabo son ejemplos de plantas de día largo.

Plantas de día neutro

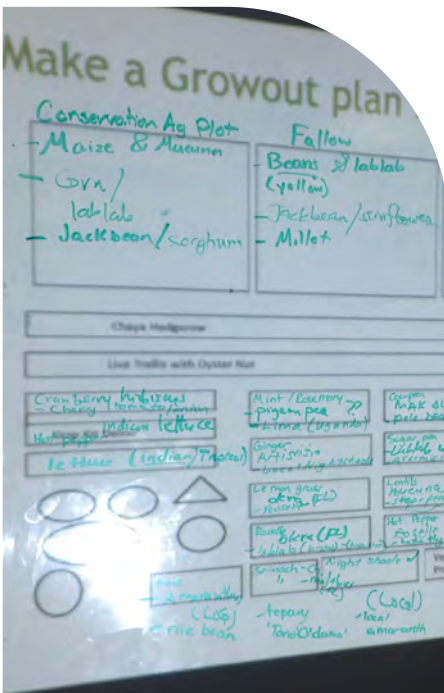
La floración no depende de la duración del día o la noche. Cultivos como el amaranto, el pepino, la col rizada, el guisante, el tomate y las brasicáceas son ejemplos de plantas de día neutro.

Planificación del campo

Oriente y prepare las parcelas de cultivo de semillas de modo que las plantas reciban luz solar uniforme, humedad y nutrientes. Las camas elevadas proporcionan espacio de siembra que mantiene las raíces del cultivo alejadas del agua estancada durante la temporada de lluvias. También permiten un riego dirigido en la estación seca, generalmente por goteo o manual. Las camas elevadas sin bordes permanentes tendrán que reconstruirse a medida que las orillas se desmoronen.

Distribución del campo:

Debe planificarse la distribución del campo. Aísle las diferentes variedades del mismo cultivo (en el espacio, el tiempo o con barreras) para evitar la polinización cruzada y garantizar la pureza genética de la semilla. Con las variedades que se polinizan de forma natural, se debe sembrar un mayor número de plantas para asegurar una mezcla genética adecuada. Además, considere tener más de una parcela de cultivo, lo cual puede ser útil si surge algún problema. Siembre suficientes semillas o plántones para compensar la muerte o la eliminación intencional de algunas plantas. Planifique cómo se producirá la polinización. ¿Será en forma natural o en forma manual para controlar la polinización cruzada? Planifique también el momento de la cosecha y el procesamiento.



Pizarra mostrando lluvia de ideas sobre camas de multiplicación en reservorio de semillas



Camas de cultivo de semillas con sistemas de riego por goteo por gravedad. ECHO Asia, Chiang Mai, Tailandia.

Mantenimiento de cultivos

Un cultivo sano y bien desarrollado produce semillas vigorosas. Debe fertilizarse el suelo de manera equilibrada. La liberación lenta de nutrientes en el suelo favorece el crecimiento de las semillas, pues el exceso de nitrógeno puede provocar que las plantas dirijan más energía al crecimiento vegetativo que a la floración. En ausencia de un fertilizante NPK de liberación lenta, la liberación de nutrientes puede distribuirse de manera uniforme a lo largo de la temporada de cultivo al aplicar pequeñas cantidades de compost en el transcurso del tiempo. En zonas de altas precipitaciones es especialmente necesario hacer varias aplicaciones.

El espaciamiento ideal entre plantas para la producción de semillas permite el desarrollo de semillas maduras. En el caso de cultivos que producen semillas en el fruto, como el tomate, espacie las plantas como lo haría para la cosecha de frutos. En el caso de cultivos de hojas y raíces, como la lechuga y la zanahoria, que no producen frutos, las plantas con semillas maduras pueden ser más grandes que las cosechadas para el consumo. Considere colocar tutores o espalderas en las plantas grandes, lo que ayuda a prevenir enfermedades al mantener el follaje y los frutos alejados del suelo y aumentar la circulación de aire dentro del dosel del cultivo. Maneje y reduzca las enfermedades y plagas tanto como sea posible. Las semillas de una planta enferma o infestada probablemente estarán contaminadas y propagarán la enfermedad o plaga. Maneje las malezas de modo que le permitan aumentar el rendimiento y reducir el riesgo de enfermedades (*Organic Seed Alliance*, 2010). Durante los períodos secos, riegue el cultivo para satisfacer sus necesidades hídricas y evitar que se marchite.

Ayuda para la multiplicación de semillas

Si no cuenta con espacio suficiente o el microclima adecuado para cultivar algunas o todas las semillas que necesita, considere contratar a agricultores locales o trabajar con ellos para la multiplicación de semillas. A fin de garantizar una producción de semillas de calidad, libres de plagas y enfermedades, lo ideal es que los productores siembren semillas de cultivos con los que estén familiarizados y sepan cómo manejarlas. Visite a los productores durante la temporada de producción para ayudar a monitorear los cultivos y brindarles la asistencia necesaria. Además, considere adquirir semillas en mercados locales u otros proveedores de confianza de la región.



Capítulo 6. Polinización de las plantas

Polinización y fecundación

La polinización y la fecundación son dos procesos biológicos que deben suceder en orden para que puedan producirse las semillas. La **polinización** ocurre cuando los granos de polen, producidos por los estambres (estructura masculina de la flor), se transfieren al estigma. Al llegar al óvulo, sucede la **fecundación** cuando un espermatozoide (célula reproductiva masculina) del grano de polen se une a la célula reproductiva femenina (ovocélula), la cual está protegida dentro del óvulo. La fecundación depende de una polinización exitosa, tema central de este capítulo.

Autopolinización y polinización cruzada

Comprender la transferencia de polen ayuda al personal de los reservorios de semillas a decidir la mejor manera de multiplicar las semillas de una planta determinada. En este sentido, distinguiremos entre cultivos que se autopolinizan y cultivos con polinización cruzada. Las plantas **autopolinizantes** tienen flores completas, que significa que cada flor tiene estructuras masculinas y femeninas. Además, dentro de una flor, estas estructuras maduran al mismo tiempo y de manera que permiten que el polen de una antera llegue fácilmente al estigma. Por lo tanto, la polinización en cultivos autopolinizantes puede ocurrir dentro de una flor individual, sin necesidad de un vector (Insectos o viento) para la transferencia del polen.

Los cultivos de **polinización cruzada**, por otro lado, dependen de los insectos o del viento para transferir el polen entre las flores. Las prácticas que favorecen a los polinizadores, como las abejas, mejorarán la producción de semillas de los cultivos de polinización cruzada. En una Nota Técnica de ECHO, Motis (2010) agregó lo siguiente:



Una flor de cucurbitácea macho (izquierda) y una hembra (derecha).

Los cultivos de polinización cruzada pueden tener flores completas o no. Aquéllos sin flores completas (y algunos con) tendrán flores masculinas y femeninas. Algunos son monoicos, con flores masculinas y femeninas en la misma planta. Un ejemplo claro es la familia de las cucurbitáceas, con pepinos, ayote y calabazas, cuyas enredaderas tienen varias flores, cada una masculina o femenina. Otros cultivos de polinización cruzada son dioicos, con flores masculinas y femeninas en plantas diferentes. Los cultivos dioicos, como el ñame y los espárragos, requieren plantas masculinas y femeninas para producir semillas viables. Los estambres y pistilos de los cultivos de polinización cruzada a menudo no maduran al mismo tiempo.

En la tabla siguiente se muestran ejemplos de cultivos autopolinizantes y de polinización cruzada. Existen algunas complejidades que, una vez comprendidas, reducirán la confusión al mínimo. Éstas se enumeran a continuación:

- La transferencia de polen en cultivos autopolinizantes ocurre sobre todo dentro de las flores individuales; sin embargo, a menudo se produce cierto cruce entre plantas debido a la actividad de los Insectos.
- La transferencia de polen entre distintas flores de la misma planta puede ocurrir a menos que la planta tenga alguna forma de impedirlo. Desde una perspectiva genética, esto constituye una forma de autopolinización, aunque se haya producido un cruce. Esto se debe a que ambos progenitores son genéticamente idénticos, ya que ambas flores se encuentran en la misma planta.
- El cruce de polen entre plantas lo pueden hacer los seres humanos, tanto en cultivos autopolinizantes como en cultivos de polinización cruzada.

La aplicación de este conocimiento se presenta en el Capítulo 8 sobre el mantenimiento de la pureza de las semillas.

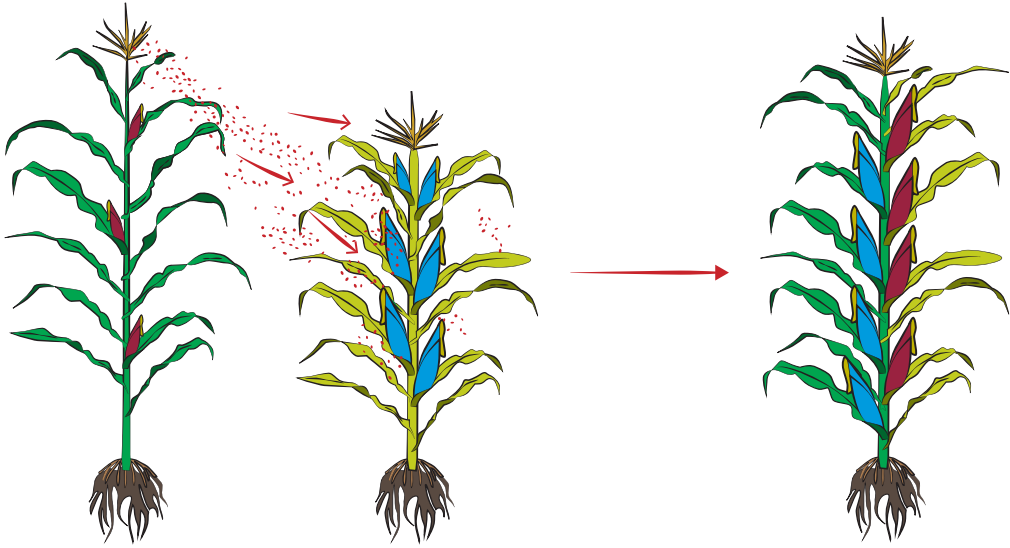
Cultivo				
Nombre común	Nombre científico	Autopo- linización	Polinización cruzada	Viento/Insectos (si pol. cruzada)
Frijol	<i>Phaseolus</i> spp. <i>Vigna</i> spp.	X		
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	X		
Guisante	<i>Pisum sativum</i>	X		
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	X		
Maíz	<i>Zea mays</i>		X	Viento

Cultivo				
Nombre común	Nombre científico	Autopolinización	Polinización cruzada	Viento/Insectos (si pol. cruzada)
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>		X	Viento
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>		X	Viento
Acelga			X	Viento
Crucíferas (p. ej. col/repollo, berza)	<i>Brassica</i> spp.		X	Insectos
Cucurbitáceas (p. ej. pepino, ayote, calabaza)	<i>Cucumis, Cucurbita, and Luffa</i> spp.		X	Insectos
Quimbombó/Ocra	<i>Abelmoschus esculentus</i>		X	Insectos
Flor de Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>		X	Insectos
Cebolla	<i>Allium cepa</i>		X	Insectos o Viento
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>		X	Insectos o Viento
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i>		X	Insectos
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>		X	Insectos

¿Polinización abierta (PA), híbrido u OMG?

Variedades de polinización abierta

Las variedades de polinización abierta (VPA) son el resultado de la transferencia de polen sin restricciones. Las semillas conservadas de VPA producen descendencia similar a sus progenitores. Las variedades criollas son VPA polinizadoras transmitidas de generación en generación entre agricultores y hortelanos de una comunidad. Durante siglos, los productores han seleccionado semillas de plantas que presentan las características deseadas.

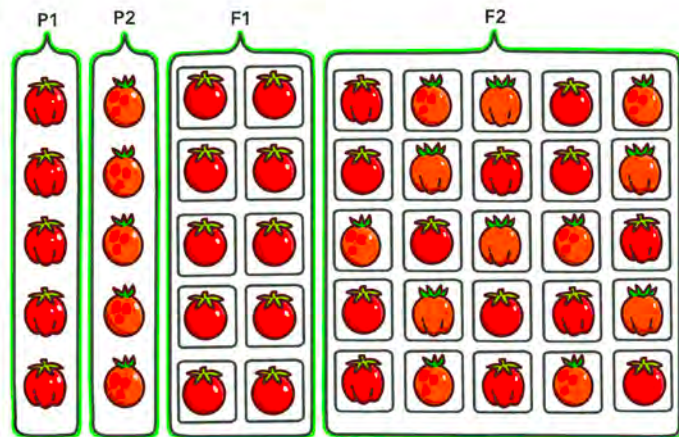


Cruce controlado de poblaciones parentales para crear un híbrido. Fuente de la imagen: Andre Fonseca

Variedades híbridas

Las **semillas híbridas** comerciales son el resultado de una polinización cuidadosamente controlada (cruces entre poblaciones parentales específicas) para producir plantas con rasgos deseados y alto vigor, también conocido como heterosis (Figura superior). Un ejemplo de híbrido es el cruce controlado de una variedad de maíz resistente a la sequía con una variedad de maíz que aprovecha el nitrógeno del suelo. El cultivo híbrido es el cruce de primera generación (F1) de estas dos variedades separadas y posee los rasgos deseables de ambas. Los cultivos híbridos tienen mayor rendimiento, resiliencia o adaptabilidad que cualquiera de las variedades originales. Esto se denomina vigor híbrido y es muy ventajoso para la producción de cultivos dentro de una misma temporada de siembra. La principal desventaja de la semilla híbrida es que las semillas conservadas de las plantas híbridas (F2) pueden producir plantas con rasgos menos deseables que sus padres híbridos.

Los rasgos deseables conferidos a la primera generación (F1) no se encuentran de forma sistemática en las generaciones posteriores (F2). Por lo tanto, no se deben conservar las semillas de cultivos híbridos (F1) para futuras temporadas de siembra



Pérdida y expresión no sistemática de rasgos híbridos en la generación F2. Fuente de la imagen: Arielle Price

Criollización

La **criollización** de un cultivo se produce cuando los productores siguen conservando y sembrando semillas de una variedad mejorada (híbrida o de PA), o de una variedad mejorada cruzada regularmente con variedades locales, durante 4 a 15 años. Los rasgos genéticos de un cultivo criollizado se estabilizan con el tiempo, y después de 15 años de criollización, los científicos consideran que el cultivo resultante es una nueva variedad local. Los cultivos criollos pueden conservar rasgos beneficiosos de su variedad parental mejorada, con la ventaja añadida de la aclimatación a la región de cultivo (Bellon *et al.*, 2003).

¿Qué es un Organismo Modificado Genéticamente (OMG)?

Los **organismos modificados genéticamente**, incluidas las plantas, han sufrido cambios de ADN en su genoma a fin de conferirle algún rasgo o resultado. La transferencia horizontal de genes ocurre cuando virus, bacterias, hongos u otros vectores intercambian genes con una especie. La transferencia vertical de genes ocurre cuando se producen cambios genéticos entre generaciones de una especie. La estabilidad del cambio genético depende de muchos factores distintos. Los productores pueden tener acceso a semillas OMG de distribuidores agrícolas locales, pero la mayoría de los reservorios de semillas pequeños no cuentan con la infraestructura necesaria para la tecnología de transferencia de genes. Para especies de propagación asexual como la batata, las plantas OMG se pueden cultivar en una pequeña parcela cerca del reservorio de semillas para la venta/intercambio de esquejes/acodos aéreos.

Clasificación	Ventajas	Desventajas
Polinización abierta	La semillas se desarrollan 'fieles a sus rasgos originales' fieles al tipo	Puede que sólo se adapte al clima local.
	Se pueden guardar semillas año tras año	Requiere el mantenimiento de la pureza genética
	Asequible y accesible	
Híbrido	Características mejoradas (p. ej. resistencia a enfermedades, alto rendimiento)	Las semillas no se pueden conservar de una temporada de cultivo a la siguiente sin que se produzcan variaciones en la expresión de los rasgos
		Caro
		Quizás no estén disponibles
Modificado genéticamente	Características mejoradas (p. ej. resistencia a enfermedades, alto rendimiento, etc.)	Caro
		Puede que no sea socialmente aceptado.

Capítulo 7. Ensayos de variedades

La importancia de los ensayos de variedades

Dentro de una especie de plantas, generalmente existen tipos, denominadas variedades, que poseen rasgos distintivos y reproducibles. Por ejemplo, la variedad de tomate 'Homestead 24' es conocida por su tolerancia al calor. Las variedades de cultivo incluyen tipos locales adaptados de forma natural, llamados variedades autóctonas, así como variedades cultivadas, llamadas cultivares. Al iniciar un RCS, busque variedades prometedoras observando lo que cultivan los productores, visitando los mercados locales y averiguando qué semillas están disponibles en tiendas de semillas o a través de las ONG en la región.

Cada variedad tiene sus ventajas y desventajas, y los RCS pueden desempeñar un papel útil al momento de determinarlas y comunicarlas. Los RCS tienen la capacidad de cultivar diversas variedades y adaptarlas en forma adecuada a las necesidades de su comunidad.

Todas las afirmaciones sobre variedades deben probarse en el contexto local. Una variedad de maíz de la que se dice es una variedad "mejorada" de alto rendimiento podría, en realidad, ser menos productiva que las variedades locales en condiciones locales sin riego ni grandes cantidades de fertilizante. Sea prudente al promocionar una nueva variedad, aunque sólo exista una pequeña probabilidad de que fracase. Cualquier fracaso puede ser perjudicial para un pequeño productor y podría hacer que los socios locales desconfíen de las futuras recomendaciones. Comience con ensayos a pequeña escala en propiedad del RCS. Con miras a reducir aún más el riesgo al introducir nuevas variedades a los productores, anímelos a comenzar con una siembra reducida y ampliar en pequeños incrementos en las temporadas siguientes si los resultados son favorables.

Características del cultivo a seleccionar

Al buscar variedades prometedoras para evaluar, identifique los rasgos que son importantes para los productores y hortelanos atendidos por el RCS. ¿Qué parámetros determinan mejor el rendimiento de una variedad determinada? A menudo, los productores se centran únicamente en el rendimiento. Si bien éste es un parámetro importante, no es el único.

Las variedades locales poseen la ventaja de la familiaridad. Los métodos de cultivo tradicionales se desarrollaron junto con las variedades tradicionales. Las preferencias locales en cuanto a sabores, los métodos de preparación culinaria y las formas de almacenamiento son factores que pueden haber influido con el tiempo en la selección de una variedad. Los rasgos de los cultivos que desea una comunidad no siempre coinciden con los rasgos en los que se centran los productores comerciales de semillas.

Por ejemplo, algunos agricultores indígenas peruanos utilizan las hojas de maíz como forraje para su ganado y los tallos como material para cercas. La importancia de las hojas y los tallos se pasaría por alto al evaluar las variedades basándose únicamente en el rendimiento.

El libro *Two Ears of Corn* (Dos mazorcas de maíz) documenta un caso en el que se introdujo una nueva variedad de maíz a una comunidad. Tenía el doble de producción que la variedad nativa con insumos similares. Sin embargo, la textura del maíz no era adecuada para sus métodos de cocina tradicionales (Bunch, 1982).

Estos ejemplos demuestran por qué suele haber resistencia a las nuevas variedades. Para abordar ese tipo de situación, consulte con las comunidades para averiguar qué características buscan en un cultivo. Tome nota de cómo utilizan cada parte de la planta y vea si las mismas cosas pueden hacerse con las variedades que usted pruebe.

Cómo organizar un ensayo de variedades

La mejor manera de comprobar qué tan bien se adaptan las variedades a las condiciones del que las siembra es cultivarlas en el propio entorno. Siembre diversas variedades una al lado de la otra y compare sus rasgos para ayudarle a decidir cuáles quiere usar.

Trate de desarrollar cierta imparcialidad con respecto a cada variedad. Si desde el principio cree que una variedad es mejor, podría, sin darse cuenta, dedicarle más cuidado o atención. Esto podría hacer que su rendimiento fuera mejor y arruinaría los resultados del ensayo.

La constancia es clave

Sea científico en el diseño y la implementación de su ensayo. Mantenga la mayor cantidad posible de variables constantes para obtener los resultados más precisos. Tome notas detalladas durante toda la temporada y sea metódico y sistemático en el establecimiento y mantenimiento de los ensayos, así como en la recopilación de datos. Al seleccionar las parcelas de cultivo, asegúrese de que reciban cantidades similares de luz solar y tengan un suelo similar. Haga con el mismo cuidado la poda, el deshierbe, el manejo de plagas, etc. Si una parcela o planta recibe un cuidado ligeramente diferente, será difícil discernir la verdadera causa de cualquier diferencia varietal percibida. Sin embargo, si la única variable que cambia es la variedad, las diferencias en el desempeño pueden atribuirse a la variedad. Si una variedad recibe una cierta cantidad de fertilizante o agua, dele a las demás la misma cantidad.

Parcelas representativas

No es necesario sembrar un campo entero para un ensayo de variedades, pero como mínimo, se deben tener entre diez y doce plantas de cada variedad para una evaluación significativa. Siémbrelas en parcelas cercanas entre sí para aumentar la probabilidad de condiciones de cultivo similares. Seleccione para el ensayo un lugar que le permita evaluar las variedades en parcelas representativas de las condiciones de cultivo del cliente.

Por ejemplo, si el cultivo se suele sembrar en una zona elevada con pendiente y suelo pobre, considere realizar el ensayo en una ladera con suelo pobre.

Un ensayo sencillo podría verse como la siguiente ilustración:

Variedad 1 del ensayo	Variedad 2 del ensayo	Variedad 3 del ensayo	Variedad estándar / control
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------------

Nota: la variedad estándar actúa como control, ya que usted está tratando de determinar cómo se comparan las nuevas variedades con la actual.

Replicación

Si bien un diseño de ensayo sencillo puede ser informativo, un diseño más científico y complejo ofrece la oportunidad de obtener mayor precisión y más confianza en los resultados. Diferentes secciones del campo pueden presentar distintas presiones de plagas o recibir diferentes cantidades de agua. Las condiciones pueden variar de un año a otro. A fin de compensar esta variabilidad, se puede repetir el ensayo en diferentes áreas del campo durante varias temporadas o años.

Un diseño replicado en un campo podría verse como este diseño replicado para el ensayo de tres variedades:

Bloque A	Ensayo Variedad 1	Ensayo Variedad 3	Ensayo Variedad 2	Variedad estándar/control	Gradiente de factor externo factor (luz solar, pendiente, etc.) ↓
Bloque B	Ensayo Variedad 2	Variedad estándar/control	Ensayo Variedad 3	Ensayo Variedad 1	
Bloque C	Variedad estándar/control	Ensayo Variedad 2	Ensayo Variedad 1	Ensayo Variedad 3	

Esto se conoce como **Diseño en Bloques Completos Aleatorizados (DBCA)**. Cada réplica es un «bloque» de parcelas (en la figura anterior, los bloques están identificados con letras y las parcelas con números), y cada bloque representa un área diferente del campo. En este ejemplo, los bloques están dispuestos de manera que las diferencias ambientales, como la altitud, sean constantes en todo el bloque. Cada bloque contiene una parcela de cada variedad. Las variedades se asignan aleatoriamente a las parcelas dentro de cada bloque. La aleatorización ayuda a reducir la influencia de los sesgos.

Evaluación a lo largo del ensayo

Durante el ensayo, tome notas detalladas. ¿Algunas variedades presentan mayor incidencia de plagas en distintos momentos? ¿Alguna muestra signos de necesitar más fertilizante o de necesitarlo en momentos diferentes? ¿Florecen en épocas distintas? ¿Cuál es el hábito de crecimiento de cada variedad? Preste especial atención a los parámetros que interesan a su comunidad. Pida a los productores locales que observen las variedades durante el ensayo. Sus aportes son invaluable.

Puesto que hay tantas variables a considerar, puede ser beneficioso utilizar un formulario al tomar notas. En la página siguiente se proporciona un formulario de ejemplo, que ofrece ejemplos de parámetros a medir.

Se podría utilizar un formulario sobre preferencia de características como el que se muestra a continuación, para ayudar a determinar qué considera deseable una comunidad en una naranja.

Tarjeta de puntuación de cítricos

Fecha_____

Tipo de cítrico_____ Cultivar_____

Encierre uno en un círculo

Temporada:	principios	mediados	finales
Semillas:	baja	media	alta
Jugosidad:	baja	media	alta
Facilidad de pelado:	fácil	media	difícil
Facilidad de cortarla en gajos:	mala	buena	excelente
Aspecto general:	mala	buena	excelente

Si hizo ensayos con muchas variedades pero no replicó ninguna, considere seleccionar las variedades más prometedoras para hacer réplicas de ensayos.

Tabla 1. Peso fresco de las hojas o cabezas de diez variedades diferentes de hortalizas de hoja verde. Los datos se promediaron a partir de tres repeticiones.

Cosech		peso (g/parcela) de hojas cosechadas en diferentes momentos (días) después de la si			
Nombre científico _a	nombre de la variedad	57 días	64 días	78 días	Total
<i>Brassica juncea</i>	Thai Mustard Green	425	1987	565	2976
<i>Brassica juncea</i>	Japanese Giant Red	441	995	2337	3773
<i>Brassica juncea</i> var. <i>tumida</i>	Big Stem Mustard	71	203	930	1205
<i>Brassica oleracea</i>	Toscana Kale	–	186	1698	1884
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>alboglabra</i>	Gailan	–	345	1811	2156
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>narinosa</i>	Vitamin Green	1240	1203	3786	6228
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>pervinidis</i>	Summerfest Komatsuna	734	1260	1576	3570
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>rosularis</i>	Hon Tsai Tai	492	522	2453	3468
<i>Brassica oleracea</i> subsp. <i>Nipposinica</i>	Purple Mizuna	636	713	876	2225
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Large Leaf Tong Ho	–	352	668	1020
valor p ^b		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
valor DMS ^c		416	460	811	889

^aDentro de cada columna, al menos dos medias son estadísticamente diferentes debido a que el valor P correspondiente es

^b Se calculó el valor de la diferencia mínima significativa (DMS) para cada columna. Dos medias dentro de una columna se consideran estadísticamente significativas si la diferencia entre ellas es, como mínimo, igual al valor DMS.

La siguiente tabla formó parte de un ensayo de variedades de hortalizas de hoja anuales de ECHO realizado por VanNocker y Reed (2012) para evaluar el potencial productivo de diferentes hortalizas de hoja anuales. Sólo se midió una variable, así que los datos recopilados sobre esa variable son extensos.

Cabe señalar que se midió la producción tanto a intervalos definidos como en general, y se realizó un análisis estadístico para tener en cuenta la variabilidad. Estos pasos refuerzan los datos, pero pueden ser excesivos en algunos contextos.



Variedades de quimbombó/ocra (arriba), calabaza (centro), y maíz (abajo)



Guías rastreras de caupí al final de un ensayo de 12 semanas



A photograph of a single yellow banana lying diagonally on a light-colored wooden cutting board. The banana is positioned from the top-left towards the bottom-right. The cutting board has a vertical grain and is set against a plain white background. The text is overlaid on the lower half of the banana and board.

**Parte II.
Cosecha y
limpieza de
las semillas**

Capítulo 8. Selección y pureza de las semillas

Al multiplicar semillas para almacenarlas y poner a disposición en reservorios de semillas, queremos producir semillas de calidad. Un aspecto importante de su calidad es la uniformidad de sus características. Por ejemplo, las semillas de una variedad conocida por su hábito de crecimiento arbustivo deberían producir plantas con ese rasgo, en lugar de un hábito de crecimiento rastrero. La uniformidad en los rasgos deseables de las plantas a lo largo de sucesivas generaciones de semillas se logra manteniendo la pureza genética.

La pureza genética, a su vez, se logra mediante el manejo de la transferencia de polen. El objetivo es evitar que las plantas se crucen con otras que carecen de los rasgos deseables que nos interesan o que presentan rasgos indeseables.

Selección

Después de seleccionar la variedad deseada, no deje que ese trabajo se desperdicie después de unas pocas generaciones. A menudo, parte de la razón por la que las variedades locales se han vuelto menos productivas con el tiempo es debido al mal manejo de la pureza de las semillas. Es tentador llevar al mercado las frutas más grandes y bonitas y recolectar semillas de las frutas sobrantes, menos valiosas. Sin embargo, con el tiempo, guardar semillas de frutas de baja calidad lleva a la producción de frutas menos deseables. Dado que siempre habrá recolectado semillas de frutas indeseables, a la larga obtendrá semillas que producirán plantas con frutos indeseables. Esto describe un término agrícola: **Selección de semillas**. En este caso, se han seleccionado y conservado semillas con características o rasgos indeseables. Su objetivo debe ser seleccionar semillas con características deseables.

Primero, determine qué rasgos son deseables para el cultivar que está sembrando. Puede ser el tamaño, el sabor, el color o la facilidad de transporte del fruto (consulte la tabla en la página siguiente para ver más ejemplos). Una vez que sepa qué rasgos buscar, recorra su parcela de producción para examinar cada planta individualmente. Cuando identifique las plantas con los rasgos más deseables, márquelas para indicar que son para obtener semillas (no para consumo ni venta). Puede usar cinta de señalización, postes de bambú con cinta de señalización, banderines u otros indicadores visibles con facilidad. Las plantas seleccionadas para obtener semillas deben estar sanas, libres de plagas y ubicadas hacia el centro de la parcela para reducir el riesgo de polinización cruzada.

La selección de semillas de alta calidad es fundamental. Guarde semillas de alta calidad de frutos de alta calidad. La pureza de linaje, la resistencia a plagas y enfermedades, el alto rendimiento, la limpieza y el secado adecuados, y el almacenamiento ideal (temperatura y humedad adecuadas y oxígeno controlado) son factores que garantizan futuras siembras saludables. ¡No tiene sentido conservar semillas de mala calidad! En cambio, mejore sus semillas con el tiempo (mejora continua).

Selección de semillas con características mejoradas

La siguiente tabla presenta algunos ejemplos de características de selección utilizadas con el objeto de identificar semillas de alta calidad para cosecharlas, aunque, por supuesto, las necesidades de cada quien pueden variar. Pueden obtenerse más detalles sobre cultivos específicos en ECHOcommunity.org.

Maíz dulce	Se prefieren plantas que produzcan temprano — señale las plantas que produzcan mazorcas temprano
Cultivos que producen semillas después de la etapa comestible (lechuga, repollo)	Se prefiere una etapa comestible larga—conservar semillas de plantas que tardan en producir la inflorescencia.
Cultivos con varias cosechas (frijoles)	Recoja las semillas de las mejores plantas a medida que maduran.
Cultivos de raíz (zanahorias)	La forma de la raíz suele repercutir en su valor de mercado — seleccione plantas con las raíces mejor formadas (largas/delgadas- suelos arenosos; cortas/ gruesas – suelos arcillosos).
Tomates	Los frutos necesitan estar a la sombra y protegidos de la aparición de enfermedades — recolecte semillas de plantas con buena biomasa foliar, producción temprana de frutos y frutos deliciosos que no se agrieten ni se partan.

Saber cuándo cosechar para obtener semillas

Con el fin de obtener semillas de la más alta calidad, cada cultivo debe cosecharse en un momento diferente de su ciclo de vida. A menudo, el momento óptimo para cosechar semillas es distinto del momento óptimo para cosechar para consumo. La siguiente tabla presenta un ejemplo del momento óptimo para cosechar algunos cultivos para la producción de semillas:

Pepinos	Coseche una vez pasada la etapa comestible. Espere a que cambien de color o forma, según la variedad.
Squash	Coseche las calabazas para semilla al mismo tiempo que el resto de su cultivo.
Cultivos con varias cosechas (frijoles)	Observe el color que adquieren los frijoles a medida que se desarrollan. Generalmente los frijoles maduros se vuelven bien oscuros. En ese caso, elija para semilla sólo los que tengan el color más oscuro.

Cultivos de raíz (zanahorias)	Después de la cosecha, deje algunas plantas en el suelo. Seguirán madurando y produciendo semillas incluso cuando la raíz se endurezca y se vuelva incomedible.
Tomates	Espere el mayor tiempo posible antes de recolectar la fruta. Las semillas están en su punto óptimo cuando la fruta madura comienza a mostrar signos de pudrición.

Pureza de las semilla

Pureza de la semilla se refiere a la uniformidad de las características o rasgos de las plantas de un lote de semillas a medida que se siembran a lo largo del tiempo. Recuerde los conceptos mencionados anteriormente sobre cultivos endogámicos y exogámicos, ya que le ayudarán a determinar la cantidad de plantas necesarias de las que se deben conservar semillas para mantener los rasgos deseados. Se debe tener especial cuidado en aislar entre sí las diferentes variedades del mismo cultivo (en el espacio, el tiempo o con barreras) para impedir la polinización cruzada y garantizar la pureza genética de la semilla producida. Con variedades de polinización cruzada natural, como el maíz, se debe sembrar una mayor cantidad de plantas para garantizar una mezcla genética adecuada. Planifique cómo se producirá la polinización. ¿Será natural o se realizará manualmente para controlar la polinización cruzada?

Si siembra más de una variedad de un cultivo, etiquete las ubicaciones en el campo. Señale las parcelas con estacas etiquetadas y registre la ubicación de cada parcela en papel o electrónicamente. De esta manera, si las estacas se arrancan o se pierden durante el desmalezado, tendrá un plano o mapa escrito de la parcela para consultar. Como regla general, no es aconsejable multiplicar las semillas cosechadas en ensayos de variedades. En estos ensayos, existe un alto potencial de cruzamiento, ya que las distintas variedades se cultivan muy cerca unas de otras. Más bien, vuelva a la fuente original de semillas de las variedades que desea sembrar. Antes de sembrar los ensayos preliminares de variedades, puede ser recomendable guardar algunas semillas para fines de una posible multiplicación.

Cuando siembre para conservar semillas de distintas variedades de un cultivo de polinización cruzada, debe separar las variedades para evitar la mezcla de polen entre ellas. Esto se logra sembrando las variedades a una distancia adecuada entre sí (véase el Apéndice).

La pureza de las semillas, al sembrar distintas variedades de un cultivo de polinización cruzada, también se puede mantener al variar la época de siembra de cada variedad para que no florezcan todas al mismo tiempo. Esto se puede implementar mejor si se cuenta con riego durante la estación seca. Otra posibilidad es encerrar las variedades utilizando arcos con tela de cobertura o malla fina, para evitar que los insectos transfieran el polen entre ellas.



Soportes de bambú para estructura de exclusión



Malla de estructura de exclusión (el último paso es enterrar la base de la malla alrededor de la estructura)

Eliminación de plantas fuera de tipo para asegurar la pureza de la semilla

Existe otra forma de mantener la calidad de sus semillas, lo cual se vuelve especialmente importante si se siembran otras variedades del mismo cultivo cerca: **la eliminación de plantas fuera de tipo** (aberrante). Esto significa arrancar cualquier planta “fuera de tipo” (diferente) que brote de las buenas semillas que usted tiene. Debido a la genética, a veces brotan plantas que son significativamente diferentes de la variedad parental. Las probabilidades de que esto ocurra son mayores si se cultivan diferentes variedades cerca, lo que potencialmente podría contaminar su variedad con los genes de las otras. La genética también podría dar lugar a plántulas que simplemente no son tan vigorosas o sanas. Es importante arrancarlas lo antes posible. De lo contrario, no solo desperdicia espacio con una planta menos productiva, sino que también corre el riesgo de transmitir sus genes defectuosos a las otras plantas de su parcela. Antes de la polinización, elimine las plantas enfermas, con bajo rendimiento, que muestren mutaciones, infestadas o menos deseables. También puede ser posible eliminar las estructuras florales masculinas (p. ej., las panojas /panículas /borlas del maíz) de las plantas indeseables antes de que el polen sea viable.

Las variedades nunca permanecen estáticas; siempre cambiarán. ¡Su trabajo es mantenerse alerta y asegurarse de que cambiarán para mejorar!



X indica las plantas que serían eliminadas. Fuente de la imagen: Arielle Price

Capítulo 9. Técnicas de limpieza de semillas



Taller de limpieza de semillas en Pinlaung, Myanmar, 2020.

Por qué es importante una correcta limpieza de las semillas

La limpieza de las semillas es uno de los pasos más importantes en el proceso de su conservación. Un cuidado adecuado en esta etapa es fundamental para la vida útil de almacenamiento de sus semillas.

Nota: Algunas semillas necesitan procesarse y limpiarse antes de poder secarse, mientras que otras necesitan un periodo de secado previo antes de que se puedan limpiar. Por ello, primero trataremos el tema de la limpieza de semillas y, posteriormente, dedicaremos un capítulo al secado.

La razón principal para limpiar las semillas en forma adecuada antes de secarlas y almacenarlas es que las semillas limpias impiden que las plagas y enfermedades se multipliquen durante el almacenamiento. Es vital eliminar los residuos, pues los insectos pueden depositar ahí sus huevos, y limita cualquier oportunidad para la multiplicación de enfermedades fúngicas, bacterianas y virales durante el almacenamiento. Una limpieza adecuada de las semillas también reducirá el volumen de material seminal en los contenedores de almacenamiento, lo cual es importante para los reservorios de semillas más pequeños con espacio de almacenamiento limitado.

Separación de materiales indeseables, incluidos:

- Grava
- Materia orgánica y otros residuos
- Semillas de maleza
- Semillas inmaduras (subdesarrolladas)
- Semillas agrietadas o rotas
- Semillas mohosas o enfermas
- Semillas dañadas por plagas

Técnicas de limpieza de semillas

Los distintos cultivos y cantidades requieren diferentes técnicas y equipos para la limpieza.

Si las muestras de semillas son pequeñas, se puede hacer una limpieza adecuada a mano utilizando una combinación de cestas, cribas, tamices, pinzas y otros artículos domésticos. Para lotes más grandes, se recomienda utilizar maquinaria capaz de separar y limpiar residuos de diferentes tamaños.

Liberar la semilla

Trillado es la acción de romper el material vegetativo para exponer o liberar las semillas. Esto se puede hacer triturando, frotando, golpeando, pisoteando o moliendo el material vegetativo.

Se puede utilizar un procesador de alimentos o una licuadora para cortar la fruta y exponer las semillas. Pruebe primero con un pequeño lote para asegurarse de que las cuchillas no corten las semillas. Es posible que deba agregar agua a la licuadora. Luego, las semillas se pueden aventar (chiles secos) o realizar una prueba de flotación (tomatillos, berenjenas) para separar la pulpa y las semillas inviables que flotan. Consulte la sección sobre aventado y prueba de flotación a continuación.

Las vainas o inflorescencias secas pueden colocarse en una bolsa tejida y golpear para liberar las semillas. Esta técnica funciona bien si el material vegetativo está bien seco al colocarlo en la bolsa. En ECHO, lo hacemos con gandul, caupí, frijol terciopelo, espinaca de Lagos, cáñamo de la India, chipilín, sesbania, amaranto de grano y amaranto de hoja. Luego, las semillas se separan del material vegetativo grande con un tamiz y después se avientan.

Un molinillo de muelas es una opción para separar las semillas pequeñas de las inflorescencias. Las placas deben ajustarse para que las semillas se desprendan pero no se trituren.

Se puede fabricar una trilladora de bajo costo con un cubo o barril. Ésta utiliza una varilla metálica con cadenas que se introduce en un cubo o barril a través de la tapa. La varilla metálica se conecta después a un taladro. Las cadenas giran y sacuden las semillas extrayéndolas del material vegetativo. Para que esto resulte efectivo, el material vegetativo debe estar muy seco.

Existen muchas variedades de trilladoras de grano de pequeña escala para granos pequeños. Algunas funcionan con pedales (p. ej. las trilladoras de bicicleta) o manualmente, y otras pueden modificarse para usar un motor.

Fermentación es la acción que utiliza bacterias para descomponer la gelatina o la pulpa o que rodea algunas semillas. Se puede aplicar a cultivos como el tomate, la maracuyá, la espinaca malabar, el neem y el pepino. Véase el método de fermentación a continuación.

Retirada de residuos vegetales

La **prueba de flotación** es la acción de separar las semillas viables de las no viables mediante agua. Esto no funciona con todos los tipos de semillas, pero sí es eficaz para las de berenjena y tomatillo.

Asegúrese de separar primero las semillas de la pulpa, luego mezcle las semillas con agua y deseche todo lo que flote. Quédese con las semillas que se hundan y séquelas en una bandeja en un lugar sombreado.

Las pruebas de flotación también pueden utilizarse para algunos frijoles y granos. Primero, seque bien las semillas y luego coloque un pequeño lote de semillas en un recipiente con agua y revuelva. Deseche todo lo que flote y conserve lo que se hunda. Seque de nuevo y con rapidez las semillas buenas para evitar la imbibición.

Aventado es la acción de separar el material vegetativo de las semillas con un ventilador o una corriente de aire suave. Para que el aventado sea efectivo, primero se deben retirar los residuos más grandes de las semillas con un tamiz. Al aventar semillas de chile picante utilice gafas protectoras pues los residuos pueden ser irritantes.

Pase las semillas de un recipiente a otro frente a un ventilador para eliminar los residuos más ligeros. Haga una prueba primero para ajustar la velocidad del ventilador y evitar perder semillas buenas.

El viento también puede utilizarse para aventar las semillas. Pruebe primero con una muestra pequeña para asegurarse de que el viento no se lleve las semillas buenas junto con los demás residuos.

Las semillas también se pueden separar usando una bandeja y moviéndola hacia arriba y abajo para que los residuos más ligeros se acumulen en la parte superior. Estos residuos más ligeros se pueden eliminar al soplarlos. Las máquinas de aventar son caras pero pueden eliminar rápidamente los residuos y las semillas no viables.

Clasificación manual es la acción de eliminar a mano las semillas dañadas o no viables Si los



métodos anteriores no funcionan para eliminar el material vegetativo o las semillas dañadas o descoloridas, la selección manual es un método demostrado. Aunque lleva tiempo, promueve muy bien la participación comunitaria.

Métodos de limpieza de semillas

Si bien existen muchos métodos de limpieza de semillas para diversos cultivos, destacaremos algunas de las técnicas más utilizadas, centrándonos en aquellas que se pueden hacer a mano con recursos locales. Las técnicas de limpieza se dividen en tres categorías principales: métodos en seco, en húmedo y por fermentación.

Método seco

Albahaca tailandesa (*Ocimum tenuiflorum*)



Paso 1. Una vez que se ha decidido que las plantas de albahaca produzcan semillas, seleccione las inflorescencias secas y de color marrón para cosechar las semillas. Las inflorescencias verdes están inmaduras y no producirán semillas viables.



Paso 2. Separe a mano las vainas de semillas del tallo.



Paso 3. Coloque las vainas en un mortero y machaque suavemente para separar las semillas de dichas vainas. Tenga cuidado de no machacar con demasiada fuerza, ya que las semillas podrían partirse y destruirse.



Paso 4. Una vez trituradas las vainas, separe las semillas con tamices de diferentes tamaños. El primer tamiz debe ser lo suficientemente grande para que todas las semillas pasen a través de él, y al mismo tiempo atrape la mayoría de las vainas.



Paso 5. Una vez que la mayoría de las vainas se hayan separado de las semillas, utilice un tamiz más pequeño para separar aún más las semillas de cualquier residuo restante. En esta ocasión, las semillas permanecerán en el tamiz, mientras que los residuos serán empujados a través de él.



Paso 6. Repita el paso 5 utilizando un tamiz aún más pequeño para presionar y empujar a través cualquier residuo restante. Las semillas limpias deben quedar en el tamiz.



Paso 7. Coloque las semillas en una bandeja y separe manualmente las de baja calidad. Aparte las semillas partidas, descoloridas o inmaduras.



Paso 8. Aunque tedioso y trabajoso, un juego de pinzas resulta útil para sacar manualmente las semillas restantes de baja calidad.



Paso 9. El producto final (a la izquierda) contiene semillas de alta calidad, de tamaño y madurez uniformes. Estas semillas están listas para secarse y almacenarse.

Método húmedo

Berenjena (*Solanum melongena*)



Paso 1. Para cosechar berenjenas con el objeto de obtener semillas maduras, recoja el fruto más tarde de lo habitual, esperando más tiempo del necesario para consumirlo como verdura. En este caso, la berenjena de la derecha está lista para cosecharse como verdura, mientras que la de la izquierda está más madura y lista para cosecharse para semilla.





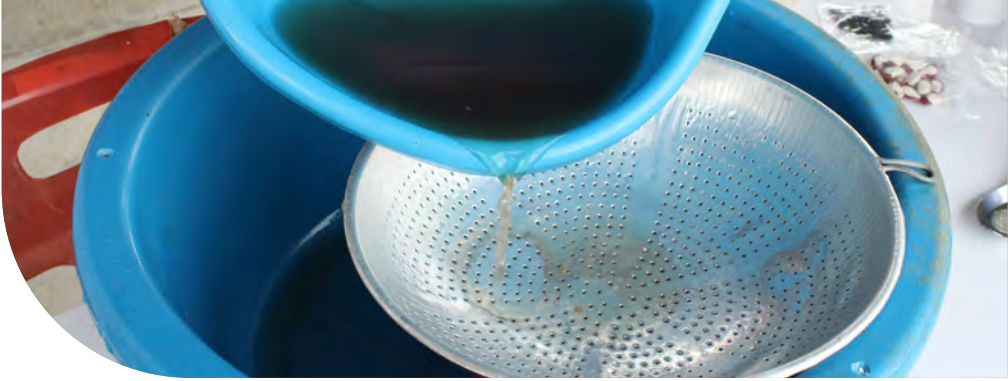
Paso 2. Coloque la berenjena sobre una tabla de cortar y machaque suavemente la fruta por todos lados con un mortero para aflojar las semillas.



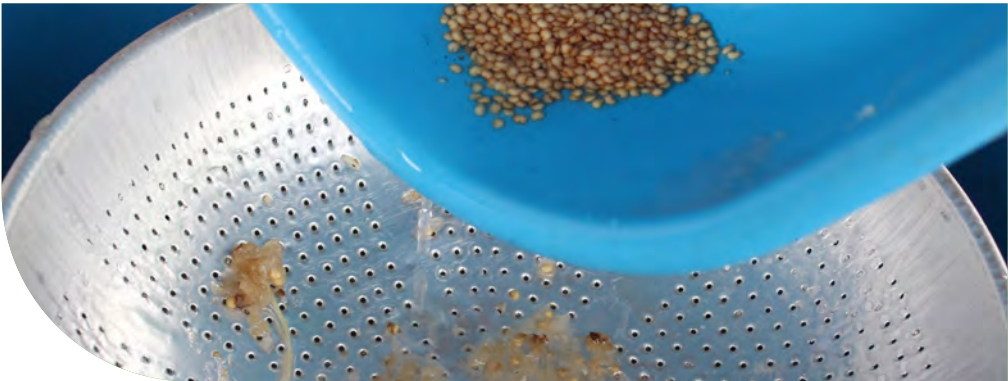
Paso 3. Utilice un cuchillo afilado para abrir la fruta de un extremo a otro.



Paso 4. Frote suavemente la fruta mientras raspa las semillas y las coloca en un cubo con agua limpia. Las semillas deberían separarse fácilmente de la pulpa después del paso 3.



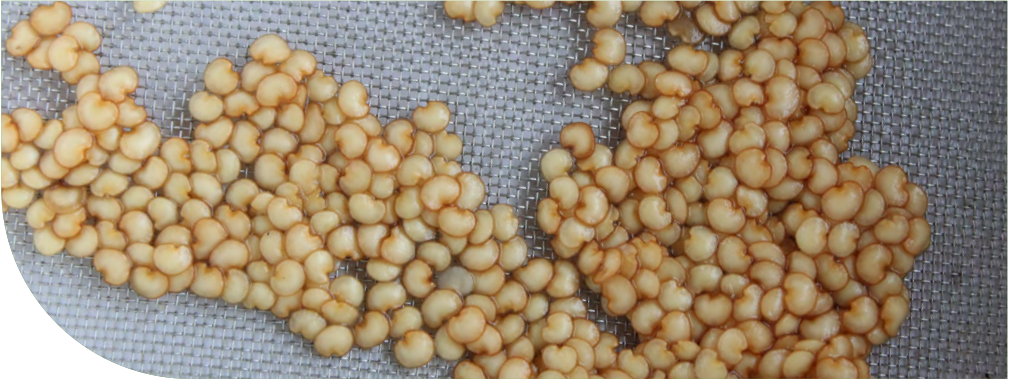
Paso 5. Deje que las semillas se hundan hasta el fondo y vierta con cuidado el agua de un recipiente a otro a través de un tamiz/colador para separarlas.



Paso 6. Las semillas se hunden hasta el fondo del primer recipiente y permanecen allí mientras se vierte el líquido. El colador recoge las semillas que se escapan junto con la pulpa y los restos, y se pueden sacar a mano.



Paso 7. Pase estas semillas a otro colador y enjuáguelas bien con agua limpia.



Paso 8. Con las manos saque las semillas partidas, descoloridas o inmaduras. Las semillas ya están limpias y listas para secarse y luego almacenarse.

Papaya (*Carica papaya*)



Paso 1. Para cosechar la papaya con el objeto de obtener semillas maduras, recoja el fruto más tarde de lo habitual, esperando a que haya cambiado completamente de color y esté suave al tacto. En este caso, la papaya más baja está lista a fin de cortarla para semillas.



Paso 2. Corte el fruto de un extremo a otro para acceder a las semillas.



Paso 3. Con una cuchara, saque las semillas y colóquelas en un pequeño pedazo de malla o cedazo fino. Nota: el fruto restante puede seguir siendo útil.



Paso 4. Envuelva las semillas con la malla, masajee con cuidado el contenido para separar la pulpa de las semillas.



Paso 5. Una vez que haya frotado bien las semillas con la malla, vacíe el contenido en un cubo con agua y luego cuélelo con un colador.



Paso 6. Enjuague las semillas varias veces para separar la pulpa restante de las semillas.



Paso 7. Observe la diferencia entre las semillas que han sido limpiadas (derecha) y las que no lo han sido (izquierda).



Paso 8. Las semillas de papaya están limpias cuando se les ha quitado toda la pulpa que las envuelve.

Método de fermentación

Tomate (*Solanum lycopersicum* syn. *Lycopersicon esculentum*)



Paso 1. Recoja sólo los frutos maduros para fines de conservación de semillas. Los frutos verdes producen semillas inmaduras no aptas para la reproducción. Corte el fruto longitudinalmente, de arriba abajo.



Paso 2. Con una cuchara, saque las semillas y colóquelas en un recipiente con agua limpia.



Paso 3. Utilice la orilla de la cuchara para retirar con cuidado las semillas que queden pegadas a la fruta. Nota: el fruto restante puede seguir siendo útil.



Paso 4. Una vez recolectadas todas las semillas, cúbralas y déjelas reposar durante la noche en el recipiente con agua. En pocas horas, comenzará el proceso natural de fermentación, que descompondrá la pulpa pegada a las semillas y facilitará su limpieza.



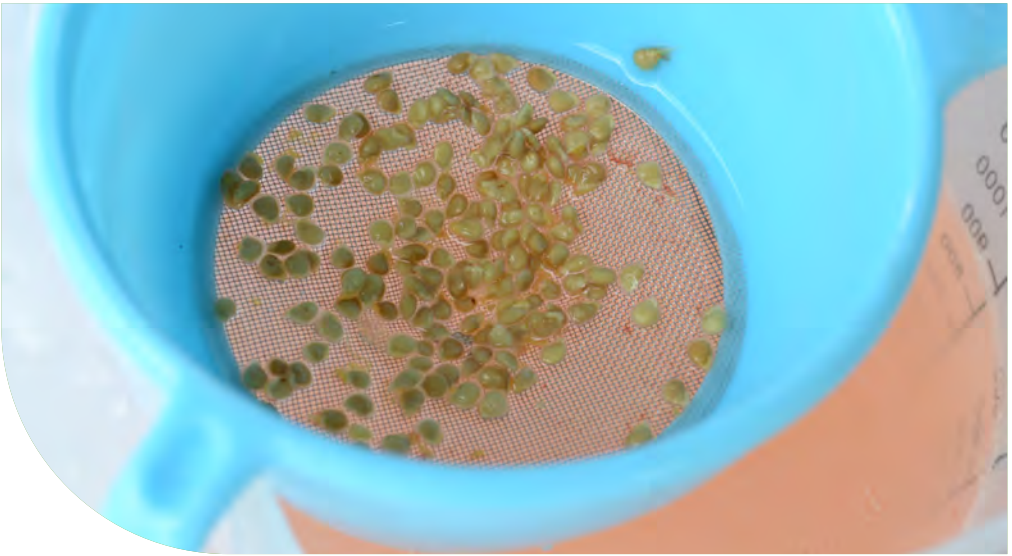
Paso 5. Tras 24 horas de fermentación, saque el líquido con cuidado, dejando las semillas en el recipiente. Puede usar un colador para recoger las semillas que se hayan escapado.



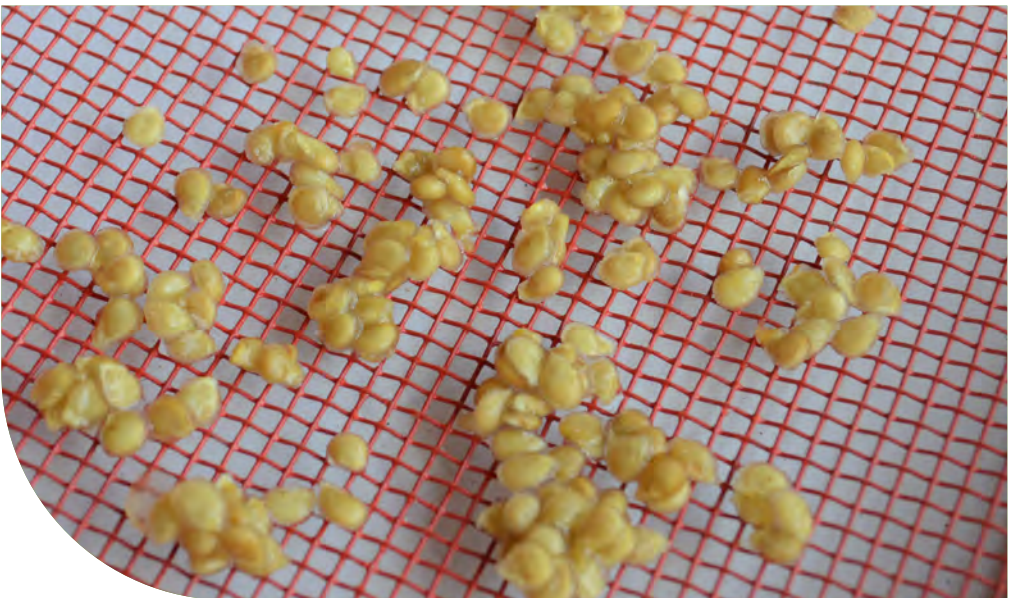
Paso 6. En esta etapa, las semillas que quedan en el recipiente están prácticamente limpias. Recoja las semillas que hayan quedado atrapadas en el colador y agréguelas al recipiente.



Paso 7. Agregue más agua limpia a las semillas prácticamente limpias, revuelva el agua y repita el paso 5. Este paso debería dar lugar a semillas casi completamente separadas de la pulpa del fruto.



Paso 8. Coloque las semillas en un colador y enjuáguelas con agua a presión para eliminar todo resto de pulpa.



Paso 9. Las semillas están completamente limpias y listas para secarse y almacenarse. Utilice un tamiz para secarlas y que haya circulación de aire. Es normal que las semillas se peguen entre sí.





Parte III. Almacenamiento de semillas

Capítulo 10. Secado de las semillas



Métodos tradicionales de secado y almacenamiento para la conservación de semillas en Laos.



Métodos tradicionales de secado y almacenamiento para la conservación de semillas en Camboya.

Importancia del secado de las semillas

Adaptado de: *ECHO Nota de buenas prácticas no. 5* (Personal de ECHO, 2016)

Este capítulo se centrará en las semillas ortodoxas porque pueden almacenarse en condiciones secas. Representan los cultivos de cereales y la mayoría de las hortalizas.

El secado de las semillas es fundamental para el éxito general de un RCS, ya que las semillas con alto contenido de humedad no permanecen viables en almacenamiento durante mucho tiempo. La humedad favorece el desarrollo de moho y procesos biológicos que provocan la germinación prematura y el agotamiento de las reservas de nutrientes necesarios que las semillas necesitan para crecer cuando las siembran. Las semillas recién cosechadas suelen conservar la humedad del campo debido al rocío o la lluvia. También podrían tener un alto contenido de humedad si se cosechan un poco antes de tiempo para evitar daños por plagas. Por lo tanto, es necesario asegurarse de que las semillas estén lo suficientemente secas para su almacenamiento, tema central de este capítulo. Una vez almacenadas, también es importante mantenerlas secas, lo cual se tratará en el Capítulo 11 sobre tecnologías de almacenamiento de semillas.

Secar semillas en las zonas tropicales húmedas es un desafío, debido a la alta humedad relativa y la constante nubosidad durante la temporada de lluvias. A continuación, explicaremos los principios para secar semillas sin dañarlas y presentaremos opciones tanto naturales como artificiales. El secado natural no necesita electricidad ni piezas móviles, lo que hace que sea el método más económico. Las desventajas de los métodos de secado natural son la falta de control preciso sobre la temperatura, la circulación del aire y la humedad. Por consiguiente, el secado es más lento en días nublados, lluviosos o fríos que en días cálidos y soleados. Los métodos de secado artificial son más complejos y costosos; sin embargo, ofrecen mayor control sobre el proceso. Tanto los secadores naturales como los artificiales se pueden construir con materiales baratos y fáciles de conseguir, lo que ayuda a reducir los costos. Este capítulo también cubre opciones para evaluar el contenido de humedad de las semillas, lo que puede ayudar a determinar si están lo suficientemente secas para almacenarlas.

Principios para un secado seguro

Las semillas deben secarse de forma que no se dañen ni se reduzca su capacidad de crecer al sembrarlas. El daño por desecación se produce a temperaturas demasiado altas y/o muy rápido. El daño por altas temperaturas provoca la muerte del embrión y el agrietamiento, la contracción o la partición de la cubierta seminal.

La temperatura segura para el secado depende del cultivo, de cuánta humedad tenga la semilla y su contenido de aceite. Las semillas con un alto contenido de humedad inicial y alto contenido de aceite son las más susceptibles al daño por altas temperaturas. Una temperatura de secado que no supere los 40 °C es segura para la mayoría de las semillas; sin embargo, una temperatura máxima cercana a los 35 °C es preferible para semillas con niveles de humedad inicial (antes del secado) superiores al 15 % (Hill y Johnstone, 1985).

La tasa de secado está relacionada con la temperatura del aire, la circulación de aire y la humedad. Un aumento de la temperatura y del movimiento del aire alrededor de las semillas ayudará a que las semillas se sequen más rápido. Una alta humedad ralentizará el proceso. Debe apuntarse a un equilibrio entre un secado lo suficientemente rápido para prevenir el moho y al uso eficiente del tiempo, pero lo suficientemente lento para evitar daños o un secado incompleto de las semillas. El secado rápido, cuando se combina con altas temperaturas, tiene mayor probabilidad de dañar las semillas. Comparaciones de temperaturas de secado de 35, 42 y 50 °C revelaron que el daño por temperaturas altas y secado rápido (con una pérdida de humedad superior al 2 % por hora) de semillas de maíz desgranadas solo ocurría a 50 °C (Herter y Burris, 1989).

El secado de semillas también debe ser seguro para las personas. Considere los riesgos de incendio y descarga eléctrica al diseñar, construir y operar cualquier tecnología de secado que utilice electricidad.

Opciones de secado natural

El secado natural es quizás el método más sencillo y, en función de los materiales utilizados, puede ser el más económico para secar semillas. Sin embargo, el control sobre la temperatura y la humedad es limitado. Vigile la temperatura y la humedad.

En tiempos soleados y calurosos, traslade o cubra las semillas para protegerlas del sobrecalentamiento. El clima fresco y nublado prolonga el tiempo de secado al aire libre. Si se necesitan varios días para un secado completo, considere llevar las semillas adentro por la noche para evitar que se rehidraten. El riesgo de rehidratación nocturna aumenta cuando la humedad es alta y el punto de rocío es bajo (lo que indica una alta probabilidad de rocío).

Secado al aire en lonas, tendedores y tamices



Secado de semillas en el suelo con una lona, un tamiz u otros recipientes.

El secado al aire elimina la humedad del campo del material de siembra como las panículas (un tipo de racimo ramificado o inflorescencia) y las vainas. Extender este material sobre lonas o rejillas es una buena manera de prepararlas para su procesamiento y secado adicional. Un presecado, por ejemplo, facilita sacar las semillas de sorgo (*Sorghum bicolor*) de las panículas. Las semillas procesadas pueden posteriormente colocarse en un secador de semillas para un secado adicional si es necesario.

Si las seca en el suelo, mantenga las semillas libres de polvo y partículas de tierra o grava al colocarlas sobre una lona. Tenga cuidado con las altas temperaturas si las seca al sol directo y, si es necesario, trasládelas a un lugar sombreado. Puede ser necesario cubrirlas o protegerlas de pájaros o animales.



Secado aéreo con un tendadero tipo caballete.

El secado aéreo mejora la circulación del aire, lo que permite un secado más eficiente. Algunas opciones son el tendadero con estructura en forma de A y un tendadero suspendido de la parte de abajo de un techo metálico.



Una rejilla suspendida cerca de un techo metálico

Opciones de secado solar

Existen diversos métodos de utilizar la luz solar para secar semillas. Quizás el más sencillo sea secar las semillas bajo plástico, como se muestra en la figura de la derecha. El uso de plástico opaco en lugar de transparente minimizará el daño solar al bloquear de la luz entrante. Los lados abiertos aumentarán la circulación del aire y reducirán la humedad.



Secado al aire de semillas bajo plástico opaco.

Con un secador solar de chimenea, las semillas se secan en una cámara cerrada, protegidas de plagas y de los efectos adversos de la radiación solar directa. Un colector de calor expuesto al sol genera calor que asciende a la cámara de secado y sale por orificios en la parte superior. Extienda las semillas en una capa fina sobre bandejas de secado dentro de la cámara, lo que facilitará su exposición uniforme al aire caliente.



Secador solar de chimenea para secar biomasa vegetal o semillas.

Opciones de secado artificial

Gabinete secador para semillas

Adaptado de: *ECHO Asia Nota* 31 (Bicksler, 2017)

Un secador de semillas eficaz incluirá:

- una fuente de calor
- una forma de moderar la fuente de calor
- un recipiente o caja para mantener el calor
- tamices sobre las que colocar las semillas
- un ventilador para hacer circular el aire (opcional)
- una rejilla de ventilación para liberar el aire húmedo (opcional)

El aire caliente proveniente de un elemento calefactor asciende por convección o se hace circular dentro de un espacio cerrado mediante un ventilador. Este elemento calefactor se ajusta a una temperatura específica para no dañar las semillas. A medida que el aire caliente se mueve a través de la cámara, las semillas liberan humedad ya que el aire caliente retiene más humedad que el aire frío. Si la cámara es hermética, su secador de semillas será más eficiente con una válvula que permita la salida del aire caliente cargado de humedad, ya que la humedad de las semillas se equilibrará con la humedad relativa del ambiente.

Los tiempos de secado y la capacidad para reducir el contenido de humedad de las semillas varían según la eficiencia del secador, la fuente de calor, la cantidad y el tipo de semillas a secar, y las condiciones ambientales. Será más fácil secar semillas en ambientes secos. Si el secador está rodeado de aire húmedo, puede ser necesario ajustar el termostato para aumentar la temperatura (con cuidado de no sobrecalentar las semillas) y dejar salir el aire húmedo (que puede hacerse mediante una salida de



Secador de gabinete para semillas con cajones (izquierda), herrajes para estantes de malla extraíbles (centro), bombillas como la fuente de calor (centro), termostato para control de temperatura (derecha) y ventiladores CD de computadora para hacer circular el aire (derecha).

escape). Aprender a secar semillas correctamente exige prueba y error, y es tanto un arte como una ciencia.

Con el tiempo y la experiencia, se pueden refinar las habilidades para secar semillas y calcular su contenido de humedad aproximado.

Se puede construir un gabinete de secado de semillas que sea de alta calidad y muy eficaz con materiales locales e insumos mínimos en términos financieros y de mano de obra. La siguiente tabla explica las consideraciones para los distintos componentes de un secador de gabinete

Componente	Conceptos y consideraciones
Una fuente de calor	Una fuente de calor puede ser un elemento calefactor, bombillas o mantas térmicas de propagación. Las bombillas incandescentes son las que más calor emiten, pero también se pueden usar bombillas fluorescentes. Existen mantas térmicas de propagación económicas en varios tamaños y voltajes. Se necesitará electricidad para alimentar la fuente de calor. Asegúrese de que las fuentes de alimentación sean compatibles con los requisitos de potencia de su fuente de calor.
Una forma de moderar la fuente de calor	La fuente de calor se puede controlar ya sea con un termostato o un temporizador eléctrico sencillo. El termostato es el método preferido, ya que puede regular las temperaturas con precisión. Para diseños más pequeños, las mantas térmicas de propagación térmicas de 5 o 12 voltios se pueden controlar con un controlador de temperatura de 5 o 12 voltios como el Controlador W1209 . Un temporizador puede ser la opción más económica, pero es más difícil de usar. El principio tras el uso de un temporizador es encender y apagar la fuente de calor a una frecuencia con la que se alcance la temperatura deseada. Usar un temporizador demanda tiempo y esfuerzo para medir la temperatura dentro del secador, ajustar la función de encendido/apagado del temporizador según sea necesario (para lograr el ciclo de calentamiento y enfriamiento deseado) y monitorear los cambios en las condiciones ambientales para realizar los ajustes consiguientes.
Una cámara de secado	Este espacio albergará las semillas que se están secando y contendrá el calor esencial para ello. El confinamiento del calor dentro de este espacio es importante para un uso eficiente de la fuente de calor y garantiza que la humedad de las semillas no se reequilibre con la humedad del aire ambiente.
Una forma de contener las semillas	Los tamices o mallas son ideales para mantener las semillas dentro del espacio de secado. Cualquier material que permita la circulación del aire, como la malla o cedazo para ventanas o puertas, puede servir. Los tamices deben colocarse de manera que permitan el máximo flujo de aire dentro de la cámara. Se pueden apilar en capas, como si fueran estantes. Extienda las semillas sobre la malla, formando una sola capa de espesor, para asegurar una buena circulación del aire y maximizar el secado.
Una forma de hacer circular el aire	Un pequeño ventilador que haga circular el aire caliente puede acelerar los tiempos de secado, maximizar la eficiencia y garantizar un secado más uniforme. Se puede usar un ventilador de corriente alterna (CA) conectado directamente a la red eléctrica o un ventilador de computadora de corriente continua (CC) conectado a un transformador de CC. Si bien es útil, un ventilador no es imprescindible si la fuente de calor se encuentra debajo de los tamices y la convección puede transportar el aire caliente a través de los estantes tamices.

Componente	Conceptos y consideraciones
------------	-----------------------------

Una forma de extraer el aire húmedo e introducir aire fresco	<p>A medida que el aire caliente absorbe la humedad de las semillas, pierde su capacidad para retener más humedad, lo que aumenta la humedad dentro de la cámara de secado.</p> <p>Una válvula de ventilación en la parte superior de la cámara, que se pueda abrir y cerrar, permitirá que el aire caliente y húmedo escape fácilmente, lo cual puede ser útil si sus semillas tienen un alto contenido de humedad. Un puerto de entrada reemplazará el aire húmedo con aire más seco. Ubicar este puerto de entrada cerca de la fuente de calor permitirá que el aire seco entrante se caliente lo antes posible después de entrar en el secador. La válvula de ventilación y el puerto de entrada pueden consistir en pequeños orificios o trozos cortos de tubería de PVC con válvulas. Abra las válvulas completamente para permitir máximas ventilación y enfriamiento. Abra o cierre las válvulas parcialmente para aumentar la recirculación del aire y el calor dentro del secador. Es posible que no necesite una entrada o ventilación dedicada si su secador no es hermético.</p>
--	---

Cajas de secado sencillas

Para cantidades pequeñas de semilla una caja de secado puede ser suficiente. Un método es generar calor en la parte superior de la caja y forzar el aire caliente hacia abajo, mediante un ventilador, hacia el espacio de secado

Otro método consiste en calentar y hacer circular el aire que entra por la parte inferior de la caja y ventilar el aire cálido y húmedo por la parte superior. La caja puede ser algo tan sencillo como una hielera portátil de poliestireno expandido, con un controlador de temperatura y ventiladores de CC, como se describe en la página de GitHub de ECHO sobre dispositivos con microcontroladores: <http://edn.link/fp6qfe>.

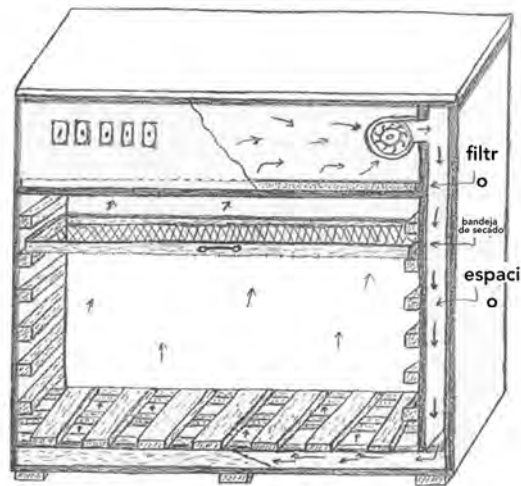
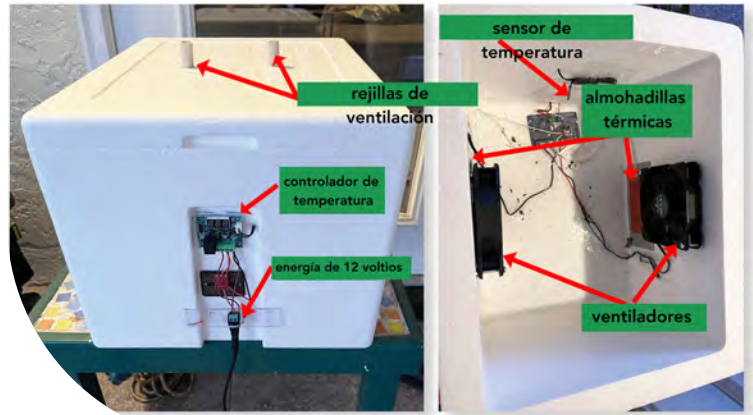


Diagrama de una caja de secado de semillas diseñada por Charlie Forst, con bombillas (fuente de calor) y un ventilador en la cámara superior. El aire, dirigido hacia una pared plenum (espacio) en el lado derecho de la caja, sale por la parte inferior y circula en un espacio de secado con estantes de rejilla. Un filtro impide que los residuos entren en contacto con la fuente de calor.

Secado con desecante

Los desecantes son materiales absorbentes de humedad que reducen la humedad del aire circundante. Las opciones de desecantes incluyen arroz, gel de sílice y perlas de secado de zeolita®. El secado con desecante es más adecuado para cantidades pequeñas de

semillas de alto valor. Es una buena opción de acabado para llevar las semillas al nivel de humedad deseado después de un paso inicial de secado al aire. Los requisitos principales para el secado con desecante son un recipiente sellado y un material desecante seco y, por lo tanto, capaz de absorber la humedad. Se pueden agregar opcionalmente ventiladores, para la circulación del aire, o un mecanismo para rotar el recipiente periódicamente a fin de obtener un secado más uniforme. Coloque el desecante en un recipiente sellado con las semillas que se van a secar. Si es posible, vigile la humedad en el recipiente para asegurarse de que el desecante mantenga la humedad baja. El capítulo 11 contendrá más información sobre desecantes y tecnologías para el monitoreo de la humedad.



Una caja de secado con control de temperatura dotada de ventiladores CC de computadora para hacer circular el aire.

¿Cómo determinar si las semillas están lo suficientemente secas

Procure que el nivel de humedad de las semillas sea aceptable

Puede ser útil distinguir entre la humedad ideal y la humedad aceptable de las semillas. En general, las semillas ortodoxas idealmente deben secarse a un contenido de humedad de entre el 3% y el 7% para su almacenamiento a largo plazo (Ghimire y Joshi, 2019). Los contenidos de humedad recomendados son menores para las semillas oleaginosas que para las no oleaginosas. El agua tiene afinidad por las proteínas y el almidón, pero no se mezcla con el aceite (McDonald, 2007). Por lo tanto, a cualquier nivel de humedad del aire dado, el contenido de humedad de las semillas altamente oleaginosas se estabilizará en un nivel inferior al de las semillas no oleaginosas con alto contenido de proteínas o almidón. En la tabla siguiente se muestran ejemplos de semillas con alto contenido de aceite, proteínas y almidón.

Alto contenido de almidón (50%) ¹	Alto contenido de aceite (18-50%) ¹	Alto contenido de proteína (18-50%) ¹
<i>Amaranthus</i> spp. (amaranto) ²	<i>Arachis hypogaea</i> (maní, cacahuete) ¹	<i>Glycine max</i> (soya) ⁶
<i>Avena sativa</i> (avena) ¹	<i>Glycine max</i> (soya) ¹	<i>Lespedeza</i> spp. (lespedeza) ¹
<i>Chenopodium quinoa</i> (quinoa) ³	<i>Gossypium</i> spp. (algodón) ¹	<i>Medicago sativa</i> (alfalfa) ¹
<i>Daucus carota</i> (zanahoria) ¹	<i>Helianthus annuus</i> (girasol) ¹	<i>Moringa oleifera</i> (moringa) ¹
<i>Oryza sativa</i> (arroz) ¹	<i>Linum usitatissimum</i> (linaza) ¹	<i>Phaseolus vulgaris</i> (frijol común) ¹
<i>Sorghum bicolor</i> (sorgo) ¹	<i>Moringa oleifera</i> (moringa) ⁴	<i>Vicia faba</i> (haba) ⁵
<i>Triticum aestivum</i> (trigo) ¹	<i>Ricinus communis</i> (ricino) ¹	<i>Vicia villosa</i> (veza vellosa) ¹
<i>Zea mays</i> (maíz) ¹	<i>Sesamum indicum</i> (ajonjolí) ⁵	<i>Vigna unguiculata</i> (caupí) ¹

Información recopilada de: ¹ Potts (1972), ²Malik *et al.* (2023), ³Guantian y Zhu (2018), ⁴Anwar *et al.* (2005), ⁵El-Khier *et al.* (2008), y ⁶Martineau-Côté *et al.* (2022).

Los niveles de humedad ideales para la conservación a largo plazo de semillas ortodoxas puede que no sean realistas ni prácticos para los reservorios de semillas con opciones limitadas para controlar la temperatura y la humedad. Además, si bien la conservación a largo plazo es importante para los reservorios de germoplasma, los RCS quizás no necesiten almacenar semillas por mucho más de un año, en cuyo caso un secado hasta un contenido de humedad de entre el 10 y el 12 % es aceptable para la mayoría de las semillas ortodoxas (Chala y Bekana, 2017). El crecimiento de hongos se vuelve problemático con niveles de humedad superiores al 13 % (McCormack, 2010). La vida útil de las semillas almacenadas también dependerá de la temperatura, como se analizará en el Capítulo 11.

La figura de la página anterior también se ocupa de los niveles de humedad para semillas no ortodoxas. Las semillas recalcitrantes tienen poca o ninguna tolerancia al secado y deben distribuirse o sembrarse poco después de la cosecha. En el espectro entre las semillas ortodoxas y las recalcitrantes se encuentran aquellas con tolerancia intermedia al secado. Es posible almacenar semillas de esta categoría intermedia, pero por lo común tienen una vida útil más corta y son menos tolerantes a las temperaturas bajo cero que las semillas ortodoxas (Trusiak *et al.*, 2023).

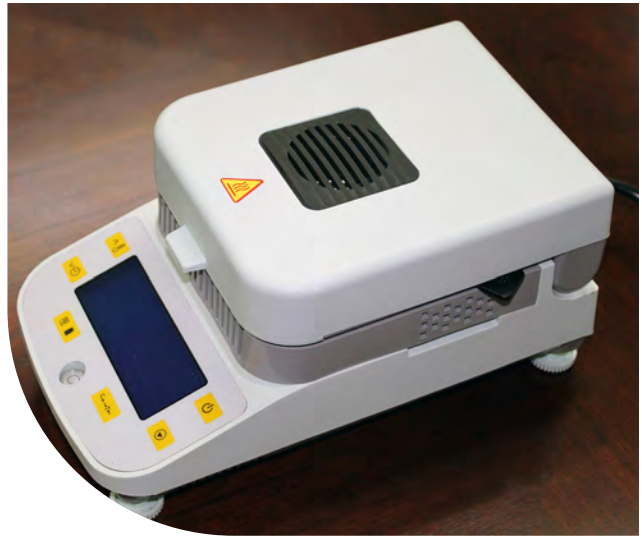
Medir la humedad de las semillas

Adaptado de: *ECHO Nota de Desarrollo* 136 (Reader y Tim Motis, 2017)

Para saber si las semillas están lo suficientemente secas para almacenarlas, es necesario evaluar su humedad. Aquí presentamos opciones para hacerlo. Comenzaremos con métodos que requieren instrumentación o un horno y que dan mediciones precisas de la humedad de las semillas. También presentaremos técnicas que ofrecen una indicación aproximada de la humedad de las semillas, sin necesidad de equipos especiales.

Medidores de humedad

Los medidores de humedad de semillas pueden ser útiles para organizaciones o grupos que necesitan lecturas frecuentes y/o precisas de la humedad de las semillas. Algunos medidores funcionan calentando una pequeña muestra de semillas (un rango de gramos apropiado de material de semilla [generalmente triturada en un mortero]) y muestran el contenido de humedad una vez que el peso se estabiliza. Otros medidores toman en cuenta que la conductividad eléctrica



Analizador de humedad que utiliza calor para lograr un peso seco constante.

varía con la humedad de la semilla. Si bien son efectivos, los medidores de humedad pueden ser no adecuados y/o inasequibles para la mayoría de productores.

Secado en horno

El contenido de humedad de las semillas también puede determinarse con un horno, como se describe a continuación, según las directrices establecidas por la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA por sus siglas en inglés). Tome una muestra aleatoria de sus semillas y obtenga el peso fresco. Luego, coloque las semillas frescas en el horno, espere a que la temperatura alcance los 103 °C (semillas oleaginosas) o 130 °C (semillas no oleaginosas) y mantenga esa temperatura durante un tiempo adecuado: 17 horas para semillas oleaginosas y de 1 a 4 horas para semillas no oleaginosas (4 horas para maíz, 2 horas para otros cereales o 1 hora para otros cultivos con semillas no oleaginosas). A continuación, retire la muestra del horno y deje que las semillas se enfríen. Finalmente, pese las semillas para obtener el peso seco. Utilice la siguiente fórmula para calcular el contenido de humedad de las semillas como porcentaje del peso inicial antes del secado (ISTA, 2005; Rao *et al.*, 2006).

$$\% \text{ contenido de humedad} = \frac{\text{peso de semillas frescas} - \text{peso de semillas secas}}{\text{peso de semillas frescas}}$$

Las desventajas de este método son que la muestra de semilla se destruye y que muchos pequeños productores quizás no tengan acceso a un horno. Algunas pruebas más sencillas no requieren instrumentación ni equipos costosos

Medir la humedad relativa de equilibrio

Las semillas secas absorben humedad si se están en un ambiente con aire húmedo, lo que disminuye la humedad relativa del aire a su alrededor. Por el contrario, las semillas húmedas en un ambiente con aire seco liberan humedad al aire, lo que aumenta la humedad relativa del aire a su alrededor. En un espacio cerrado, la humedad relativa del aire en el espacio de secado alcanza el equilibrio con la humedad de las semillas. Por lo tanto, el nivel de **humedad relativa de equilibrio**, es la humedad relativa del espacio de secado en la que las semillas dejan de liberar o absorber agua. El contenido de humedad estimado para las semillas de cultivos seleccionados a una temperatura de secado de 30 °C y una humedad relativa de equilibrio del 50 % se muestra en la tabla a continuación.

Especie	Contenido de aceite de a semilla (%)	Humedad estimada de la semilla (%)
<i>Amaranthus caudatus</i>	6.5	10.3
<i>Arachis hypogaea</i>	46.8	6.1
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> (kale)	25.9	8.3
<i>Glycine max</i>	20.0	8.9
<i>Helianthus annuus</i>	39.9	6.8
<i>Lycopersicon esculentum</i>	22.5	8.6
<i>Moringa oleifera</i>	37.5	7.1
<i>Sorghum bicolor</i>	5.0	10.4
<i>Tamarindus indica</i>	7.0	10.2

Datos extraídos de la Base de Datos de Información sobre Semillas (SID) gestionada por la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) a través de la Red Internacional para la Restauración Basada en Semillas (INSR); SER, INSR, RBGK, 2023.

Especie	Contenido de aceite de a semilla (%)	Humedad estimada de la semilla (%)
<i>Vicia faba</i>	3.9	10.5
<i>Zea mays</i>	4.9	10.4

Datos extraídos de la Base de Datos de Información sobre Semillas (SID) gestionada por la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER) a través de la Red Internacional para la Restauración Basada en Semillas (INSR); SER, INSR, RBGK, 2023.

La humedad relativa de equilibrio será el punto en el que la humedad relativa se estabilice (deja de cambiar). Para medir la humedad relativa de equilibrio en unos 30 minutos, coloque una muestra de las semillas que se están secando y un registrador de humedad o una tira indicadora en un recipiente pequeño y sellado (Sutcliffe y Adams, 2014). El recipiente debe estar casi lleno de semillas; si usa un registrador, asegúrese de que el sensor de humedad no toque las semillas. La prueba será más precisa si se hace a la misma temperatura que las semillas; si seca las semillas en un horno de secado, por ejemplo, haga la prueba con el recipiente de la muestra dentro del gabinete de secado.

Pruebas de mordida y flexión

Una técnica común para determinar si las semillas de frijol están lo suficientemente secas para almacenarlas consiste en morderlas o presionarlas con la uña. Si no queda ninguna marca en la cubierta seminal, lo más probable es que la semilla esté bien seca para su almacenamiento. Las semillas de especies cucurbitáceas se pueden comprobar doblándolas; si están lo bastante secas, no deberían doblarse con facilidad.

Prueba del frasco de sal

La prueba del frasco de sal es otra opción sencilla. Esta prueba se basa en el hecho de que la sal se aglomera a niveles de humedad relativa del 70-75% (Sutcliffe y Adams, 2014). El contenido de humedad de la semilla se ve afectado por la humedad relativa. A una humedad relativa del 70-75%, el contenido de humedad de la semilla de maíz se estabiliza cerca del 15% (Mrema, 2011).

Paso 1: Asegúrese de que el interior del frasco limpio esté seco. Si cree que no está completamente seco, quítele la tapa y coloque el frasco vacío y la tapa en un lugar seco durante un tiempo (de 30 minutos a una hora). Opciones para un lugar seco van desde al aire libre en un momento del día cuando hay poca humedad o en un horno a la temperatura más baja. A continuación, añada 5 ml (1 cucharadita) de sal al frasco, ciérrelo bien y gírelo con la sal dentro. Si el frasco está seco, la sal no se pegará a las paredes.

Paso 2: Destape el frasco e introduzca las semillas de maíz y la sal, dejando suficiente espacio libre para poder agitarlas. La cantidad de sal que se añade con las semillas no es crucial. Sutcliffe y Adams (2014) sugieren una proporción de 1:1 entre sal y semillas, de modo que las semillas y la sal llenen la mitad del volumen del frasco.

Paso 3: Tape el frasco y agítelo, haciéndolo girar suavemente durante 2 o 3 minutos. Si la sal no forma grumos ni se pega a las paredes del frasco, es probable que el contenido de humedad de la semilla de maíz sea inferior al 15%.



Frascos con sal y submuestras de semilla de maíz; la sal al fondo del frasco indica semilla seca.



Sal pegada al frasco indica semilla húmeda.

Capítulo 11. Tecnologías de almacenamiento de bajo costo

Condiciones de almacenamiento adecuadas

Adaptado de: *ECHO Nota de buenas prácticas* no. 5 (Personal de ECHO, 2016)

La vida de almacenamiento de semillas ortodoxas se ve favorecida por una baja humedad de la propia semilla y una temperatura fresca. La humedad de las semillas se mantiene baja al reducir al mínimo la humedad ambiental en las salas de almacenamiento o contenedores. En el manejo de la humedad y la temperatura del ambiente de almacenamiento, los reservorios de semillas de ECHO siguen la “regla del 100” a continuación:

Porcentaje humedad relativa + temperatura aire en grados F = 100 o menos

(Harrington, 1972; McDonald y Copeland, 1997)

Por ejemplo, si la temperatura en una sala o contenedor de almacenamiento de semillas es de 80 °F, la “regla del 100” se puede cumplir manteniendo la humedad relativa en un 20 % o menos. Entre temperatura y humedad, la humedad es el factor más importante a controlar. Esto se debe a que, cuando la humedad relativa alcanza el 70 %, el contenido de humedad de las semillas se acerca al 13 %, momento en el que los hongos comienzan a ser un problema en el almacenamiento (Justice y Bass, 1978; McCormack, 2004). Para la mayoría de las semillas, es posible almacenarlas durante varios años a menos del 50 % de humedad, especialmente si la temperatura también se mantiene baja (cerca de 50 °F; McCormack, 2004). Un nivel de humedad del 50 % está muy por debajo del umbral del 70 % para el crecimiento de moho.

Los refrigeradores, las cámaras frigoríficas y los deshumidificadores ofrecen un alto grado de control sobre la temperatura y/o la humedad. Estas opciones, que se analizan en el siguiente capítulo sobre infraestructura, requieren un suministro eléctrico fiable y suficientes recursos económicos y materiales. Este capítulo se centra en tecnologías de bajo costo para mantener las semillas secas y frescas.

Cómo mantener las semillas secas

Contenedores

Las opciones de contenedores incluyen sobres de papel, bolsas de plástico, paquetes de aluminio laminado, latas, frascos, y cubos. El peso, la forma y el tamaño son factores importantes a considerar al elegir recipientes para almacenar semillas. Los sobres, bolsas y paquetes son livianos y planos, lo que facilita su almacenamiento y transporte



en comparación con latas, frascos y cubos. Los cubos son una buena opción para almacenar grandes cantidades de semillas.

Otros factores importantes a la hora de seleccionar contenedores son la humedad del aire ambiente y cuán bien impiden la entrada de vapor de agua en el contenedor. El papel es poroso, lo que deja que el vapor de agua penetre con facilidad en el sobre. Por lo tanto, los sobres de papel son adecuados para una sala de almacenamiento seco, pero no son una buena opción para un ambiente húmedo. Las bolsas de plástico varían en grosor y densidad. El polietileno fino de baja densidad no sólo permite el paso lento del vapor de agua con el tiempo, sino que también se perfora y se rompe con mayor facilidad. Si es posible, seleccione bolsas de polietileno de alta densidad con un grosor de 4 mil (100 micras) o más (Wilnan, 1987). Considere el uso de doble bolsa (colocando una bolsa dentro de otra) si las bolsas de plástico finas son el único contenedor disponible. De las opciones de contenedores planos, los empaques de papel de aluminio laminado o de tipo *Mylar* son las más resistentes al vapor de agua. Están disponibles en varios tamaños, grosores y mecanismos de sellado (p. ej. ejemplo, cierre hermético o termosellado). Las latas, los frascos y los cubos aíslan muy bien la humedad si tienen tapas que proporcionen un cierre hermético.

Se dice que un recipiente con un sello aislante es **hermético o está sellado herméticamente**. El sellado hermético impide la entrada de vapor de agua y oxígeno del aire exterior al recipiente. El almacenamiento hermético de semillas ortodoxas sólo es efectivo si las semillas están secas inicialmente. Si no, el agua quedará atrapada en el recipiente, creando condiciones de humedad que favorecen el moho. El almacenamiento hermético se puede optimizar aún más con el envasado al vacío y los desecantes.

Sellado al vacío

El sellado al vacío utiliza recipientes herméticos para no sólo excluir el aire ambiente, sino también para eliminar el aire, junto con el vapor de agua y el oxígeno que el aire contiene, del recipiente. El sellado al vacío puede lograrse con modificaciones sencillas a dispositivos de bajo costo, como bombas de bicicleta, bombas de purga de frenos

de automóviles y jeringas. Consulte la *Nota Técnica 93 de ECHO* (<http://edn.link/tn93>; Motis, 2019) para obtener instrucciones sobre cómo modificar y utilizar estos elementos para generar vacío en un recipiente de semillas.



Opciones y métodos de desecación

Controlar la humedad en una habitación entera requiere electricidad para hacer funcionar un deshumidificador. Los desecantes en recipientes sellados ofrecen una alternativa de menor costo y más práctica para almacenar pequeñas cantidades de semillas de alto valor. Los desecantes reducen la humedad del aire ambiente absorbiendo la humedad. Los materiales con los que ECHO está más familiarizado son el arroz, el gel de sílice y las perlas de secado de zeolita®.

Arroz

El arroz blanco o integral crudo es fácil de conseguir y es barato. Los granos de arroz ganan pierden en función de la cantidad de humedad presente en los granos y en el aire ambiente (Kunze, 1977). Recomendamos utilizar granos de arroz descascarado, ya que la cáscara puede interferir con la capacidad del grano interior para absorber humedad.

El arroz con alto contenido de humedad puede absorber poca o ninguna humedad del aire. Por ello es importante eliminar la humedad existente en el arroz antes de utilizarlo (BPN 5). Extienda el arroz en una bandeja colocada en la rejilla del centro de un horno doméstico y hornéelo durante una hora a 150 °C (Personal de ECHO Staff, 2016). Como alternativa, caliente el arroz en una sartén sobre fuego directo (Morgan, 2013).

Una vez que los granos de arroz estén ligeramente dorados o dejen de perder peso, colóquelos en el/los recipiente(s) que se utilizarán para almacenar semillas. Secarlos hasta que alcancen un peso constante es la mejor manera de asegurarse de que el arroz esté totalmente seco. Para ello, saque el arroz del horno cada 15 minutos más o menos, péselo, vuelva a meterlo y repita el proceso hasta que no pierda más peso. Deje enfriar el recipiente durante unos 20 minutos antes de meter las semillas en su interior. Un buen punto de partida, en términos del volumen del arroz, es llenar el recipiente hasta el

25% de su capacidad con arroz caliente. Para conservar la eficacia del arroz, mantenga el recipiente cerrado/sellado; también ciérrelo inmediatamente después de sacar las semillas.

Gel de sílice

El gel de sílice consiste de dióxido de silicio (sílice), un compuesto presente en la arena, procesado en forma de pequeñas perlas o bolitas con poros diminutos que retienen agua. Estas perlas suelen empacarse en paquetes de tela o papel y se utilizan para mantener secos los aparatos electrónicos.

Evite que las bolitas de gel de sílice se mezclen con las semillas. El gel de sílice en sí no es tóxico, pero no es comestible y puede contener perlas indicadoras que no son seguras para el consumo (Warneke, 2020).

Para mantener las semillas secas durante el almacenamiento, comience con una proporción de 1 parte de gel de sílice por 10 partes de semillas (p. ej. , 1 kg de gel de sílice con 10 kg de semillas, como sugieren Copeland y McDonald, 2001) y ajústela según sea necesario. Si las técnicas utilizadas para monitorear la humedad en el recipiente indican que el desecante no está manteniendo las semillas secas, será necesario aumentar la cantidad de desecante y/o reponerlo.



Arroz como desecante colocado en el fondo de un recipiente sellado con sobres de semillas encima. Obsérvese el higrómetro inalámbrico utilizado para controlar la humedad.



Paquetes de gel de sílice con (izquierda) y sin (derecha) cristales indicadores

Las perlas de gel de sílice saturadas de humedad pueden regenerarse muchas veces mediante calor. Para hacerlo y a la vez manteniendo la capacidad de cambio de color de las perlas indicadoras, caliente el gel de sílice en un horno a una temperatura de entre 105 y 120 °C (Conservation By Design Limited, 2012; Warneke, 2020).

Perlas de secado de zeolita®

Utilizando zeolita, *Rhino Research* en Tailandia desarrolló un producto desecante llamado Drying Beads®. Una ventaja de las perlas de zeolita sobre el gel de sílice es que retienen mejor la humedad en condiciones de baja humedad (Hay *et al.*, 2012).

Las perlas de zeolita pueden reducir el contenido de humedad de las semillas a menos del 5%. Demasiada zeolita en un recipiente de semillas puede dañarlas debido a una desecación excesiva. Por ejemplo, una proporción (por peso) de 2 partes de semilla por 1 parte de perlas funciona bien para almacenar semillas de sorgo (*Sorghum bicolor*) pero

reduce la germinación de las semillas de oca (*Abelmoschus esculentus*) y frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) (Trail *et al.*, 2022).

La cantidad de perlas necesarias para obtener buenos resultados está influenciada por factores como el cultivo, la humedad, la humedad inicial de las semillas y la cantidad de semillas a secar. Consulte el sitio web, [dryingbeads.org](http://edn.link/zkj222) [<http://edn.link/zkj222>], para acceder a una herramienta que calcula la cantidad de perlas desecantes a utilizar.

Al igual que el gel de sílice, las perlas de zeolita se pueden reutilizar. Para ello, caliéntelas en un horno durante 2 horas a una temperatura de 250 °C (FFIL, sin fecha).

Desecantes alternativos

Otros ejemplos de desecantes incluyen el óxido de calcio y el carbón vegetal. El óxido de calcio es económico y suele venderse como cal viva. Investigación de ECHO ha demostrado que puede estabilizar el contenido de humedad de las semillas durante un año (Trail *et al.* 2022). Cuando manipule el polvo de óxido de calcio para pasarlo a los recipientes de semilla, hágalo despacio para evitar inhalar el polvo fino. El óxido de calcio no se puede reutilizar fácilmente como el gel de sílice o las perlas de zeolita, ya que se transforma en una sustancia diferente (hidróxido de calcio) al reaccionar con el agua.

Es muy probable que los desecantes como el gel de sílice estén lo suficientemente secos como para usarlos cuando se compran por primera vez; sin embargo, al igual que el arroz, el carbón vegetal necesita secarse antes de usarlo para secar semillas. Este carbón puede secarse hasta que alcance un bajo contenido de humedad exponiéndolo al sol directo durante 5 horas. 200 g de carbón seco funcionan bien para almacenar 40 g de semillas de ajonjolí durante tres meses (Oyekale *et al.*, 2014). Para maximizar el área de superficie y, por lo tanto, mejorar la capacidad de secado, se recomienda romper el carbón en trozos pequeños o molerlo hasta convertirlo en polvo.

Dos formas de utilizar desecantes

Existen dos métodos principales para utilizar desecantes en reservorios de semillas:

- Primer método - secar las semillas inicialmente, como preparación para su almacenamiento
- Segundo método - mantener las semillas secas durante el almacenamiento

El primer método funciona cuando las semillas 1) se guardan en un lugar de almacenamiento seco y con temperatura controlada o 2) se guardan en recipientes herméticos, como frascos (en lugar de bolsas de plástico finas), que sean lo suficientemente gruesos como para impedir la entrada de aire húmedo y que no se abrirán durante un largo tiempo. Coloque el desecante con las semillas en un recipiente hermético y, una vez secas, saque el desecante.

Utilice el segundo método cuando 1) la humedad ambiental sea alta durante al menos parte del año (p. ej., en la temporada de lluvias) y 2) cuando la electricidad y los equipos para deshumidificar una habitación sean poco fiables o demasiado caros. En este caso, guarde las semillas con el desecante para mantenerlas secas durante el almacenamiento.

Cómo evaluar el rendimiento de un desecante

Al abrir y cerrar los recipientes para acceder a las semillas, el aire húmedo puede reintroducirse en ellos dependiendo de las condiciones ambientales. Con el tiempo, el desecante se satura y ya no puede absorber humedad. A continuación se describen tres maneras de determinar si es necesario reemplazar o regenerar un desecante.

- Monitoree la humedad del recipiente de almacenamiento de semillas con un higrómetro. Reemplace o regenere los desecantes cuando observe una tendencia al aumento de la humedad con el tiempo.
- Coloque uno o más paquetes de gel de sílice con perlas indicadoras en el recipiente de las semillas. Un cambio de color servirá como indicador de que es necesario reponer el gel de sílice (y posiblemente otros desecantes).

Los dos métodos anteriores no necesariamente deben implementarse en todos los recipientes. En cambio, se recomienda usar uno o más métodos para monitorear las semillas en uno o dos recipientes que sirvan como muestra de contenedores similares. Por ejemplo, para 10 contenedores de semillas de caupí del mismo tamaño, llenados en la misma fecha, el gerente de un reservorio de semillas podría decidir monitorear solo uno de ellos. Si los 10 contenedores se abren y cierran en diferentes momentos para acceder a las semillas, entonces sería conveniente emplear una de las técnicas anteriores en más de un contenedor.

Manejo de plagas en semillas almacenadas

Diversos escarabajos, gorgojos y barrenadores de granos pueden dañar las semillas almacenadas. La naturaleza del daño que causan varía según la especie. Los escarabajos brúquidos, por ejemplo, dañan el endospermo, creando agujeros en la cubierta seminal. Otros se alimentan del embrión, impidiendo la germinación de la semilla. Al alimentarse de las semillas almacenadas, los insectos también generan calor, humedad y desechos, lo que contribuye a su descomposición.



Daño en semilla de caupí (*Vigna unguiculata*)



provocado por escarabajos brúquidos (*Callosobruchus* sp.)

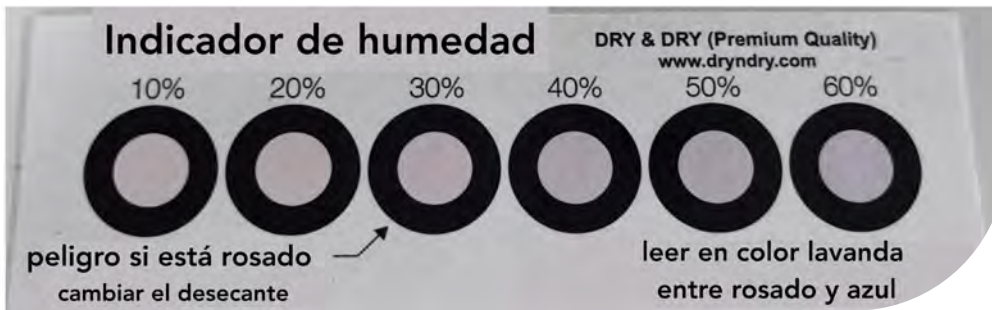
A continuación se describen prácticas que previenen o reducen las pérdidas de semillas causadas por plagas de insectos:

- Manejo de plagas en el campo. Esto minimizará la cantidad de huevos de insectos depositados en las semillas en el campo y, por lo tanto, la cantidad de huevos que pueden eclosionar en las semillas almacenadas.
- Almacenar las semillas en un lugar fresco y seco. El calor y la humedad favorecen la alimentación y la reproducción de los insectos. Mantener condiciones de almacenamiento adecuadas, como se describió anteriormente en este capítulo, no propician por tanto el crecimiento rápido de las poblaciones de insectos plaga en las instalaciones de almacenamiento.
- Privar a los insectos de oxígeno. El aire contiene entre un 20 y un 21 % de oxígeno. Las plagas de insectos en los almacenes de semilla pueden no necesitar mucho oxígeno para sobrevivir, pero un ambiente con bajo contenido de oxígeno ralentizará la alimentación y la reproducción. Insectos como los brúquidos del caupí dejan de alimentarse cuando el oxígeno se reduce al 2% (Ahn et al., 2013). Para lograr un ambiente con bajo contenido de oxígeno, conserve las semillas secas en recipientes sellados, herméticos. Los insectos presentes respirarán naturalmente, consumiendo oxígeno y liberando dióxido de carbono. Una combinación de bajo oxígeno y alto dióxido de carbono no daña las semillas secas, ya que respiran a un ritmo muy bajo; sin embargo, los insectos se inactivarán y eventualmente morirán. Optimice la eficacia del sellado hermético llenando los recipientes por completo (para desplazar el oxígeno). Para una mayor eficacia, extraiga el aire de los recipientes sellados mediante envasado al vacío (Lawrence et al. 2017).
- Utilice tratamientos locales. Se evaluaron diversas opciones, incluido aceite vegetal, carbón de bambú pulverizado, galanga en polvo, detergente en polvo, lejía y carbaril. La lejía y el aceite afectaron negativamente la germinación de las semillas, pero las demás opciones de tratamiento mantuvieron altos niveles de germinación durante un año de almacenamiento (Lawrence et al. 2017).

Monitoreo de las condiciones de almacenamiento

Monitoree las condiciones de almacenamiento para garantizar que la temperatura y la humedad se encuentren dentro de los rangos aceptables. A continuación se presentan cuatro tecnologías para lograrlo:

Las **tarjetas indicadoras de humedad** son una opción económica y se consiguen con varios proveedores. Cada tarjeta suele tener varios círculos, cada uno de los cuales representa un nivel de humedad determinado. Dentro de cada círculo, un cambio de color de azul (seco) a rosado (húmedo) indica que se ha alcanzado el nivel de humedad para ese círculo.



Una tira indicadora de humedad.

Los **higrómetros inalámbricos** son otra opción económica y se consiguen fácilmente en tiendas en línea. Un higrómetro muestra tanto la humedad como la temperatura y suele funcionar con baterías. Los modelos más económicos simplemente muestran la temperatura y la humedad en una pantalla pequeña. Basta con colocar el higrómetro en el espacio que se desea monitorear y consultar o registrar las lecturas según sea necesario. Algunos higrómetros constan de dos partes: un transmisor y un receptor. Esto permite colocar el transmisor en el recipiente o el lugar que se desea monitorear y el receptor en un lugar conveniente para consultar las lecturas de temperatura y humedad. Esta configuración permite dar seguimiento a las condiciones de almacenamiento dentro de un recipiente sellado sin tener que abrirlo para ver las lecturas.



Un higrómetro inalámbrico

Un **termómetro** puede colocarse en la sala de almacenamiento de semillas para indicar la temperatura.

La **prueba del frasco de sal**, descrita en el Capítulo 10, indicará la humedad. Coloque una muestra de semillas en un frasco junto con 5 ml de sal y cierre bien la tapa. Agita o gire suavemente el frasco. Si la sal se pega a las paredes, es probable que los niveles de humedad del frasco sean demasiado altos. Si la sal no se pega, es probable que el nivel de humedad sea el adecuado.



Capítulo 12. Opciones de infraestructura para almacenamiento de semillas

Adaptado de: *ECHO Asia Nota* no. 27 (Price, 2016) y 38 (Trail *et al.*, 2019).



Ejemplos de estructuras para reservorios de semillas construidas con materiales locales (izquierda) o reaprovechados (derecha).

Consideraciones sobre infraestructura para almacenamiento de semillas

Si se dispone de las instalaciones adecuadas necesarias para almacenar semillas a largo plazo, donde se mantengan estables una temperatura baja y una baja humedad a lo largo del tiempo, es muy posible almacenar la mayoría de las semillas ortodoxas durante varios años en las zonas tropicales (Harrington, 1972). Desafortunadamente, la implementación y el mantenimiento de las instalaciones adecuadas pueden ser muy costosos, y muchos ejemplos de reservorios de semillas y reservorios de germoplasma existentes no satisfacen las necesidades de muchas organizaciones o comunidades pequeñas.

Afortunadamente, existen diversas opciones disponibles, con distintos niveles de inversión para una amplia gama de instalaciones, desde caras y de alta tecnología hasta modelos baratos y de bajo mantenimiento. En ECHO, operamos nuestras propio rango de instalaciones de almacenamiento de semillas en nuestros distintos reservorios de semillas alrededor del mundo, desde una cámara frigorífica climatizada de acceso directo y alta tecnología, hasta un contenedor de transporte refrigerado adaptado, pasando por una cámara frigorífica de bajo costo con aislamiento de espuma y enfriado mediante un sistema de aire acondicionado estándar tipo split.

Si bien cada uno de estos sistemas ha demostrado ser eficaz para almacenar semillas a lo largo del tiempo (Motis, 2016), incluso estas opciones de menor costo no responden bien la cuestión fundamental de cómo replicar instalaciones de almacenamiento de semillas a nivel de finca o comunitario. Este capítulo presenta diversas opciones de infraestructura, incluidas algunas que no requieren un suministro constante de electricidad.

Algunos factores importantes a considerar con respecto a la infraestructura son:

- **Escala y propósito:** ¿El reservorio de semillas dará servicio a una pequeña comunidad o a todo un distrito o región? ¿Qué cultivos y qué cantidad de semilla de estos tendrá el reservorio de semillas y ofrecerá a sus clientes? ¿Será suficiente el almacenamiento anual o necesitará el reservorio de semillas almacenarlas durante varios años?
- **Recursos materiales y financieros:** Los reservorios de semillas construidos con materiales baratos fáciles de conseguir son los más fáciles de replicar.

A lo largo de los años, ECHO ha ampliado sus diversos reservorios de semillas en todo el mundo en función de a las necesidades específicas de cada reservorio de semillas individual. Cada uno tiene su escala adecuada y cumple diferentes propósitos, desde distribuir miles de paquetes de semillas al año hasta atender las necesidades de una comunidad o región específica. La siguiente tabla resume los costos de implementación de estas diferentes opciones. Tenga en cuenta que estos precios pueden variar en forma considerable dependiendo de su ubicación y el acceso a materiales y/o mano de obra, y de las estructuras existentes que se estén reaprovechando.

La tabla a continuación resume los aspectos económicos de las distintas opciones de almacenamiento y refrigeración de semillas utilizadas en las diversas sedes de ECHO en todo el mundo.

Estructura		Ubicación	Detalles	Tamaño (m)	Temp. Prom. (°C)	Costo (USD)
Opciones de almacenamiento de largo plazo	Cámara frigorífica	Florida, EE. UU.	Alta tec. , climatizada, acceso directo	6 x 3 x 2.5	5	35,000
		Florida, EE. UU.	Contenedor de transporte refrigerado reaprovechado, sistema de aire acondicionado (A/C) tipo split con sensor CoolBot	2.5 x 3 x 2.5	10	10,000
		Chiang Mai, Tailandia	Sistema aislado con espuma, A/C doble tipo split, con sensor CoolBot	8 x 5 x 2.5	15	5500
		Mae Ai, Tailandia	Sistema A/C con sensor CoolBot sistema de aire acondicionado de una unidad (A/C) tipo split con sensor CoolBot, aislado con espuma	5 x 3 x 2	6	3250

Más detalles disponibles en *ECHO Asia Nota no. 27* (Price, 2016).

	Estructura	Ubicación	Detalles	Tamaño (m)	Temp. Prom. (°C)	Costo (USD)
Opciones de almacenamiento anuales	Casa con sacos de tierra	Mae Ai, Tailandia	Sacos rellenos con arcilla y cascarilla de arroz, paredes apiladas con techo de paja Hueco excavado para almacenamiento	4 (diámetro) x 1.7 (altura)	23	750
	Bunker de ladera	Mae Ai, Tailandia	En laderas o terrenos con pendiente de suelo de composición arcillosa sobretodo Cisterna grande de cerámica vidriada	2 x 2 x 1.5	-	80
	Cisterna enterrada Mae Ai,	Mae Ai, Tailandia	Diseñada para almacenamiento de agua, enterrada hasta el borde en el suelo	-	23	20

Más detalles disponibles en *ECHO Asia Nota* no. 27 (Price, 2016).

Cabe señalar que las opciones de mayor costo mencionadas anteriormente están diseñadas más para el almacenamiento de semillas durante varios años (como en un reservorio de semillas o un reservorio de germoplasma), mientras que las opciones de menor costo están diseñadas más para entornos comunitarios o fincas donde las semillas solo necesitan almacenarse de un año a otro o, como máximo, durante dos años.

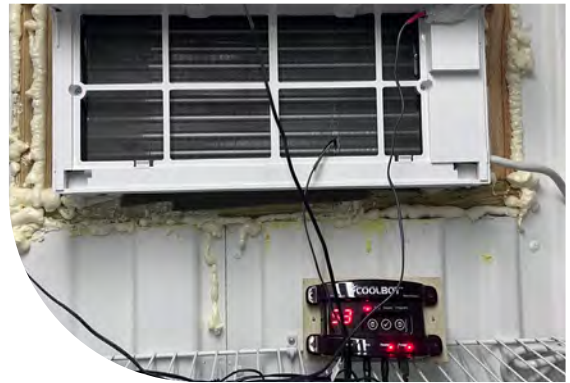
Instalaciones de almacenamiento que requieren energía

Cámaras frigoríficas

Las cámaras frigoríficas de acceso directo pueden enfriar rápidamente hasta las temperaturas deseadas, hasta cerca del punto de congelación. Varían en tamaño, funcionalidad y precio. Además de la electricidad que consumen, requieren refrigerante y mantenimiento regular. Las tecnologías de refrigeración varían en su capacidad para controlar la humedad; puede ser necesario un deshumidificador.

Cámaras frigoríficas climatizadas de bajo costo

Un aire acondicionado de ventana estándar enfriará una habitación a unos 15 °C. Para un enfriamiento adicional, a casi 2 °C, combine un aire acondicionado de ventana con un dispositivo CoolBot. Esto se puede hacer sin herramientas ni capacitación especializada en electrónica. La unidad y las instrucciones de instalación están disponibles en el sitio web de CoolBot (<http://edn.link/an33ya>). Un aire acondicionado de ventana combinado con un CoolBot ofrece una solución económica para enfriar un cuarto de almacenamiento.



Un aire acondicionado de ventana estándar combinado con un CoolBot.



Un almacén de semillas en Asia refrigerado con un sistema CoolBot.

La humedad y la condensación son factores importantes a considerar al diseñar una cámara frigorífica. Incorporar un deshumidificador ayudará a reducir la humedad. Un deshumidificador generalmente incluye un depósito para recolectar el agua y/o un puerto de drenaje. Para facilitar su uso, conecte el puerto de drenaje a una manguera de jardín o a una tubería que permita dirigir el agua al exterior. De lo contrario, será necesario vaciar periódicamente el depósito recolector para evitar que se desborde. Consulte la nota *ECHO Asia Nota 27* (<http://edn.link/qgpe6j>), para más consideraciones de diseño, incluyendo aislamiento y barreras de vapor

Un refrigerador

Un refrigerador doméstico mantendrá las semillas frescas, pero la humedad puede ser alta y fluctuar (Croft *et al.*, 2012). Las semillas almacenadas en el refrigerador deben guardarse en un recipiente hermético. Selle el recipiente al vacío y/o agregue un desecante junto con las semillas a fin de lograr una mayor eficacia para mantenerlas

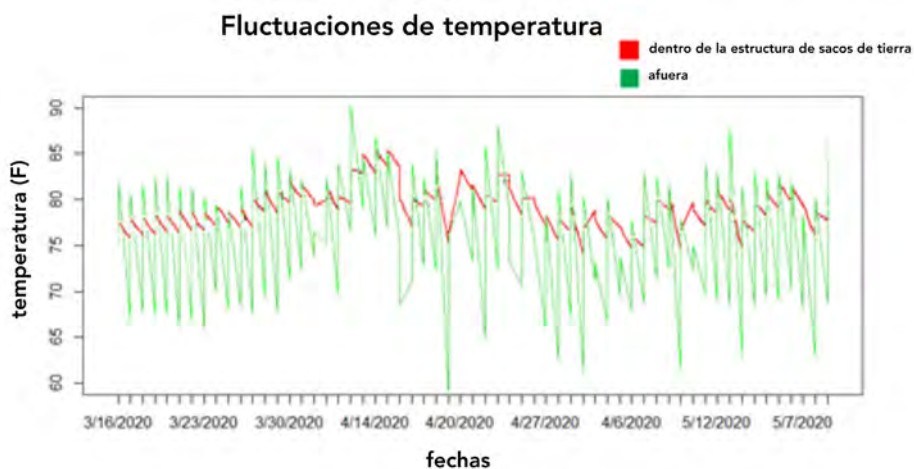


Deshumidificador con tubería de drenaje.

secas. Al guardar las semillas en el refrigerador, no las almacene en recipientes porosos como sobres de papel, ya que estos las expondrán a la humedad.

Opciones de almacenamiento en construcciones con materiales naturales

Muchos han sugerido que diversas infraestructuras de construcción natural, como las casas de sacos de tierra y adobe, pueden servir como sitios ideales para almacenar semillas. También se ha explorado el almacenamiento de semillas bajo tierra. Las estructuras de construcción natural se pueden construir con materiales locales y no requieren electricidad. Estabilizan y reducen la temperatura, pero pueden ser húmedas (Trail *et al.*, 2019). Evite que las semillas absorban humedad en estructuras de construcción natural almacenándolas en contenedores herméticos, en combinación con sellado al vacío y/o desecantes. A continuación se presentan varias opciones que ECHO ha probado a lo largo de los años.



Temperature fluctuations inside (red line) and outside (green lines) in an earthbag structure in Thailand. Data collected by ECHO staff.



Reservorios de semillas con sacos de tierra

Como se explica en la nota técnica [ECHO Nota Técnica 96](http://edn.link/tn96) (<http://edn.link/tn96>), el calor absorbido por las paredes gruesas durante el día se transfiere al interior por la noche. Esta transferencia de calor retardada es lo que modera la temperatura diurna y nocturna (Kiefer et al., 2019). La Nota Técnica 96 de ECHO contiene instrucciones paso a paso para construir una estructura de sacos de tierra.

Las estructuras de adobe, como las que se muestran a continuación, presentan ventajas similares a las de las estructuras de sacos de tierra.



Opciones de almacenamiento subterráneo

Otro método de construcción natural para lograr una temperatura fresca y estable consiste en almacenar las semillas bajo tierra. Entre las técnicas de almacenamiento subterráneo se incluyen los búnkeres en laderas y las cisternas enterradas. Las estructuras subterráneas tienden a ser más húmedas que las construidas con sacos de tierra. Sin embargo, mediante el envasado al vacío, las semillas de *Lablab purpureus* almacenadas en casas de sacos de tierra, búnkeres en laderas y cisternas enterradas germinaron a un nivel superior al 90 % durante un año. Incluso con una humedad relativa superior al 90 % en una cisterna enterrada, el contenido de humedad de las semillas envasadas al vacío aumentó menos del 2 % (Trail *et al.*, 2019).



Técnicas de almacenamiento subterráneo, que muestran un búnker en la ladera de una colina (izquierda) y una cisterna enterrada (derecha).

Organización del espacio

Ya sea que un reservorio de semillas conste de una o varias áreas, organice el espacio de manera que facilite la operación y la salud de las semillas. Algunos factores a considerar son:

- Proximidad del espacio de almacenamiento de semillas con respecto al espacio para su procesamiento: separe estos espacios, si es posible, para minimizar el contacto de las semillas almacenadas con contaminantes (p. ej., residuos o enfermedades) de las semillas que se están procesando y clasificando.
- Temperatura del espacio para almacenamiento y pruebas de germinación: el agua puede condensarse en las semillas o los recipientes al trasladarlos bruscamente de condiciones de almacenamiento fresco a un ambiente más cálido para pruebas de germinación o distribución. Si es posible climatizar tanto el espacio de almacenamiento como para las pruebas de germinación, se puede optimizar la refrigeración colocando ambos espacios uno al lado de otro.



A cluttered desk with a laptop, printer, papers, and bags of seeds. The desk is covered with various items including a laptop, a printer, a fan, a bottle, a glass of water, and several bags of seeds. The text 'Parte IV. Manejo del inventario de semillas' is overlaid on the image.

**Parte IV.
Manejo del
inventario de
semillas**

Capítulo 13. Manejo de inventario

Registro de datos

El registro de datos permite rastrear una variedad de semilla desde su catalogación en el reservorio de semillas, pasando por su almacenamiento, pruebas y reposición en el mismo, hasta finalmente cuándo y a quién se entregan las semillas de esa variedad al momento de salir del reservorio. Este proceso garantiza la disponibilidad y la precisión de la información y el etiquetado. La información suficiente y accesible mejora el funcionamiento y la calidad del reservorio de semillas con el tiempo. Por ejemplo, el inventario de cantidades de semillas, las tasas de germinación y otra información pueden ser monitoreados y actualizados mediante registros claros y descriptivos.

Sistemas de numeración de accesión

El primer paso para catalogar un nuevo lote de semillas es asignarle un número de identificación único, llamado **número de accesión**. Este número funciona como un registro de nacimiento para ese lote de semillas y no debe reutilizarse si esa semilla se saca del reservorio de semillas. Es útil si el número de accesión incluye el año cuando se adquirió o cultivó, para fines de referencia rápida. Cada reservorio de semillas crea sistemas de numeración de accesión únicos para sus propias necesidades. Al crear un sistema, asegúrese de que el procedimiento de numeración sea uniforme y de que todos los trabajadores estén capacitados en el proceso a fin de evitar que los números sean duplicados o mal etiquetados accidentalmente.

A continuación dos ejemplos de sistemas de numeración de accesión.

- Reservorios comunitarios de semillas de la FAO (FAO, 2014):
 - o 2 dígitos para el año de cosecha
 - o dígitos para el código de variedad
 - o 2 dígitos para el agricultor que produjo la semilla
 - o 2 dígitos para el número de lote de semillas individual
 - o Ejemplo: 19221201
- Reservorios de semillas de ECHO:
 - o 2 dígitos para el año de adquisición
 - o 3 dígitos para el número de accesiones ese año
 - o 2 para el reservorio de semillas
 - o 2 dígitos para el año cuando se adquirió el lote
 - o 1 dígito para el lote de semilla
 - o 1 letra para la fuente del lote
 - o 1 dígito para la ubicación del lote
 - o Ejemplo: 12032TH-131E1



Si un nuevo lote de semillas proviene de una accesión existente, como cuando una accesión se multiplica o se adquiere de la misma fuente (misma variedad y proveedor), el número de accesión se mantiene, pero el número de lote cambia. Los **números de lote** indican una nueva generación de una accesión específica. Cuando se cultiva y cosecha una accesión, la línea genética es la misma, pero el número de lote diferencia la semilla recién cosechada de la semilla original. Como se mencionó anteriormente, asegúrese de que el procedimiento de numeración sea uniforme y de que todos los trabajadores estén capacitados.

Registros de accesión

Además del número de accesión, registre de quién y dónde se adquirieron las semillas, la fecha de adquisición y la cantidad. Si las semillas fueron compradas o cultivadas por un productor, incluya su información de contacto y el lugar donde adquirió originalmente esa variedad. Tome nota de las características singulares de esa variedad, incluidos su uso tradicional, rasgos deseables y contenido nutricional. Mantener esta información es sumamente útil cuando se siembran nuevos cultivos o se preservan los cultivos tradicionales. También es importante pesar cuánta semilla entra y cuánta sale, por lo que cada reservorio de semillas debería contar con una báscula (Vernooy *et al.*, 2020).

En resumen, un **registro de accesión** puede incluir el nombre científico del cultivo, el nombre local, el nombre de la variedad, el número de accesión y de lote, el nombre del proveedor y su información de contacto, el lugar donde se produjo la semilla, la cantidad de semilla la tasa de germinación y características típicas de la variedad, como cultivo, resistencia, valor nutricional y usos culturales. Si se intercambia dinero por semillas o si el objetivo del reservorio de semillas es generar ingresos, entonces es importante llevar un registro financiero de ingresos, gastos y ganancias. Registre toda esta información en un libro de registro en papel o en una base de datos electrónica.

Al recibir semillas nuevas, llene a mano, imprima o copie un formulario preimpreso para el registro de adquisiciones, a fin de garantizar que se registre la información necesaria. Los registros de accesiones se archivan en orden numérico.

La ley exige llevar un registro de las semillas destinadas a la venta, como la tasa de germinación y la fecha de análisis. Consulte la legislación local sobre semillas para cumplir con los requisitos. Algunas semillas están protegidas por patentes o por los centros de investigación que las desarrollaron, en cuyo caso deberá obtener y registrar la autorización para su uso. Un Memorando de Entendimiento (MDE) o un Acuerdo

de Transferencia de Material (MTA por sus siglas en inglés) describe cómo se puede y no se puede utilizar una variedad obtenida de otra organización. Mantenga este documento junto con el registro de accesiones como referencia rápida.

Sistemas en papel

Los sistemas de registro van de simples a complejos. Los reservorios de semillas suelen comenzar con el uso de registros en papel. Posteriormente, pueden combinar registros en papel con registros electrónicos para fines de redundancia. El registro de depósitos y retiros de semillas es la información principal. Algunos reservorios de semillas mantienen un libro de registro sencillo, como una bitácora, con la fecha del depósito o retiro, el nombre del productor, la comunidad, el nombre de la variedad del cultivo, la cantidad de semillas y un número de accesión. Otro sistema consiste en tener dos libros, uno para las semillas que entran y otro para las que salen (Vernooy *et al.*, 2020). Registre tantos detalles como sean necesarios, ya sea muchos o pocos.

A medida que el reservorio de semillas crece, puede ser necesario llevar registros más detallados de las accesiones, los proveedores, la multiplicación y distribución de la semillas, las finanzas y las pruebas de germinación.

Sistemas computarizados

Los sistemas computarizados también van de los más sencillos a complejos. Los reservorios de semillas pequeños pueden usar una hoja de cálculo de Microsoft® Excel para manejar el inventario y las transacciones. Los documentos de Google, disponibles a través de Gmail, ofrecen fácil acceso mediante Wi-Fi, en lugar de estar almacenados únicamente en un dispositivo o computadora local, y pueden compartirse con otros usuarios o restringirse. También existen aplicaciones de inventario disponibles para algunos teléfonos.

Las bases de datos computarizadas avanzadas, como las que utilizan códigos de barras, son caras pero necesarias para los reservorios de semillas grandes que manejan volúmenes de inventario considerables y un movimiento constante de semillas. Con estos sistemas avanzados, es más fácil filtrar e interpretar datos e historiales a través de informes.

En sistemas sencillos o avanzados, a la larga podría ser necesario crear números de artículo de inventario para artículos que comparten el mismo número de accesión pero se han inventariado por separado, como las semillas a granel y paquetes.

Los reservorios de semillas suelen utilizar juntos sistemas en papel y sistemas computarizados. Si inicialmente se utilizaron registros en papel para recibir nuevas accesiones, después se puede introducir dicha información en una base de datos y, si se desea, escanearlos. La redundancia resulta beneficiosa en caso de que alguno de los sistemas, ya sea el de papel o el computarizado, se vea comprometido.

El mantenimiento de registros es fundamental y constituye un activo para un reservorio de semillas en el manejo y preservación de la biodiversidad local, así como para garantizar que la comunidad tenga acceso a semillas adaptadas a las condiciones locales.

Reposición del inventario de semillas

Parte del manejo de inventario consiste en reabastecer cuando las existencias de semillas son bajas o cuando disminuye la tasa de germinación. Mantenga un stock de semillas viables de variedades locales ya sea generándolas o comprando nueva semilla. La multiplicación de semillas depende de la demanda local y de la capacidad del reservorio de semillas. Los cultivos populares serán los que tengan mayor demanda para volver a sembrarlos, pero la capacidad del reservorio de semillas para reproducirlos depende de la disponibilidad de tierras, la temporada y los recursos.

Los reservorios de semillas las producen en sus propias instalaciones o en terrenos de sus miembros. Ofrecen capacitación en producción de semillas y hacen visitas a los productores. Estos reservorios pueden involucrar a sus miembros en la producción de semillas solicitando voluntarios o exigiéndoles que siembren al menos una variedad de cultivo por año o por temporada. Si existe demanda y capacidad, produzca variedades comercializables a gran escala para su venta.

En ciertas situaciones, comprar semillas a proveedores externos resulta más económico y ahorra tiempo. Si es factible, ésta puede ser una buena opción cuando el espacio para cultivar plantas es limitado o cuando se quiere evitar el control de plagas en el campo. Sin embargo, la mayoría de los reservorios de semillas necesitarán sembrar parte de sus cultivos para reponer sus existencias.

Cuando se estén cultivando semillas en el campo, lleve registros sobre qué semillas se sembraron en qué parcelas, tanto en un mapa impreso como con marcadores en el campo. Registre el espaciamiento de las semillas y las fechas importantes de etapas como la siembra, la floración y la cosecha. Incluya otros datos de cultivo, como la cantidad de plantas que se tuvieron que eliminar por mala calidad o enfermedad y las prácticas agrícolas utilizadas. Registre la fecha y la uniformidad de la cosecha, así como el peso o la cantidad de semillas cosechadas. También puede registrar información sobre cómo se procesaron y almacenaron las semillas para futuras referencias. Si varias personas recopilan datos, asegúrese de que estos datos se almacenen en el mismo lugar para que todos los trabajadores del reservorio de semillas puedan acceder a ellos. Consulte la Parte 1 para obtener más información sobre la multiplicación de semillas.



Capítulo 14. Empaque y etiquetado

Opciones de empaque

Los recipientes para distribuir semillas pueden ser de plástico, papel, plástico *Mylar*, tela u otros materiales. Los paquetes se utilizan a menudo para compartir pequeñas cantidades de semillas para que las personas las prueben. Contienen suficiente semilla para una pequeña parcela o hilera, no para un campo entero. Cantidades grandes de semillas se pueden transportar en sacos de grano. Véase el Capítulo 11 para obtener información sobre recipientes de almacenamiento.

Correcto etiquetado

El etiquetado es una parte clave para organizar las semillas y comunicar a otros qué tipo de semillas contiene cada recipiente. Los paquetes, recipientes y bolsas de semillas en el reservorio de semillas deben estar claramente marcados con el número de accesión, el nombre común, el nombre de la variedad, el porcentaje de germinación y la fecha de análisis. Esto no reemplaza a una copia impresa o electrónica de estos datos, sino que los complementa.

Etiqueta de semillas a granel

Otra información que podría incluirse en la etiqueta de semillas a granel sería el año en que se adquirieron y la fuente de las mismas.

Etiquetado de semillas para su distribución

La semilla que se distribuye debe estar claramente etiquetada para los productores y

la comunidad. Los productores querrán saber variedad, el año de cosecha de la semilla, el origen, los días hasta la madurez, la altura y el porte de la planta, el tamaño, la forma y el color del fruto, el sabor, las cualidades de almacenamiento, la susceptibilidad a enfermedades o plagas, la densidad de siembra, la época de siembra y las instrucciones de procesamiento o preparación. En la etiqueta, incluya un resumen de estos detalles.

Ejemplo de etiqueta para distribución:

Phaseolus coccineus – Frijol ayocote - 16049FL-191A

Este frijol comestible es originario de las tierras altas de Centroamérica. Sus enredaderas crecen con rapidez y producen flores anaranjadas vistosas. Es perenne si no sufre daños por las heladas. 65 días a cosecha. Sembrar a 5 cm de profundidad, 20 cm de distancia entre plantas a lo largo de enrejado. Los frijoles tiernos son comestibles y deliciosos o pueden cosecharse cuando se secan. Cosechar con frecuencia para una floración continua.

Las etiquetas también podrían incluir dibujos locales de la variedad de la planta, para que los productores sepan cómo se ve el cultivo.

Distribución de las semillas

Ofrezca las semillas en paquetes de prueba pequeños o en cantidades mayores, en función de los objetivos del reservorio de semillas. Los paquetes pequeños son fáciles de transportar y los receptores de las semillas pueden utilizarlos para evaluar diversos cultivos en parcelas pequeñas. Distribuir cantidades mayores puede no ser práctico para reservorios de semillas que trabajan con muchos cultivos/variedades. No obstante, considere ofrecer cantidades al por mayor de algunas variedades especialmente necesarias y apreciadas por la comunidad, las cuales no se puedan conseguir en otros lugares.

Distribución

Garantice uniformidad y homogeneidad al llenar los paquetes o recipientes con pesos uniformes (mida con una balanza) o por volumen (usando cucharaditas, cucharadas, tazas, etc.) de semillas. Distribuya las semillas en recipientes o envolturas plásticas que impidan la humedad. Las bolsas de plástico selladas al vacío (especialmente las que se pueden hacer con tamaño a medida con una selladora al vacío) funcionan bien. Si no hay electricidad para una selladora al vacío, busque recipientes de uso común que se puedan reutilizar y sellar. Todos los recipientes de semillas deben estar claramente marcados con el número de accesión y el nombre.

También se pueden imprimir folletos complementarios con información como los días hasta la madurez, la altura y el porte de la planta, las características del fruto, las cualidades de almacenamiento, la susceptibilidad a enfermedades o plagas, la densidad de siembra/distancia entre semillas, la época de siembra y las instrucciones de procesamiento o preparación







**Parte V.
Viabilidad de
las semillas**

Capítulo 15. Prueba de viabilidad de las semillas

Importancia de hacer pruebas a las semillas con regularidad

Para garantizar que los receptores reciban semillas viables y de alta calidad, analice periódicamente las semillas almacenadas en su reservorio de semillas. Estas pruebas deben realizarse anualmente, analizando sistemáticamente cada lote de semillas a lo largo del año. La viabilidad de las semillas mide el porcentaje de semillas que permanecen vivas después del almacenamiento. Cuanto mayor sea la viabilidad de las semillas, menor será la cantidad necesaria para obtener el número deseado de plantas en el campo o vivero.

Existen muchas maneras sencillas de comprobar la viabilidad de las semillas, pero el método más común es la prueba de germinación. En esta prueba, las semillas reciben para germinar y convertirse en plántulas los recursos necesarios, como humedad, calor, oxígeno y luz.

Una baja tasa de germinación en un lote de semillas indica que es necesario volver a cultivarlas y reemplazarlas, mientras que una alta tasa confirma que el lote puede almacenarse hasta el año siguiente, cuando se vuelva a analizar. Las tasas de germinación también son muy útiles para los productores que sembrarán las semillas, ya que les permiten tener una imagen precisa de cuántas necesitarán para obtener el resultado deseado. Por ello, debe calcularse el porcentaje de germinación e indicarlo claramente en los paquetes de semillas antes de su distribución.

Cálculo del porcentaje de germinación (%)

Recomendamos usar un lote de 50 semillas por prueba de germinación para calcular el porcentaje de germinación (%), ya que es fácil calcular un porcentaje sobre 100. Utilizar más de 50 semillas puede ser un desperdicio innecesario. Si se trabaja con una cantidad pequeña de semillas, 25 deberían ser suficientes, pero evite usar menos de 25 para mantener la precisión.

Al hacer la prueba a un lote de 50 semillas, duplique el número final de semillas germinadas para determinar el porcentaje de germinación. Por ejemplo: si germinan 45 de 50 semillas, el porcentaje final de germinación será del 90 % (el doble del número de semillas viables). Si germinan 20 de 50 semillas, el porcentaje de germinación será del 40%.

Replicación	tipo de semilla	fecha de inicio	número de semillas	días después de comenzar la prueba							germinación total	tasa de germinación (%)
				2	4	6	8	10	12	14		
1	Lablab	20-Jun	50	16	10	9	5	3	2	0	45	90
2												
3												

Una vez colocadas las semillas en la cámara de germinación, revíselas cada dos días. Registre las semillas germinadas y retírelas para evitar la aparición de hongos. Agregue pequeñas cantidades de agua si las semillas parecen secarse. Las pruebas deben estar húmedas, pero nunca empapadas.

Prácticas de higiene

Al hacer una prueba de germinación, mantenga todo limpio en todo momento. Recuerde que las condiciones ideales para la germinación de las semillas son las mismas en las que prosperan los hongos y las bacterias. Mantenga limpias las manos, las herramientas, el espacio de trabajo y las semillas para reducir el riesgo de introducción de esporas de hongos que puedan afectar negativamente la prueba de germinación. Si dispone de alcohol (isopropanol o etanol al 70 %), utilícelo para limpiar el área de trabajo y las herramientas que vaya a usar, como pinzas o recipientes. Considere utilizar peróxido de hidrógeno diluido o lejía doméstica diluida para desinfectar las semillas en preparación para la prueba de germinación. La lejía doméstica suele contener entre un 5 % y un 6 % de hipoclorito de sodio por volumen. Dilúyala al 10 % (entre un 0.5 % y un 0.6 % de hipoclorito de sodio) con agua destilada. Remoje las semillas durante 5 minutos en la solución de lejía diluida. Enjuáguelas bien 3 veces con agua destilada después del tratamiento (Gilbert *et al.*, 2023).

Los materiales para las pruebas de germinación incluyen (izquierda) una botella de alcohol de frotación (isopropanol) para esterilizar herramientas y equipos, (centro) una botella de solución de lejía diluida y (derecha) una botella de agua limpia (desionizada).



Métodos para pruebas de germinación

Las pruebas de germinación pueden hacerse mediante diferentes métodos. Con el objeto de obtener los mejores resultados, seleccione un método que imite (de la forma más sencilla posible) el ambiente natural de germinación de la semilla que desea germinar. Entre los factores importantes a considerar se encuentran espacio, nivel de humedad, circulación de aire, exposición a la luz, etc. Consulte la Tabla de Referencia de Cultivos de Semillas en el apéndice para obtener sugerencias sobre métodos de germinación según la especie. También puede probar diferentes métodos con el mismo tipo de semilla para ver cuál funciona mejor en su contexto. Nota: algunos tipos de semillas requieren escarificación (p. ej., incisiones, abrasión), remojo previo o tratamientos de temperatura para interrumpir la latencia y germinar.

Trataremos tres métodos de pruebas de germinación más comunes: el método del rollo de papel, el método con caja de Petri y el método de siembra directa.

Método de rollo de papel ('Ragdoll')



Paso 1. Enjuague bien las semillas con agua limpia. Puede utilizarse una solución diluida de lejía (5%) para matar cualquier colonia de hongos o bacterias que pueda haber en la semilla.



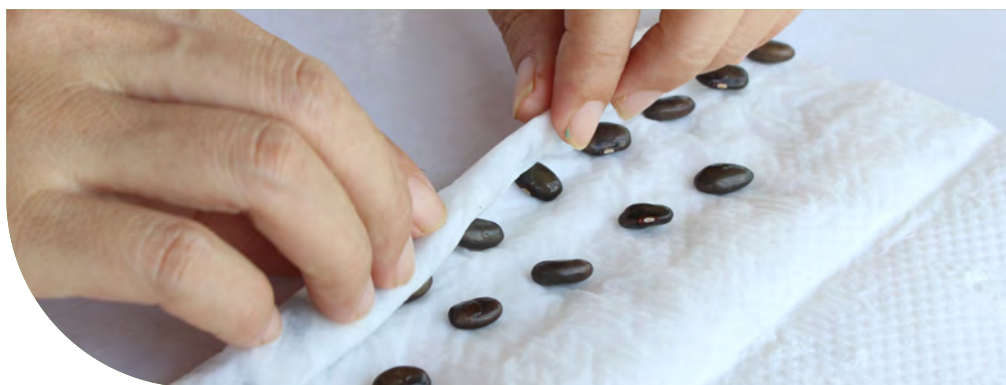
Paso 2. Vierta el contenido a través de un colador o tamiz. Enjuague nuevamente con agua limpia si se utilizó lejía en el paso uno.



Paso 3. Extienda una o dos hojas de toallas de papel y humedézcalas con agua limpia. Humedezca bien la toalla, pero sin saturarla hasta el punto de que gotee.



Paso 4. Coloque con cuidado las semillas sobre la toalla de papel en filas espaciadas con uniformidad. Si es posible, utilice pinzas para evitar el contacto con las manos y así mantener la higiene. Cunte las semillas para asegurarse de tener la cantidad deseada.



Paso 5. Enrolle la toalla de papel para cubrir todas las semillas. Si tiene que usar las manos en este paso, lávelas o desinféctelas antes.



Paso 6. Humedezca la toalla de papel mientras la enrolla para asegurarse de que las semillas tengan la humedad adecuada. Sature la toalla de papel, pero no hasta el punto de que gotee.



Paso 7. Enrolle completamente la toalla de papel húmeda.



Paso 8. Coloque todo el rollo de papel dentro de una bolsa plástica para retener la humedad. La bolsa también protege las semillas de esporas fúngicas adicionales presentes en el aire.



Paso 9. Selle la bolsa parcialmente para que aún pueda “respirar”. Etiquete la bolsa con la fecha, el nombre del cultivo y la accesión.



Paso 10. Abra el rollo cada dos días para comprobar cuántas semillas han germinado. Registre el número de semillas germinadas, las saca y vuelva a sellar la toalla. Si alguna semilla está mohosa o podrida, sáquela también. Coloque de nuevo en la cámara de germinación.

Método en cajas de Petri



Paso 1. Enjuague bien las semillas con agua limpia. Puede utilizarse una solución diluida de lejía (5%) para matar cualquier colonia de hongos o bacterias que pueda haber en la semilla.



Paso 2. Vierta el contenido a través de un colador o tamiz.



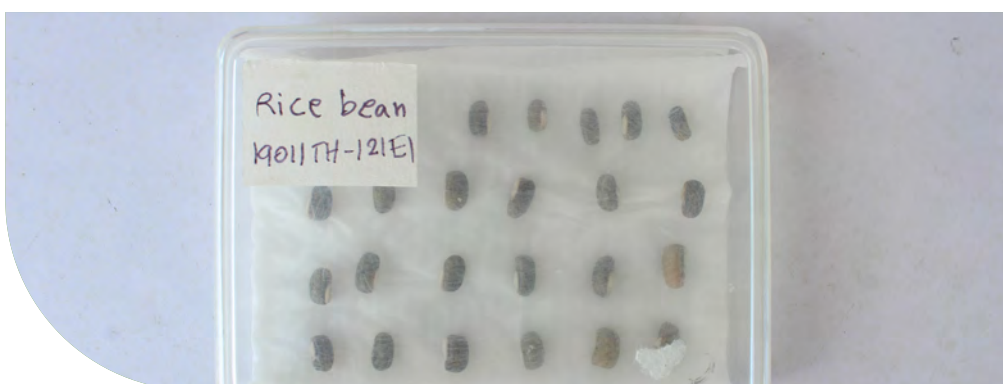
Paso 3. Enjuague nuevamente con agua limpia si se utilizó lejía en el paso uno.



Paso 4. Prepare la caja o placa de Petri colocando una hoja de toalla de papel en el fondo y humedeciéndola con agua limpia. Humedezca bien el papel, pero no lo sature hasta el punto de que haya un exceso de agua.



Paso 5. Coloque con cuidado las semillas sobre la toalla en filas espaciadas con uniformidad. Si es posible, utilice pinzas para evitar el contacto con las manos y así mantener la higiene. Cunte las semillas para asegurarse de tener la cantidad deseada.



Paso 6. Cierre la parte superior de la caja de Petri con la tapa. Un recipiente cerrado garantiza que la humedad permanezca dentro y no se escape, protegiendo las semillas de las esporas fúngicas presentes en el aire. Etiquete la caja con la fecha, el nombre del cultivo y la accesión.



Paso 7. Abra la caja de Petri cada dos días para comprobar cuántas semillas han germinado. Registre el número de semillas germinadas, sáquelas y vuelva a sellar el recipiente. Si alguna semilla está mohosa o podrida, sáquela también. Vuelva a colocar la placa en la cámara de germinación.

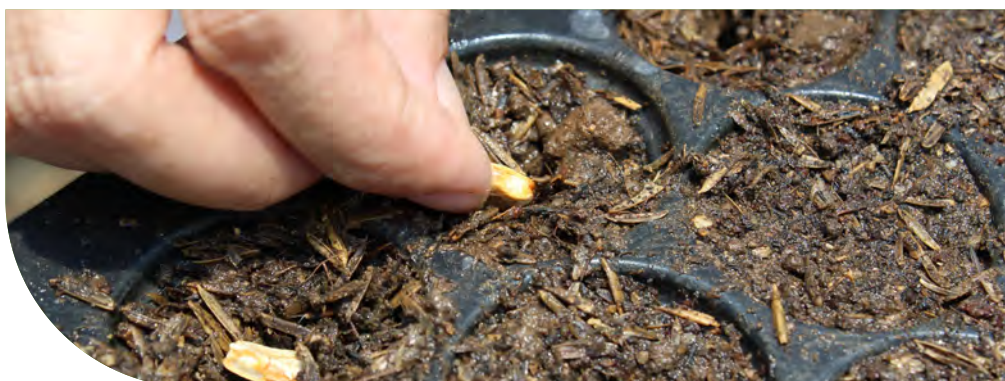


Paso 8. Si las semillas están demasiado húmedas o no se han limpiado en la forma debida, pueden ser susceptibles a enfermedades fúngicas que pueden afectar negativamente la prueba. Para evitarlo, preste especial atención a la limpieza y la higiene.

Método de siembra directa



Paso 1. Prepare una bandeja de germinación con suficientes celdas para poder sembrar cada semilla individualmente. Utilice un sustrato con buen drenaje para garantizar que las semillas no se encharquen.



Paso 2. Coloque una semilla en cada celda y cúbrala con tierra.



Paso 3. Una vez sembradas las semillas, etiquete la bandeja con el nombre del cultivo, la accesión y la fecha. Si el espacio lo permite, siembre más de un lote de semillas por bandeja, separándolas claramente y etiquetándolas.



Paso 4. Revise las bandejas cada dos días para comprobar la germinación. Una vez que las semillas germinen y emerjan a la superficie del suelo, regístrelas como germinadas. Mantenga todas las plántulas en su lugar hasta que finalice la prueba de germinación para que no haya confusiones sobre si una semilla ha germinado o no. Nota: esta bandeja tiene dos lotes separados de pruebas de germinación simultáneas.







A group of people, including men and women of various ages, are gathered around a long table covered with numerous small, clear plastic packets. They appear to be examining the packets, likely seeds, in a well-lit indoor setting with a decorative, perforated wall in the background. One man in the foreground is wearing a light blue cap and glasses, looking down at a packet. Another man in a green shirt is looking at a packet with his arms crossed. A woman in a light blue shirt is looking towards the camera. The overall atmosphere is one of focused activity and exchange.

**Parte VI.
Intercambio
y distribución
de semillas**

Capítulo 16. Intercambios de semillas



Un intercambio de semillas en conferencia de ECHO

Introducción a los Intercambios Comunitarios de Semillas

Adaptado de: *ECHO Nota Técnica 67* (Bakker y Zenén, 2011)

Históricamente, los mercados comunitarios han ayudado a los productores a reponer las semillas que perdieron debido a cultivos improductivos, plagas o desastres naturales. Los productores también buscan en los mercados semillas que sean más apreciadas, por su sabor o características de producción, que las que ya están cultivando.

Los intercambios de semillas (también conocidos como “intercambios de semillas” o “ferias de semillas”), con una planificación metódica y una cuidadosa selección de participantes, ofrecen mayores posibilidades de distribuir semillas con éxito que los mercados tradicionales. Los organizadores de intercambios de semillas pueden intentar alcanzar uno o más de los siguientes objetivos:

- Mejorar el acceso de los productores a las semillas
- Mantener o mejorar la agrobiodiversidad
- Generar sensibilización sobre la importancia de la biodiversidad y los recursos fitogenéticos (RF)
- Fortalecer los derechos y la soberanía de las comunidades agrícolas
- Una fuente importante de semillas para los productores (y los RCS)



Intercambio comunitario de semillas organizado por ECHO

Los productores por lo general adquieren semillas (y otros materiales de siembra) guardando una parte de su cosecha, tomando prestado, negociando o haciendo trueque con otros agricultores, comprando semillas en el mercado o adquiriéndolas a través de agencias de extensión. En un contexto de desarrollo, la mayoría de las semillas son producidas por los propios agricultores más que por los fitogenetistas.

Los pequeños productores no suelen limitarse a semillas de una sola fuente, y a menudo utilizan tanto variedades locales (o razas autóctonas) como semillas procedentes del sistema institucional de fitomejoramiento. La fuente de semillas que utilizan depende del cultivo, el uso de las semillas (p. ej., para la venta o para consumo doméstico), la disponibilidad (los mercados por lo común no tienen las semillas necesarias en el momento adecuado) y la accesibilidad (las semillas producidas por los fitomejoradores pueden ser demasiado costosas para algunos productores).

Los intercambios de semillas que se ocupan de conservar la agrobiodiversidad y promover las razas autóctonas surgieron como una respuesta a la pérdida de diversidad y la comprensión de que las variedades modernas no siempre se adaptan a los sistemas agrícolas de los pequeños productores. Un segundo tipo de intercambio de semillas surgió como un intento por ofrecer opciones alternativas de semillas (aparte de las donaciones) a los productores afectados por pérdidas devastadoras de cultivos. Este segundo tipo de intercambio suele hacer uso de un sistema de vales que permite que incluso los productores más pobres tengan acceso a semillas.

Al sembrar distintos cultivos, los productores conservan en forma activa tanto la diversidad como el conocimiento específico necesario para apreciar y mantener esa diversidad. Para ser útil, la diversidad tiene que aplicarse. Si la riqueza de la diversidad de semillas se confinara a los reservorios de semillas, sería de poca utilidad. Al crear una ocasión especial (es decir, un intercambio de semillas), los productores pueden acceder a las semillas de cada uno. Al mismo tiempo, contribuyen a una mayor sensibilización sobre la importancia de los diversos RF. Finalmente, los intercambios de semillas reúnen a diferentes partes interesadas en materia de RF.

Cómo organizar y facilitar un intercambio de semillas

Adaptado de: *ECHO Asia Nota 16* (Tshin, 2013)

El personal del Centro de Impacto ECHO Asia ha desarrollado y facilitado eventos de intercambio de semillas durante reuniones con socios locales durante muchos años. A través de conversaciones con productores y personal de ONG, ECHO ha obtenido un mayor conocimiento sobre importantes variedades de plantas, así como sobre prácticas de conservación de semillas, actitudes respecto a dicha conservación y agricultura sostenible. ¡La parte más emocionante de estos eventos es escuchar las historias de éxito! En el primer taller de agricultura de ECHO Asia en Myanmar en 2012, una organización del estado sureño de Shan llevó más de 75 esquejes de chaya para compartir con los delegados, tras haberla introducido con éxito como planta alimenticia y forrajera en su centro de recursos para fincas pequeñas. ¡Su material vegetativo procedía de un único esqueje recibido hacía apenas un año durante la conferencia bienal de Agricultura Tropical de ECHO Asia en Chiang Mai!

Aquí compartimos algunos métodos para implementar intercambios de semillas donde se utilicen los idiomas locales y a los cuales asistan agricultores locales y trabajadores del desarrollo. Los materiales necesarios para un intercambio de semillas son básicos, pero el proceso de intercambio y captura de información requiere preparación previa y ajustes basados en la cultura y las realidades de la comunidad.



Recomendamos leer el artículo “Seed fairs: Fostering local seed exchange to support regional biodiversity” (Ferias de semillas: promoción de intercambios de semillas para apoyar la biodiversidad regional) (Meitzner y Ricciardi, 2012) ya que explica algunas de las razones por las cuales es importante desarrollar capacidades en torno a la biodiversidad vegetal local y entender los sistemas locales de semillas.

Materiales básicos para el intercambio de semillas:

- Suficientes semillas y material de propagación vegetal para compartir
- Bolsas pequeñas resellables en las cuales distribuir las semillas
 - o En Tailandia, compramos bolsas de plástico pequeñas para medicinas en las farmacias locales
 - o Puede reemplazarlas fácilmente por papel de periódico, hojas de papel, sobres de papel o bolsas
- Marcadores permanentes y etiquetas
 - o Para identificar claramente los paquetes de semillas con nombres comunes y variedades (preferiblemente en el idioma local, así como en inglés)

Materiales básicos para el facilitador del intercambio de semillas:

- Pizarra o cartulina para presentar lista de las regiones u organizaciones asistentes
- Portapapeles, bolígrafos y copias de alguna hoja de datos sencilla para recopilar información sobre semillas
- Intérpretes del idioma local
- Personas listas para registrar información sobre las semillas

Pasos a considerar al planificar un evento de intercambio de semillas:

1. Mucho antes del evento, comunicarse con los participantes y animarlos a llevar semillas y material de propagación vegetal a la reunión.
 - Incluya solicitudes de semillas y material vegetal cuando comience a publicitar la reunión con las organizaciones locales. Si es posible, solicite a cada organización que lleve un mínimo de 500 gramos de semillas para poder compartirlas con los asistentes, así como materiales que ayuden a explicar características especiales de cada especie (por ejemplo, fotografías en color grandes, plántulas, videos, etc.) Considere que se necesita un tiempo de preparación adecuado para que los delegados reúnan semillas y material vegetal para compartir.
2. Decida sobre los parámetros del intercambio de semillas.
 - Si va a celebrar una reunión/taller de varios días, considere: 1) qué días serían mejores para recopilar información sobre semillas, 2) si se necesitan coloquios/pláticas entre los delegados y 3) cómo llevar a cabo la actividad de intercambio (véase más abajo). Es posible que sea necesario establecer una fecha límite durante el taller para aceptar semillas para el intercambio.

- Considere quién debe recibir semillas. ¿Deben recibir semillas compartidas los delegados que no han llevado ninguna para compartir? ¿O sólo los delegados que llevan semillas deben participar en el intercambio? ECHO Asia por lo general lleva semillas adicionales para que todos los delegados las reciban como una “bolsa de regalo”, ya sea que hayan llevado o no semillas para compartir.
 - Considere la cantidad de semillas llevadas a la reunión – puede que sean suficientes o no para compartirlas con todos. ¿Deberían todos los delegados de cada organización recibir semillas? ¿O debería cada organización recibir sólo un conjunto de semillas?
3. Decidir el método para hacer el intercambio de semillas durante la reunión.
- Las reuniones que se realizan durante varios días son ideales porque lleva tiempo reunir la información sobre las semillas de los delegados antes del intercambio real. Es posible que necesite asignar a una persona para gestionar y preparar el intercambio, aparte de los eventos de regulares de la reunión. Considere las limitaciones de tiempo que pueda enfrentar, ya que los preparativos y la actividad de intercambio pueden llevar más tiempo del previsto.

Organización del intercambio de semillas:

1. Registre las semillas llevadas por los delegados por separado del proceso normal de inscripción del evento principal de capacitación.

ECHO Asia “registra” las semillas para recopilar una lista maestra de variedades compartidas en nuestras reuniones y registrar la información de conservación de plantas y semillas nativas. Por lo general, este proceso requiere que los intérpretes hagan preguntas en el idioma local y personas que registren la información en tailandés o inglés. Se ha proporcionado a continuación un formulario de intercambio de semillas.



Información sobre la fuente sembrera para ECHO Asia.

Antes de colocar las semillas en el banco de semillas y acceder a ellas necesitamos la siguiente información. Por favor, tómese su tiempo para llenar el formulario y proporcionar la información más detallada posible.

Información sobre la fuente sembrera	Características de la planta
Personal de ECHO que participó en el traslado y fecha del mismo	Familia Nombre científico: Nombre común: Varietal:
Nombre de fuente: Dirección: Teléfono/correo electrónico	Descripción de la planta: Color de la semilla: Rasgos en las partes principales cosechadas:
Las semillas fueron (marque una con un círculo) Gratis / compradas, precio _____	¿Comestible?
Lugar de origen de las semillas (aldea, distrito o país)	Mercadeo/¿Puede venderla?
Información adicional sobre fuente sembrera	¿Dónde suelen sembrarse las semillas? ¿En huerto? ¿Bosque? ¿Qué diferencia a esta variedad de las demás? ¿En qué se diferencia de las demás en cuanto a apariencia/sabor/cualidades culinarias/almacenamiento?

2. Prepare las semillas y el material vegetal para el intercambio.

Los delegados pueden llevar semillas en cantidades a granel que luego deben dividirse en porciones más pequeñas y colocarse en bolsas resellables. Para semillas como las de los frijoles, mida de 10 a 20 semillas por bolsa pequeña. Para semillas más pequeñas como las del amaranto o de las hojas de mostaza, mida 1 cucharada en las bolsas más pequeñas. Prepárese para entregas tarde de semillas después de haber finalizado el proceso de registro. Las bolsas que contienen las semillas deben etiquetarse claramente con la información pertinente. Asimismo marque y muestre también con claridad los nombres de las semillas en las mesas o en el suelo donde se colocarán.

3. Efectúe el intercambio de semillas real: 45 a 60 minutos de duración total.

Conceda a cada organización 5-10 minutos para presentar sus semillas y por qué las están compartiendo con el grupo. Los posibles puntos para compartir incluyen:

- mostrar plántulas reales,
- mostrar fotos a color grandes de variedades de plantas menos conocidas,
- explicar métodos de siembra y cosecha de semillas, y
- explicar el uso de cada planta.

Distribuir hojas informativas sobre las semillas también es una excelente manera de difundir información. Es importante contar con una persona que controle el tiempo, un cronometrador, para que esta parte del intercambio sea dinámica. Tras las presentaciones, la actividad de intercambio suele tardar entre 15 y 30 minutos en completarse. Sin embargo, el formato del intercambio depende de cuántos delegados estén presentes:

Para 100 personas o menos, llame a los grupos uno por uno para recoger un paquete limitado (un paquete de semillas por grupo) o una cantidad designada de semillas. Esto ayuda a establecer un ritmo eficiente. Priorice los grupos que llevaron semillas para intercambiar y déjelos elegir primero las semillas. Si se dispone de una cantidad suficiente de semillas, considere varias rondas de selección para cada grupo.

Para nuestra conferencia bienal a la que asistirán más de 100 delegados, se necesita un proceso más metódico. Animamos a los delegados a reservar las semillas con antelación y asignar un equipo para que se haga cargo de su distribución durante toda la conferencia.





Apéndice: Tabla de referencia de cultivos de semilla

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Quimbombó, oca	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Cálida, seca o húmeda	Polinización cruzada, insectos	1608 (1 milla)	1	5-10	vaina seca	Rollo de papel	50
Amaranto (de grano)	<i>Amaranthus cruentus</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos	153	1	5-25	mortero	petri	60
Amaranto (de hoja)	<i>Amaranthus tricolor</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos	153	1	5-25	mortero	petri	60
Eneldo	<i>Anethum graveolens</i>	Templada, seca	Polinización cruzada, insectos	Aislamiento por tiempo o 244-805	5	20-50	sacudida suave	siembra directa	60
Espinaca Malabar, espinaca de Ceilán	<i>Basella alba</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización	N/A (crusa-miento alógeno es raro)	1		arena y colador / tamiz	siembra directa	60
Calabaza blanca, calabaza de cera	<i>Benincasa hispida</i>	Cálida, húmeda	Cross-pollinated, insect	805 (1/2 milla)			arena y suelo	siembra directa	60

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Mostaza etíope, col abisinia	<i>Brassica carinata</i>	Templada	Polinización cruzada, insectos				sacudida suave	petri	60
Hojas de mostaza	<i>Brassica juncea</i>	Templada, húmeda	Polinización cruzada, insectos	805 (1/2 milla)	5	20-50	sacudida suave	petri	75
Brócoli chino, col rizada china	<i>Brassica oleracea var. alboglabra</i>	Templada, húmeda	Polinización cruzada, insectos	Aislamiento por tiempo	5	20-50	sacudida suave	petri	60
Pak Choi/Bok Choy	<i>Brassica rapa var. chinensis</i>	Templada, húmeda	Polinización cruzada, insectos	244-805	5	20-50	sacudida suave	petri	60
Falso Pak Choy, repollo blanco de flor	<i>Brassica rapa var. parachinensis</i>	Templada, húmeda	Polinización cruzada, insectos	1608 (1 milla)	5	20-50	sacudida suave	petri	75
Gandul, guandú, frijol de palo	<i>Cajanus cajan</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización, puede polinizarse por medio de insectos	805 (1/2 milla)	1		vaina seca	rollo de papel	60

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Caléndula, maravilla	<i>Calendula officinalis</i>	Templada	Polinización cruzada, insectos				vaina seca	siembra directa	
Frijol espada, frijolón, frijol de chancho	<i>Canavalia ensiformis</i>	Cálida, seca o húmeda	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	805 (1/2 milla)	1	5-10	vaina seca	Rollo de papel	60
Frijol espada, haba espada	<i>Canavalia gladiata</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización		1		vaina seca	siembra directa	60
Chile habanero	<i>Capsicum chinense</i>	Cálida	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	153	1	10	masaje o sacudida	siembra directa	55
Chile, chile piquín, chile tabasco	<i>Capsicum frutescens</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	153	1	5-20	golpe o masaje	siembra directa	55

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Papaya	<i>Carica papaya</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización o polinización cruzada, según la variedad	500	1		arena y colador/tamiz	siembra directa	60
Quinoa, quinoa, quinua	<i>Chenopodium quinoa</i>	Templada	Auto-polinización	30-91	1	10-25	mortero	siembra directa	60
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	805 (1/2 milla)	1	5-10	vaina seca	rollo de papel	60
Capa-nilla azul, guisante mariposa	<i>Clitoria ternatea</i>	Cálida	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos		1		vaina seca	petri / rolo de papel	60

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje de germinación aceptable
Chaya, Chatate, espinaca maya	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Cualquiera	Propagación vegetativa, esquejes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lágrimas de Job, Lágrimas de San Pedro	<i>Coix lacrymajobi</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, viento				vaina seca	siembra directa	75
Coriandro (semillas secas)/ Cilantro (hojas y tallos verdes)	<i>Coriandrum sativum</i>	Templada	Polinización cruzada, insectos	805 (1/2 milla)	5	20-50	golpe o masaje	petri / rollo de papel	60
Melón Musk	<i>Cucumis melo</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos	244-805 (1/2 milla)	1	10	fermentación	siembra directa	80
Pepino	<i>Cucumis sativus</i>	Cálida	Polinización cruzada, insectos	805 (1/2 milla)	1	5-10	fermentación	siembra directa	80
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	Templada	Polinización cruzada, insectos	244-805	5	20-50	gentle hit	siembra directa	55

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje de germinación aceptable
Alforjón, trigo sarraceno	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Templada	Auto-polinización o polinización cruzada, según la variedad	244-805	5	20-50	vaina seca	siembra directa	75
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	Templada, húmeda	Polinización cruzada, insectos	244-805	5	20-50	sacudida suave	siembra directa	60
Flemingia de hoja grande	<i>Flemingia macrophylla</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos				vaina seca	siembra directa, escarificar/remojar primero	10
Soya, soja	<i>Glycine max</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización	N/A (cruza-miento alógamo es raro)	1	5-10	vaina seca	rollo de papel / siembra directa	75
Níger, semilla de níger	<i>Guizotia abyssinica</i>	Templada	Polinización cruzada, insectos				sacudida suave	siembra directa	70
Girasol	<i>Helianthus annuus</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos	805-4824 según la población	5	20-50	vaina seca	rollo de papel / siembra directa	60

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Hibisco arándano, hibisco de hoja roja, falsa rosela	<i>Hibiscus acetosella</i>	Cálida	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	1	1		vaina seca	rollo de papel / siembra directa	60
Flor de Jamaica, rosa de Jamaica	<i>Hibiscus sabalarriffa</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	805 (1/2 milla)	1		vaina seca	rollo de papel / siembra directa	60
Flor de luna, dama de noche	<i>Ipomoea alba</i>	Cálida	Polinización cruzada, insectos				vaina seca	Rollo de papel / siembra directa	60
Índigo de Zollinger	<i>Indigofera zollingeriana syn. I. teysmannii</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos				mortero	siembra directa	60

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje de germinación aceptable
Frijol Lablab, frijol de Egipto, zarandaja	<i>Lablab purpureus</i>	Cálida, húmeda	Autopollinización, puede polinización cruzada por medio de insectos		1		vaina seca	rollo de papel / siembra directa	60
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>	Templada, húmeda	Autopollinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	3-6	1	5-10	sacudida suave	petri	60
Calabaza de botella, calabazo, porongo	<i>Lagenaria siceraria</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos	3-6	1	5-10	fermentación	siembra directa	60
Leucaena de montaña, guajé, guajillo, tamarindo silvestre	<i>Leucaena diversifolia</i>	Cualquiera	Autopollinización, puede polinización cruzada por medio de insectos				vaina seca	siembra directa, escarificar/ remojar primero	10

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Guaje, leucaena, liliaque	<i>Leucaena leucocephala</i>	Cualquiera	Autopollinización, puede polinizarse por medio de insectos				vaina seca	siembra directa, escarificar / remojar primero	10
Calabaza estriada, esponja vegetal, paste	<i>Luffa acutangula</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos	805 (1/2 milla)	1	5-10	vaina seca	siembra directa	60
Esponja vegetal, lufa, estropajo, paste	<i>Luffa aegyptiaca</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos	805 (1/2 milla)	1	5-10	vaina seca	siembra directa	60
Gramo de caballo, gramo de Madrás	<i>Macrotyloma uniflorum</i>	Cálida, seca	Auto-polinización		1		vaina seca	siembra directa, escarificar/ remojar primero	60
Calabaza amarga, cundeamor, melón amargo	<i>Momordica charantia</i>	Cualquiera	Auto-polinización	400	1		arena y colador/ tamiz	siembra directa	60

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Moringa, marango, árbol de baquetas, árbol de la vida	<i>Moringa oleifera</i>	Cálida, seca	Polinización cruzada, insectos				vaina seca	siembra directa	60
Frijol terciopelo, picapica	<i>Mucuna pruriens</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización		1		vaina seca	siembra directa	60
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	Cálida	Polinización cruzada, insectos	46			mazorca	siembra directa	60
Albahaca sagrada, albahaca morada, tulsi	<i>Ocimum tenuiflorum</i>	Cálida	Polinización cruzada, insectos				mortero	siembra directa	60
Árbol de Damocles, árbol de trompeta india	<i>Oroxylum indicum</i>	Cálida, húmeda	Cross-pollinated, murciélagos				vaina seca	siembra directa	
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización	3-6	1	5-10	sacudida	petri	80

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Jicama	<i>Pachyrhizus erosus</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización		1		vaina seca	siembra directa, escarificar primero	60
Maracuyá, fruta de la pasión	<i>Passiflora edulis</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización o polinización cruzada, según la variedad				arena y colador/tamiz	siembra directa	70
Mijo perla	<i>Pennisetum glaucum</i>	Cálida	Polinización cruzada, viento	200-400			sacudida suave	siembra directa	70
Frijol tepari, tepari	<i>Phaseolus acutifolius</i>	Cálida, seca	Auto-polinización	3-6	1	5-10	vaina seca	rollo de papel/petri	60
Frijol Lima, garrofón, pallar	<i>Phaseolus lunatus</i>	Templada, húmeda	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	49-152	1	10-25	vaina seca	Rollo de papel	70
Frijol, habichuela, poroto	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Cálida	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	10	1		vaina seca	rollo de papel	75

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Arveja, chícharo, petipuas, guisante tirabeque	<i>Pisum sativum</i> var. <i>macrocarpum</i>	Templada, húmeda	Auto-polinización	3-6 (cruza-miento alógamo es raro)	1	5-10	vaina seca	rollo de papel	80
Sacha inchi, maní del Inca, sacha maní	<i>Plukenetia volubilis</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos				vaina seca	siembra directa	60
Frijol alado, frijol de Goa	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización				vaina seca	rollo de papel	60
Chía	<i>Salvia hispanica</i>	Templada	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos				mortero o sacudida suave	petri	60
Casia de Siam, casia amarilla	<i>Senna siamea</i>	Cálida	Polinización cruzada, insectos		1		vaina seca	siembra directa, escarificar/ remojar primero	10

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Ajonjolí, sésamo	<i>Sesamum indicum</i>	Cálida	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	50-100	1		vaina seca	petri	60
Agati de la india, colibrí vegetal, glicina roja	<i>Sesbania grandiflora</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, pájaros				vaina seca	siembra directa	10
Mijo cola de zoro, mijo alemán	<i>Setaria italica</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización				mortero o sacudida suave	petri/ siembra directa	60
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	Cálida	Auto-polinización	3-15	1	5-10	fermentación	siembra directa	75
Berenjena	<i>Solanum melongena</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	91-488	1	5-20	masaje o sacudida	petri	60

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Naranja, lulo	<i>Solanum quitoense</i>	Templada, húmeda	Autopolinización, puede polinización cruzada por medio de insectos		1		fermentación	petri	60
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i>	Cálida, húmeda	Autopolinización, puede polinización cruzada por medio del viento e insectos	30-61	1	10-25	sacudida suave	siembra directa	60
Capica, capitata, estilosantes	<i>Stylosanthes capitata</i>	Cualquiera	Autopolinización, puede polinización cruzada por medio de insectos				mortar or sacudida suave	siembra directa	60
Caléndula Mexicana, cepazúchitl	<i>Tagetes erecta</i>	Cálida	Polinización cruzada, insectos				vaina seca	siembra directa	80
Huacatay, chinchilla, anisillo	<i>Tagetes minuta</i>	Cálida	Polinización cruzada, insectos				vaina seca	siembra directa	80

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcentaje aceptable de germinación
Caléndula francesa, tagete	<i>Tagetes patula</i>	Cálida	Polinización cruzada, insectos				vaina seca	siembra directa	80
añil blanco, canario blanco, tefrosia	<i>Tephrosia candida</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización				vaina seca	siembra directa	60
Calabaza serpiente	<i>Tricbo-santbes cucumerina</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, insectos	500-1000	3		arena y colador/tamiz	siembra directa, escari-ficar / remojar primero	60
Frijol Ad-zuki, frijol mungo rojo	<i>Vigna angularis</i>	Cálida	Auto-polinización	3-6	1	10-25	vaina seca	rollo de papel	75
Frijol mungo, poroto mungo	<i>Vigna radiata</i>	Cálida, seca	Auto-polinización	N/A (cruza-miento alógamo es raro)	1	20-50	vaina seca	Rollo de papel/petri	60
Frijol arroz	<i>Vigna umbellata</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización		1		vaina seca	rollo de papel / petri	60

Nombre(s) común(es)	Nombre científico	Temporada de siembra	Tipo de polinización	Distancia mínima de aislamiento (m)	# de plantas necesarias para polinización	# de plantas necesarias para mantener variedad	Métodos de limpieza de semilla	Método(s) de germinación de la semilla	Porcen-taje de germinación aceptable
Caupí, frijol de carita	<i>Vigna unguicula</i>	Cálida, húmeda	Auto-polinización, puede polinización cruzada por medio de insectos	3-6	1	10-25	vaina seca	rollo de papel	75
Frijol de yarda, frijol espárrago	<i>Vigna unguiculata subsp. sesquipedalis</i>	Cálida	Auto-polinización	N/A (cruza-miento alógamo es raro)	1	10-25	vaina seca	rollo de papel	80
Maíz palomero	<i>Zea mays var. everta</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, viento	244-805	10	50-120	mazorca seca	siembra directa	75
Maíz duro, maíz pedernal	<i>Zea mays var. indurata</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, Viento	244-805	10	50-120	Mazorca seca	Rollo de papel	75
Maíz dulce	<i>Zea mays var. saccharata</i>	Cálida, húmeda	Polinización cruzada, viento	244-805	10	200	mazorca seca	rollo de papel / siembra directa	75
Zinnia, rosa mística, flor de papel	<i>Zinnia elegans</i>	Cálida, seca	Polinización cruzada, insectos				mortero	siembra directa	85

Referencias

- Ahn, J-E., X. Zhou, S.E. Dowd, R.S. Chapkin, y K. Zhu-Salzman. 2013. Análisis de la tolerancia a la hipoxia en el gorgojo del caupí: represión metabólica y regulación de las proteínas de choque térmico a través del factor inducible por hipoxia 1. *PLoS One* 8(4), e57267 doi: 10.1371/journal.pone.0057267.
- Almekinders, C. J. M. y N. P. Louwaars. 2002. La importancia de los sistemas de semillas de los productores en un sector nacional de semillas funcional. *Journal of New Seeds*. 4(1): 15-33.
- Anwar, F., M. Ashraf, y M.I. Bhangar. 2005. Variación entre procedencias en la composición de semillas de *Moringa oleifera* de Pakistán. . *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 82(1):45-51.
- Bakker, N. y F. Zenén. 2011. Ferias de semillas de productores. *ECHO Nota Técnica* no. 67.
- Bellon, M., J. Becerril, M. Adato, J. Alfonso, A. Gómez, y D. Mexico. 2003. Impacto del germoplasma de maíz mejorado en el alivio de la pobreza: el caso de material derivado del maíz tuxpeño en México.
- Bicksler, A. J. 2017. BConstrucción de un secador de semillas de bajo costo para bancos locales de semillas. *Notas de ECHO Asia* no. 31.
- Bicksler, A. J. 2011. Pruebas de viabilidad de las semillas utilizando pruebas de germinación sencillas. *Notas de ECHO Asia* no. 11.
- Bunch, R. 1982. *Dos mazorcas de maíz: guía para el mejoramiento agrícola centrado en las personas*. World Neighbors.
- Chala, M. y G. Bekana. 2017. Análisis del proceso y condiciones de almacenamiento de semillas en relación con su humedad y el factor ecológico. *Journal of Natural Sciences Research*. 7:84-90.
- Conservation By Design Limited. 2012. Ficha de Datos de Seguridad (FDS) Gel de sílice verde-naranja autoindicador. MSDS Self-indicating green-orange silica gel. http://geiic.com/files/fichas%20productos/gel_silice_color.pdf.
- Copeland, L.O. y M.B. McDonald. 2001. *Principles of Seed Science and Technology 4th Edition [Principios de ciencia y tecnología de las semillas 4a Edición]*. Springer Science-Buisness Media.
- Croft, M., A. J. Bicksler, J. Manson, y R. Burnette. 2013. Comparación de técnicas adecuadas de almacenamiento de semillas tropicales para la conservación del germoplasma en climas subtropicales montañosos con limitaciones de recursos. *Experimental Agriculture*. 49(2): 279-294.
- Croft, M., A. Bicksler, J. Manson, y R. Burnette. 2012. Sellado al vacío vs. refrigeración: ¿cuál es la manera más efectiva de almacenar semillas? *Notas de ECHO Asia* no. 14.

- El-Khier, K.S. Ishag, y A.E.A. Yagoub. 2008. Composición química y características del aceite de las variedades de semillas de ajonjolí cultivadas en Sudán. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 4(6):761-766.
- FAO. 2014. Bancos comunitarios de semillas. *Junior Farmer Field and Life School - Facilitator's guide*. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3987e.pdf>
- FAO. 1999. FAO. Mujeres: usuarias, conservadores y gestoras de la agrobiodiversidad. *Las mujeres: la clave de la seguridad alimentaria*. Disponible en https://www.fao.org/4/x0171e/x0171e03.htm#P181_22270. [Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License](#).
- [FFIL] Laboratorios de Innovación *Feed the Future* (sin fecha). Protocolo para el secado y almacenamiento post-cosecha de semillas con perlas desecantes de zeolita. Disponible en <https://horticulture.ucdavis.edu/information/protocol-postharvest-seed-drying-and-storage-using-zeolite-dessicant-beads> (consultado 9 de agosto de 2022).
- Frankland, B. y R.B. Taylorson. 1983. Control lumínico en la germinación de semilla. *Environmental Science, Biology*.
- Ghimire, K.H. y B.K. Joshi. 2019. Grupos de cultivos basados en la estrategia de conservación. En: Grupos de trabajo sobre recursos genéticos vegetales agrícolas (APGRs) en Nepal (BK Joshi y R Shrestha, eds). Actas de un taller nacional, 21-22 de junio 2018, Katmandú; pp.174-183.
- Gilbert, G. S., A. Diaz, y H. A. Bregoff. 2023. Prácticas de desinfestación de semillas para controlar hongos y bacterias transmitidos por las semillas en la producción doméstica de brotes. *Foods*. 12(4): 747.
- Global Seed Savers. n.d. Seed Libraries [Sin fecha, Bibliotecas de Semillas]. Consultado 23 de agosto de 2022, de <https://globalseedsavers.org/our-program/seed-library/>
- Guantian, L. y F. Zhu. 2018. Almidón de quinoa: estructura, propiedades y aplicaciones. *Carbohydrate Polymers*. 181:851-861.
- Harrington, J.F. 1972. Almacenamiento y longevidad de la semilla. In T.T. Kozlowski, (Ed) *Seed Biology*, Vol 3 pp. 145-245 Academic Press, Inc., New York.
- Hay, F.R., P. Thavong, P. Taridno, y S. Timple. 2012. Evaluación de las perlas de secado de zeolita 'Drying Beads®' para secar semillas de arroz a un bajo contenido de humedad antes del almacenamiento prolongado. *Seed Science and Technology* 40:374-395.
- Herter, U. y Burreis, J. S. 1989. Efecto de la velocidad y temperatura de secado en lesiones por desecación en semillas de maíz. *Can. J. Plant Sci.* 69: 763-774.
- Hill, M.J. y C.R. Johnstone. 1985. Efectos del daño por calor y la desecación sobre la calidad de la semilla. *New Zealand Grassland Association: Research and Practice Series*. 2:53-57.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2005. Normas internacionales para las pruebas de semillas. Edición 2005. Asociación Internacional de Pruebas de Semillas,

Bassersdorf, Switzerland.

- Justice, O.L., L.N. Bass, y Administración de Ciencia y Educación de Estados Unidos. P. 1978. rincipios y prácticas del almacenamiento de semillas. Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Administración de Ciencias y Educación. Manual de agricultura. Agriculture Handbook No. 506.
- Kew Royal Botanical Gardens. 2022. Métodos de secado de semillas a pequeña escala. Ficha de información técnica 08.
- Kiefer, C., T. Motis, y E. Toevs. 2020. Bancos de semillas con sacos de tierra. *Notas Técnicas de ECHO* no. 96.
- Kunze, O.R. 1977. La adsorción de humedad influye en el arroz. *Journal of Food Process Engineering* 1(2):167-181.
- Lawrence, B., A. J. Bicksler, y K. Duncan. 2017. Tratamientos y sellado al vacío como nuevas estrategias de control para plagas de semillas almacenadas en zonas tropicales. *Agronomy for Sustainable Development*. 37 (6): 1-11.
- Malik, M. R. Sindhu, S.B. Dhull, C. Bou-Mitri, Y. Singh, S. Panwar, y B.S. Khatkar. 2023. Composición nutricional, funcionalidad y tecnologías de procesamiento del amaranto. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2023:1-24.
- Martineau-Côté, D. A. Achouri., S. Karboune, y L. L'Hocine. 2022. Las habas: una fuente inexplorada de proteínas vegetales de calidad y bioactivos. *Nutrients*. 14:1541.
- McCormack, J.H. 2004. Procesamiento y almacenamiento de semillas: Principios y prácticas de recolección, procesamiento y almacenamiento de semillas: un manual de producción de semillas orgánicas para los productores de semillas en las regiones del Atlántico central y el sur de Estados Unidos. Carolina Farm Stewardship Association.
- McDonald, M. B. 2007. La humedad de las semillas y la curva de equilibrio del contenido de humedad de las semillas. *Seed Technology*. 29(1):7-18.
- McDonald, M.B. y L.O. Copeland. 1997. "Secado y almacenamiento," en el Capítulo 7 de *Seed Production Principles and Practices*. Springer Science+Business Media Dodrecht.
- Meitner, L.S. y V. Ricciardi. 2012. Ferias de semillas: fomentar el intercambio local de semillas para apoyar la biodiversidad regional. *Notas de ECHO Asia* no. 12.
- Meitzner, L.S. y M.L. Price. 1996. *Amaranth to Zai Holes: Ideas for growing food under difficult conditions [Del amaranto a los hoyos Zai: ideas para cultivar alimentos en condiciones difíciles]*.
- Morgan, S. 2013. Desecante de arroz tostado. Video de ECHO sobre cómo calentar arroz integral a llama abierta.
- Motis, T.N. 2016. Almacenamiento de semillas en las zonas tropicales. *ECHO Nota de buenas prácticas* no. 5. <https://www.echocommunity.org/en/resources/6fa5029a-b130-4561-aa58-b2bf117de358>
- Motis, T.N. y D.R. Berkelaar. 2012. *Opciones Para los Agricultores de Pequeña Escala*.

- Mrema, G.C. 2011. *Rural structures in the tropics: design and development*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, pp. 363-364.
- Organic Seed Alliance. 2010. Guía para la conservación de semimllas para hortelanos y agricultores. Townsend, WA: OSA. www.seedalliance.org
- Oyekale, K.O. C.C. Nwangburuka, O.A. Denton, J.A. Adeyeye, S.E. Ayeni, y O.K. Raheem. 2014. Predicción de la longevidad de semillas de ajonjolí almacenadas a corto plazo en contenedores con desecante de carbón vegetal. *American Journal of Experimental Agriculture* 4(1):1-11.
- Pellegrini, P. A. y Galo E. Balatti. 2016. Las arcas de Noé en el siglo XXI. Una tipología de bancos de semillas. *Biodiversity & Conservation*. 25: 2753-2769.
- Personal de ECHO. 2016. Almacenamiento de semillas en zonas tropicales. *Notas de Buenas Prácticas* no. 5.
- Potts, H.C. 1972. Un examen más detallado a las semillas. *Seed Technology Papers*. 3.
- Price, Z. 2016. Construcción de una cámara frigorífica mejorada para el almacenamiento de semillas. *ECHO Asia Nota* no. 27. <https://www.echocommunity.org/en/resources/3171bfa2-b742-40d2-9ae1-5dc4da827628>
- Rao, N. K., J. Hanson, M. E. Dulloo, K. Ghosh, D. Nowell, and M. Larinde. 2006. *Manuales para bancos de germoplasma No. 8: Manual de manejo de semillas en bancos de germoplasma*. Rome: Biodiversity International.
- RBG Kew. 2016. Informe sobre el estado de las plantas del mundo– 2016. Royal Botanic Gardens, Kew
- Reader, S. y T. Motis. 2017. ¿Están mis semillas suficientemente secas? *Notas de Desarrollo ECHO* no. 136.
- Steil, A. y R. Jauron. 2023. Requisitos de germinación para plantas anuales y hortalizas. Extensión y divulgación de la Universidad Estatal de Iowa: noticias sobre horticultura y plagas domésticas.
- Sutcliffe, V. y J. Adams. 2014. Dispositivos de bajo costo para monitorear estado de humedad de las semillas. Ficha Técnica Sheet, 7. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Trail, P., T. Motis, S. Swartz, y A. Bicksler. 2022. Tecnologías de almacenamiento de semillas de bajo costo en el desarrollo de entidades de conservación de semillas a pequeña escala en climas tropicales. *Experimental Agriculture*. 57:324-337.
- Trail, P. J. y B. Thansrithong. 2021. Almacenamiento de semilla de *Lablab purpureus* (L.) al vacío utilizando una bomba de bicicleta modificada. *Actas del V Simposio de Asia sobre gestión de la calidad en sistemas postcosecha*. 1336: 243-248.
- Trail, P., Y. Danmalidoi, M. Pler, A. Bicksler, y B. Thansrithong. 2019. Opciones de construcción natural de bajo costo para almacenar semillas en el sudeste asiático tropical. *Notas de ECHO Asia* no. 38.

- Trusiak, M. B.P. Plitta-Michalak, y M. Michalak. 2023. Selección del camino correcto para el almacenamiento exitoso de semillas. *Plants* (Basel). 12(1):72.
- Tshin, R. 2013. Cómo facilitar intercambios de semillas durante reuniones de países o como un evento de un solo día. *ECHO Asia Notes* no. 16.
- VanNocker, A. y V. Reed 2012. Prueba de variedades de hortalizas de hojas verdes anuales. *Notas de Desarrollo ECHO* no. 117
- Vernooy, R., Sthapit, B. y Bessette, G. 2020. Bancos comunitarios de semillas: concepto y práctica. Manual del facilitador (versión actualizada). Roma (Italia): Bioersivity International 150 p. ISBN: 978-92-9255-068-4 <https://hdl.handle.net/10568/81286>
- Warneke, L. 2020. Preguntas frecuentes sobre el gel de sílice. <https://laboratoryresource.com.au/?navaction=getitem&id=155>
- Wilnon, R.L. 1987. Capítulo 7. Almacenamiento de semillas. En: *Guía para el manejo de semillas forestales*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- World Benchmarking Alliance. Índice de acceso a las semillas 2019: Informe de síntesis.