



Bancos de semilla con sacos de tierra

Cody Kiefer, Elliott Toevs, y Tim Motis

El tema del almacenamiento de semillas en los trópicos se ha tratado con frecuencia en las publicaciones y las capacitaciones de ECHO debido a su importancia para los pequeños productores. El acceso a semillas de calidad es imperativo para la producción de cultivos agronómicos y hortícolas. Si bien la conservación de semillas en la finca beneficia al pequeño productor, el almacenamiento de semillas en cooperativas mediante el establecimiento de bancos de semillas fortalece a los productores a nivel de la comunidad.

Los bancos de semillas proporcionan estructuras seguras para el almacenamiento de semillas, y al mismo tiempo sirven como repositorios genéticos de plantas importantes en la comunidad. La centralización del proceso de almacenamiento de semillas también permite la inversión por parte de las cooperativas en tecnologías apropiadas y manejo de datos. A medida que los miembros de una comunidad aprenden estas técnicas de manejo, adquieren las habilidades para almacenar las semillas.

La preservación de semillas en los trópicos está llena de dificultades debido a las altas temperaturas y la humedad, por lo cual invertir en tecnologías de almacenamiento provechosas es fundamental para las comunidades de pequeños productores. Por supuesto, el proceso para establecer un banco de semillas involucra la aceptación de la comunidad, la cooperación de las partes interesadas y la inversión de recursos. Si bien los elementos sociales de los bancos de semillas son importantes, esta *Nota Técnica* se centra en las técnicas de construcción con sacos de tierra como medio eficaz en términos de recursos para crear un banco de semillas. Actualmente ECHO ha instalado bancos de semillas utilizando sacos de tierra en dos de sus ubicaciones: uno en Tailandia y otro en Florida. Esta publicación describirá los beneficios de los bancos de semillas de sacos de tierra, así como la forma de comenzar su propio proyecto.

Introducción a las estructuras con sacos de tierra

Las estructuras con sacos de tierra tienen numerosas cualidades ventajosas para bancos de semillas: permanencia, baja tecnología, económicos y potencial de moderación de la temperatura.

Permanencia

Los bancos de semillas necesitan estructuras permanentes y específicas para garantizar la seguridad de las inversiones de la comunidad. Después de todo, las semillas son un medio de vida. Si bien las estructuras de sacos de tierra no son las típicas estructuras de construcción de tipo ladrillo y mortero, son estables y se mantienen firmes a través de las tensiones a las cuales los climas tropicales podrían someterlas.

Baja tecnología

Construir con sacos de tierra demanda pocos recursos y herramientas. Básicamente, una estructura con sacos de tierra puede construirse con tierra, sacos y alambre de púas. Por supuesto, el suelo tiene que cumplir con requisitos particulares, más precisamente, contener al menos un 6% de arcilla para poder ser compactado, y hay que obtener los sacos— aunque la mayoría de los sacos de 50 libras (23kg) para comida más comúnmente conocidos son adecuados. En cuanto a las herramientas, palas y apisonadoras (para compactar los sacos en su lugar) son todo lo que se necesita.

Económicas

Dada la naturaleza de baja tecnología de la construcción con sacos de tierra y la amplia oferta disponible de los materiales necesarios, las estructuras de sacos de tierra son relativamente económicas. Si en la comunidad se encuentran los tipos de suelo adecuados, los sacos y el alambre de púas frecuentemente pueden obtenerse a nivel local por un costo relativamente bajo en comparación con otros tipos de estructuras. Nuestro banco de semillas construido con sacos de tierra en Tailandia costó un total de US\$750 (Trail *et al.*, 2019).

Moderan temperatura

Las altas temperaturas y la humedad son enemigas del almacenamiento de semillas en los trópicos. Las drásticas fluctuaciones de temperatura a lo largo del día provocan acumulación de humedad en las semillas y las superficies de las paredes. Esto puede reducir significativamente la longevidad de las semillas y/o introducir moho, que puede contaminar los lotes de semillas y disminuir las tasas de germinación. Si desea obtener más información sobre los requisitos, técnicas y manejo del almacenamiento de semillas, busque "almacenamiento de semillas" (*seed storage*) en [ECHOcommunity.org](https://echocommunity.org). Las sencillas estructuras de sacos de tierra no son especializadas para controlar la humedad— de hecho, la humedad puede ser con frecuencia más alta en el interior que en el exterior. No obstante, debido a su densidad, pueden moderar las fluctuaciones de temperatura.

Durante el día las gruesas paredes de tierra absorben el calor, lo que impide que éste pase al interior de la estructura. Durante la noche, el calor almacenado se irradia hacia el interior, lo que impide que el interior se enfríe demasiado, y reduce la humedad de la superficie. La temperatura interior de las estructuras de sacos de tierra es más fresca durante el día y más caliente durante la noche que el aire ambiente fuera de la estructura,

lo que modera las fluctuaciones de temperatura. En la sede de ECHO en Tailandia, las temperaturas máximas fueron 16.5°C más bajas dentro del banco de semillas construido con sacos de tierra que las temperaturas externas; por el contrario, la temperatura mínima interior fue 1.5°C más alta que las temperaturas externas (Trail *et al.*, 2019).

Construcción con sacos de tierra

Planificación

Selección del lugar

Para decidir la ubicación de las estructuras con sacos de tierra, antes de la construcción, deben considerarse cuatro criterios principales:

- 1. Elevación.** Las estructuras con sacos de tierra deben ubicarse en zonas que drenen bien, ya que las zonas bajas que drenen mal actúan como mechas, atrayendo el agua hacia las superficies de las paredes y hacia el interior de los edificios. Evitar la entrada de humedad es vital para el almacenamiento adecuado de las semillas, ya que la humedad de la superficie causa problemas de moho y hongos que reducen la viabilidad de las semillas.
- 2. Tierra de relleno.** Las estructuras con sacos de tierra se construyen con sacos rellenos de material de suelo. Por lo tanto, es crucial obtener una fuente confiable y suficiente de tierra antes de comenzar la construcción. No cualquier suelo servirá. Para lograr la compactación y estabilidad necesarias para una estructura segura y duradera, la tierra que se utilizará para rellenar los sacos debe contener *al menos un 6% de arcilla*.

¡Demasiada arcilla también es problemático! La cantidad ideal es entre el 10% y el 30% del contenido del suelo. Con menos del 6%-10% de arcilla, los suelos no son estables; con más del 40% de arcilla, los suelos se encogen y se expanden, comprometiendo también la estabilidad estructural.

Existen varios métodos para probar el contenido de arcilla, uno de ellos es "la prueba del frasco". Con este método, obtenga una muestra de suelo—excluyendo la materia orgánica en la superficie. Coloque suficiente de la muestra de suelo en un frasco de vidrio hasta llenarla hasta la mitad; agregue agua a 2.5 cm de la parte superior. Asegúrese de cerrar bien la tapa en el frasco, luego agite vigorosamente para mezclar el contenido de tierra

y el agua. Deje reposar el frasco durante la noche o hasta que esté claro. Las partículas de tierra se sedimentarán según la masa—primero la arena, luego el limo y finalmente la arcilla. Luego puede comparar la proporción de arcilla (capa superior) con el resto de la muestra para obtener un estimado aproximado de su contenido de arcilla (Hunter y Kiffmeyer, 2004).

- 3. Subsuelo que soporte peso.** Las estructuras de sacos de tierra son pesadas y necesitan una fundación fuerte y estable, lo cual puede lograrse mediante el apisonamiento de la tierra, la construcción de una losa de concreto, u otros medios tales para conseguir una base que resista el peso del edificio a lo largo del tiempo. *Una nota: si se depende de la tierra apisonada para servir como fundación, es importante conocer la textura del suelo (la composición de arcilla, limo y arena de un suelo), ya que esto determinará la compatibilidad; la compactación aumenta la capacidad de una fundación de tierra para soportar el peso de un edificio de sacos de tierra. A menudo, es necesario excavar hasta un subsuelo que pueda compactarse y sea estable. Esto es especialmente pertinente en los suelos arenosos ya que resisten la compactación.*

4. **Protección del sol.** Construir dentro de un área con sombra mitigará aún más las altas temperaturas. Las estructuras de sacos de tierra absorben el calor: menos exposición al sol reduce la absorción y transferencia de energía al interior del edificio.

Materiales requeridos

La construcción con sacos de tierra es eficiente en términos de materiales. Las relativamente pocas necesidades que se requieren en general pueden obtenerse con facilidad en los trópicos. Los materiales necesarios incluyen:

1. **Sacos.** Los sacos retienen el suelo y permiten apisonar una vez colocados. Forman las paredes de la estructura. Los sacos de polipropileno tejidos, del tipo de muchos sacos para ganadería y forraje, se encuentran ampliamente disponibles en todo el mundo. Aunque existen en muchos tamaños, los sacos de 20 kg (aproximadamente 26 cm por 76 cm) quizás sean más fáciles de trabajar una vez llenos de tierra que los sacos más grandes. Tal vez más importante que el tamaño es la uniformidad del tamaño de los sacos; asegúrese de que puede conseguir suficientes sacos de un tamaño específico para completar su proyecto. Intentar construir con sacos de distintos tamaños dificulta el proceso y se corre el riesgo de comprometer la integridad estructural de la construcción.
2. **Alambre de púas.** A medida que los sacos se ponen en capas, se coloca entre cada capa alambre de púas, que actúa como un tipo de velcro en lugar del mortero, asegurando y amarrando los sacos en su lugar.
3. **Concreto.** Si bien es posible una base de tierra y minimiza el costo, una fundación y piso de concreto aumenta la estabilidad y puede proporcionar un piso y un interior más secos en zonas bajas que no drenan bien.
4. **Grava.** Ya que las paredes de sacos de tierra absorben bien la humedad, es importante manejar el movimiento de la humedad/agua dentro y alrededor del edificio. La grava puede utilizarse para aumentar el drenaje y conducir el agua lejos de la construcción.
5. **Madera u otro material para techo.** Si bien los edificios de sacos de tierra pueden construirse solamente con sacos rellenos de tierra, los bancos de semillas deben tener ventilación extra y protección contra la lluvia. Puede utilizarse madera, metal y otros materiales apropiados para construir un techo con un voladizo más largo y ventilación.

Diseño

La construcción con sacos de tierra está menos reglamentada que las técnicas de construcción convencionales, lo que permite hacer estructuras de forma libre y formas únicas. Hay algunas consideraciones, sin embargo, a tener en cuenta cuando se diseñan estructuras con sacos de tierra.

1. **“Lo redondo es firme”.** La construcción con sacos de tierra se presta a edificios de forma libre, con frecuencia más sólidos estructuralmente que la construcción angular convencional. Las estructuras redondas, en particular, son muy estables—pudiendo soportar vientos y tormentas—, y a la vez son relativamente fáciles de construir. Esos diseños también son eficientes en términos de recursos, al maximizar el volumen y minimizar las necesidades de recursos.
2. **Altura.** En la construcción con sacos de tierra, la regla estándar utilizada para determinar la altura de las paredes de los sacos de tierra es de

hasta ocho veces el espesor de la pared. En otras palabras, si sus paredes tienen 30 cm de espesor, entonces la altura máxima de la pared es de 240 cm.

3. **Diseño del techo.** Es imperativo utilizar material de calidad para el techo. Esto puede requerir metal, materiales de paja, madera u otros elementos específicos.

El proceso de construcción

Preparación de la fundación

Por varias razones, es vital dotar de una fundación sólida a todo edificio. En primer lugar, la fundación es el conducto por el que el peso del edificio se transmite al suelo. La fundación también proporciona una base estable que impide que los cambios ambientales (p. ej., la fluctuación de los niveles de agua en el suelo, los ciclos de congelación/descongelación, las condiciones meteorológicas extremas) afecten la integridad estructural del edificio. Además, una fundación segura protege la parte inferior de los muros contra la erosión y los daños causados por la humedad.

Las fundaciones básicas tienen alguna o todas estas tres partes, la zapata, los muros de fundación y la losa o plataforma.

Las zapatas son las partes estructurales de la fundación que dispersan el peso del edificio al suelo. Debido a que son más anchas que el muro de fundación (descrito a continuación), distribuyen el peso del edificio en una mayor área de superficie, proporcionando una conexión más segura y estable con el suelo (Figura 1). Un método sencillo para hacer una zapata pie implica cavar una zanja en la forma que tendrá la estructura y 10-15 cm más ancha que el ancho del muro de fundación. Es importante que la zanja llegue al nivel del subsuelo y se extienda a una profundidad de 30 cm más que el nivel de penetración de la helada, si se encuentra en zonas de helada intensas. La zanja se rellena después con escombros y grava (asegurándose de que las piedras más grandes estén en la base de la zanja y rociando con agua durante el proceso para ayudar a que las piedras se asienten) o con concreto, el material más popular para las zapatas. Si se usa concreto, suspender varillas de acero dentro del concreto proporciona más resistencia a la tensión

Los muros de fundación son extensiones de los muros o paredes del edificio que transmiten el peso del edificio bajo tierra a la zapata (Figura 1). A menudo son de concreto vaciado en el sitio, bloques o piedras. En el caso de los edificios con sacos de tierra, los muros de fundación pueden extenderse por encima del suelo si es necesario elevar el edificio por encima de alguna zona de inundación o para nivelar la plataforma en un terreno ondulado. Los muros de fundación por lo general tienen el mismo ancho de las paredes del edificio y recorren el perímetro del mismo para soportar todos los muros exteriores de carga.

Una losa, o plataforma, es una superficie plana, horizontal, de concreto a menudo reforzada con varillas que proporcionan una superficie nivelada y con apoyo, normalmente elevada por encima del nivel del suelo, que puede servir tanto

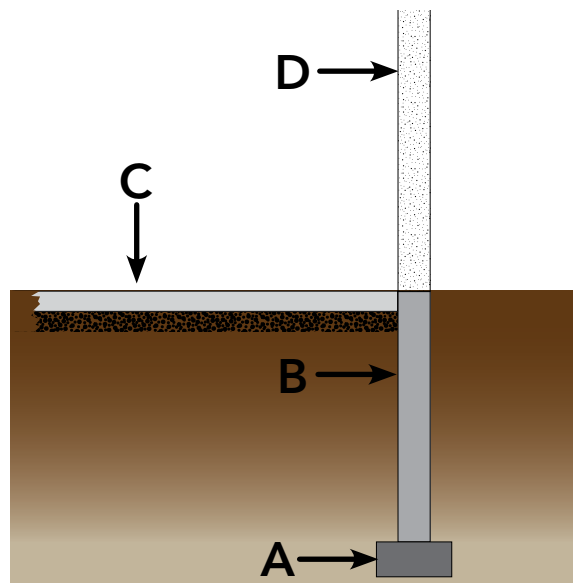


Figura 1. Ilustración de una (A) zapata, (B) muro de fundación, (C) losa, y (D) pared.



Figura 2. Fundación de plancha de concreto para un banco de semillas con sacos de tierra (izquierda), y una sección transversal ilustrada (derecha) en la localidad de ECHO en Florida.

como fundación y como piso de un edificio (Figura 1). El perímetro de la losa ya sea descansa sobre la zapata o la incorpora como una estructura monolítica (Figura 2). (El área de superficie de una fundación de losa aumenta cuando se le incorpora la zapata. Por lo tanto, la zapata no tiene que ser tan profunda como cuando la zapata y la losa son estructuras separadas). La porción media de la losa se apoya en tierra o grava compactadas. Antes de vaciar el concreto, coloque el plástico entre el suelo y la losa para que actúe como una barrera contra la humedad, evitando que el concreto absorba la humedad del suelo.

La fundación podría ser, en última instancia, tan sencilla como una zapata de grava debajo de las paredes de sacos de tierra y tierra o grava compactadas para el suelo. Sin embargo, cuando los recursos lo permiten, incorporar una losa

de algún tipo puede ayudar a evitar que en el banco de semillas entre agua proveniente de escorrentía de aguas pluviales o por ascenso capilar desde el suelo.

Una nota sobre el drenaje: Si bien el diseño de la fundación desempeña un papel importante en el manejo de la humedad en bancos de semillas contruidos con sacos de tierra, sólo puede compensar en cierta medida la mala elección y preparación del sitio; es vital que se elija el sitio más seco disponible. Aparte de de eso, existen varios métodos de manejo de sitio que pueden ayudar a mantener el banco de semillas lo más seco posible. Estos incluyen la modificación de la pendiente del sitio, donde sea posible, para crear una leve pendiente lejos del edificio. Una regla general para la pendiente es crear una zona de amortiguamiento de 3 m alrededor de la fundación que mantenga una pendiente del 5% alejada de la misma (haciendo que la fundación sea el punto más alto). Zanjas y drenajes también pueden canalizar el agua lejos del edificio.

En la sede de ECHO en Florida, EE. UU., la fundación consisten en una combinación de losa y zapata (Figura 2). Se preparó suelo arenoso con una granulometría gruesa, después se compactó una mezcla de base de piedra triturada en el lugar para proporcionar una superficie estable para el vertido de la fundación. Después se colocaron formaletas (encofrados) en el lugar para dar forma, sostener y nivelar el concreto. Luego se cavó una zanja alrededor del perímetro de la losa para la zapata. Se colocaron varillas en una rejilla dentro de la capa de la losa y alrededor del perímetro de la zapata para reforzar el concreto y proporcionar resistencia a la tracción a la fundación. Este perímetro más ancho proporcionó la fuerza necesaria para soportar el peso de las paredes del banco de semillas. A continuación se colocó un revestimiento impermeable (utilizamos un revestimiento de caucho para el hueco pero plástico grueso funcionaría) sobre la piedra triturada para proporcionar una ruptura capilar, evitando que el agua sea absorbida a través del concreto desde la superficie del suelo. Después se vació el concreto en la formaleta y se niveló.

En las instalaciones de de ECHO en Chiang Mai, Tailandia, la fundación consistía de bloques de concreto de cenizas y concreto, contruidos considerablemente por encima del nivel de superficie para mantener el banco de semillas fuera del agua estancada durante la temporada de lluvias.

Formaletas para la puerta y colocación

Una vez que se prepara la fundación, deben construirse y colocarse las formaletas de las puertas (Figura 3). Éstas son marcos temporales en los que se recostarán los sacos de tierra durante su instalación, y se retiran después de la instalación, en vez de un montaje permanente del marco de la puerta. Las formaletas de las puertas son cajas construidas con madera disponible, capaces de soportar las fuerzas de los sacos de tierra empujando desde los lados. Una formaleta de puerta debe tener la misma altura y ancho que el marco de la puerta final que se va a instalar, y un poco más profunda que las paredes de los sacos de tierra (para evitar que los sacos se doblen alrededor de la formaleta).

Durante el montaje del muro de sacos de tierra, se colocarán placas de "velcro" entre las capas en el exterior de la formaleta de la puerta. Las placas servirán en definitiva para anclar el marco y la puerta (Figura 4). Cada placa está compuesta por una pieza plana de madera (como *plywood*), de 1.25-2.5 cm de espesor, cortada a una longitud de 30-40 cm y un ancho un poco menor que el de la pared. Incorporados entre las capas junto a la formaleta de la puerta, se introducen clavos a través de la placa y en los sacos de tierra. Después se coloca un pedazo de madera al extremo exterior de esta placa y será el punto de anclaje para el marco de la puerta. [En ECHO



Figura 3. Formaletas de puerta colocadas en la localidad de ECHO en Florida (superior) y en la oficina en Tailandia (fondo). Fuente: Cody Kiefer (superior) y Patrick Trail (fondo).

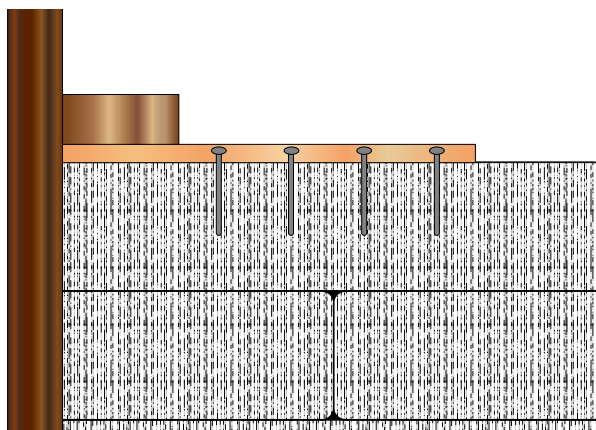


Figura 4. Placa de velcro colocada encima de la primera capa de sacos de tierra (izquierda), y sección transversal ilustrada de una placa de velcro en su lugar (derecha).

Florida, la madera que se colocó en el extremo exterior de la placa de velcro era un pedazo de madera de 2 x 4 cortado a una longitud que correspondía con el ancho de la placa. "2 X 4" se refiere a las dimensiones de profundidad (aproximadamente 2 in o 5 cm) y ancho (aproximadamente 4 in o 10 cm.)

Relleno y colocación de sacos de tierra

Otra oportunidad de proteger contra el agua

Antes de instalar los sacos de tierra, hay un par de oportunidades para protegerse más de la invasión de agua en el banco de semillas. Si se utiliza una losa, entonces se debe colocar una membrana impermeable debajo del concreto, como se explicó anteriormente al describir la fundación de la estructura de sacos de tierra en ECHO Florida. [Se pueden utilizar una o dos capas de láminas de polietileno (con un grosor sugerido de 6 mm) para la membrana. Asegúrese de que no haya piedras de bordes afilados perforando el plástico antes de hacer el vaciado de la losa]. Se podría colocar una membrana impermeable similar encima de la losa, debajo de las capas de sacos de tierra. Esto proporcionaría una ruptura capilar si el agua lograra penetrar en el concreto, evitando que suba por las paredes de sacos de tierra. Si no se utiliza una losa de concreto, las primeras dos o tres capas deben ser sacos rellenos con grava. Estos probablemente necesitarán doble saco para soportar la abrasión de la grava. Al mismo tiempo esto evita que el agua sea absorbida por las paredes del banco de semillas.

Mantenerse fiel a lo marcado

El perímetro del banco de semillas debe determinarse y marcarse de alguna manera en el suelo. Una forma conveniente de hacerlo en una estructura redonda—y para mantener las paredes a plomo durante el proceso de construcción—es crear un compás de polo rígido, que sirva como punto de giro o pivote en el centro del sitio del edificio. Esto puede hacerse con un poste colocado verticalmente de forma segura en un cubo grande lleno de concreto, grava o tierra (Figura 5). Se puede amarrar al palo una cuerda o soga que mida la longitud del radio (la mitad del diámetro) del edificio. Esta cuerda—un brazo articulado—puede entonces pivotar a medida que los sacos se colocan en su posición correcta, manteniendo el borde interior de la pared.

Escenario, colocación y apisonado

Antes de comenzar a llenar los sacos, debe considerarse la humedad del suelo. *Recuerde: Este suelo debe contener al menos un 6% de arcilla.* Muy poco o demasiado contenido de humedad y los sacos de tierra no se compactarán bien. Una forma de probar si la humedad



Figura 5. Los sacos llenos se colocan a lo largo del perímetro del trabajo de las capas en preparación a la colocación. Observe el poste en el cubo naranja, usado en combinación con una cuerda para colocar cada bolsa a la misma distancia (radio del círculo) del centro de la estructura.

Consejo del constructor: Para colocar el último saco en cada capa se necesitan dos personas. Primero ajusten el último saco para que se llene el espacio entre los dos últimos sacos, rellenando un poco más. Luego coloque un extremo del saco final contra el extremo de uno de los dos últimos sacos. Después empuje el otro extremo del saco final en su lugar contra el extremo del segundo de los dos últimos sacos. Para hacer esto, que un ayudante levante el extremo del segundo de los dos últimos sacos. Finalmente, empuje hacia abajo los dos extremos contiguos simultáneamente para que encajen bien y mantengan una buena costura vertical

del suelo es adecuada es formar una bola y dejarla caer sobre una superficie sólida (por ejemplo, una losa de concreto o un área de tierra compactada) desde 1.5 m. Si la bola se rompe desde esta altura, el suelo está demasiado seco (Stouter, 2011). Incorpore pequeñas cantidades de agua hasta que la bola ya no se rompa.

Cuando la humedad del suelo es adecuada, los sacos deben rellenarse dos tercios de tierra. Para ayudar en este proceso, se pueden construir soportes para mantener los sacos en posición vertical y abiertos mientras con palas se echa la tierra en ellos hasta que estén llenos dos tercios. Los sacos de tierra pueden cerrarse con alambre, cuerda o simplemente doblando los lados (parecido a cuando se trata de envolver un regalo), y luego doblando la parte superior alrededor de la parte inferior de la bolsa inmediatamente antes de colocarlos. Las aberturas dobladas se aseguran

entonces contra el saco de tierra a la par.

En todo caso, los sacos se pueden colocar a lo largo del perímetro de la estructura para facilitar el acceso durante la construcción (Figura 5).

El proceso de colocación implica poner los sacos uno a uno, firmemente uno contra otro, asegurándose de que la costura superior esté firme contra el fondo del saco anterior (Figura 6a). Las costuras deben estar verticales (a 90 grados horizontales; no inclinadas), asegurando un ajuste apretado durante el proceso de apisonamiento (Figura 6b). La colocación de los sacos debe comenzar en la formaleta de la puerta y continuar hacia el punto medio del círculo, luego repetir desde el otro lado de la formaleta de la puerta. El primer saco a cada lado de la formaleta de la puerta debe encajar firmemente contra la formaleta con una superficie plana. Para lograrlo, compacte parcialmente el fondo del saco durante el proceso de llenado apisonando el cuarto inferior del saco, prestando especial atención a las esquinas, y luego continúe llenando el resto del saco de manera normal. La parte inferior y aplanada del saco se colocará contra la formaleta de la puerta y cada saco posterior se desliza en su lugar, saco por saco, contra el anterior, asegurándose de que encaje bien entre cada uno.

Una vez que se ha colocado una sola capa de sacos, cada saco debe apisonarse para que queden planos, nivelados y duros. (Figura 7). Comience apisonando el centro de los sacos a lo largo de la capa, luego regrese donde



Figura 6. (A) Deslizar un saco de tierra en su lugar usando una lámina deslizador. Observe que los sacos están colocados firmemente uno contra el otro. El miembro del personal, Elliott Toevs, también está haciendo el truco de invertir las esquinas doblándolas hacia adentro antes de pasar al siguiente saco. **(B)** Observe las costuras verticales, importantes para asegurar la integridad estructural de las estructuras de los sacos de tierra.

Haga el truco: Este truco es el proceso de invertir las esquinas inferiores de los sacos doblándolas hacia adentro –al empujarlas desde afuera– de manera que apunten hacia el interior, y luego apriete la tierra contra las esquinas para crear orillas sólidas y lisas. Esto es importante para prevenir puntos suaves y bordes duros a lo largo de la pared que podrían comprometer su integridad estructural y dificultar el proceso de repello.

inició la capa, esta vez apisonando desde el centro hasta los bordes de los sacos. Repita este proceso de apisonamiento desde el centro hacia los bordes de los sacos hasta que note un cambio en el sonido del proceso de apisonamiento donde los sacos empiecen a “sonar”; notará un cambio distinto de un “golpe” a un “bofetón”. Por último, compruebe si hay puntos altos y apisono para nivelarlos.

Unión de las capas

En la típica construcción de ladrillo y mortero, las capas de bloque o piedra se amarran con mortero. En la construcción con sacos de tierra, el alambre de púas de cuatro puntas sirve para el mismo propósito, haciendo el amarre, la unión, de las capas de sacos de tierra (Figura 8). Deben colocarse dos hileras paralelas de alambre de púas en la parte superior de cada capa apisonada en toda la longitud de la pared. Pesos de algún tipo (por ejemplo, rocas o bloques) pueden sostener el alambre en su lugar a medida que se sacos en la parte superior.

Si planea utilizar alambre de gallinero o malla de alambre para ayudar en el amarre y la resistencia a la tensión del repello de acabado, se deben agregar alambres de amarre al alambre de púas con cada repetición. Deben colocarse pares de alambre alrededor del alambre de púas y extenderse 8-10 cm más allá de la pared, repitiéndose cada 40-45 cm, con un alambre hacia la pared exterior y otro hacia la interior.

Lámina deslizadora

Con el alambre de púas colocado, es difícil deslizar los sacos en su lugar. Una forma de superar esta situación es usando un “lámina deslizadora”. Son láminas de metal planas (o material similar), con un borde en un extremo, que se colocan sobre el alambre de púas, mientras los sacos se juntan unos con otros. (Figura 9). Cuando el saco se coloca en su lugar, la lámina deslizadora se retira y se coloca en la siguiente posición. Mientras está en su lugar, el saco de tierra puede ajustarse tanto como sea necesario antes de sacar la lámina deslizadora.

Unión en hileras

Similar a la colocación de ladrillos en albañilería, las uniones en hileras en la construcción de sacos de tierra son necesarias



Figura 7. Después de que todos los sacos de una capa están en su lugar, al apisonarlos se aplanan, nivelan y fijan.



Figura 8. Primer plano del alambre de púas (arriba) y de los alambres de amarre (derecha) sobre los sacos de tierra apisonados. Los ladrillos mantienen el alambre de púas en su lugar mientras se coloca la siguiente capa.



Figura 9. Primer plano del uso de la lámina deslizadora en la colocación del saco. Fuente: Tim Motis.



Figura 10. Observe la unión en hileras y las costuras verticales, así como los alambres de amarre que sobresalen entre las capas. El ladrillo colgante mantuvo el alambre de púas en su lugar hasta que fue desplazado por un saco de tierra; la cuerda ayuda a mantener los ladrillos cerca del nivel de trabajo de la construcción en lugar de tener que colocar y recoger los ladrillos.

para la integridad estructural. Los extremos del saco deben alternarse de modo que las costuras verticales de una capa no se alineen con las de la capa inferior (Figura 10). Esto puede hacerse no llenando lo suficiente el primer saco colocado en capas alternas. Este medio saco en cada segunda capa creará la unión en hileras necesaria a lo largo de la pared.

Recuerde colocar placas de velcro a cada lado de la formaleta de la puerta después de que se apisona la primera capa de sacos, y luego después de cada tercera capa en adelante (Figura 11).

¿Arco o dintel?

Una vez que ha llegado a la parte superior de la puerta, se necesita una viga de dintel o un arco para soportar la carga de las capas posteriores sobre la puerta. En nuestra construcción en ECHO Florida, decidimos usar una viga de dintel ya que requería menos

habilidad técnica y tiempo de construcción. Si bien el tamaño del dintel dependerá de la longitud del vano y de la carga a la que se someta, utilizamos seis piezas de madera de 2 x 6 laminadas juntas para cubrir la entrada de 75 cm [“2 x 6” se refiere a las dimensiones estándar de profundidad (2 pulgadas o 5 cm) y ancho (6 pulgadas o 15 cm) de la madera habitualmente disponible en Estados Unidos]. Otra opción sería construir un arco con sacos de tierra. Este método se hace de manera similar al diseño y construcción de arcos tradicionales de ladrillo. Si desea más información sobre cómo hacerlo, consulte el libro “*Earthbag Building: The Tools, Tricks, and Techniques*” por Hunter y Kiffmeyer.

Viga de unión

En la albañilería convencional, una viga de unión de concreto armado se instala en la parte superior de la capa final. Esto se hace para aumentar la resistencia a la tracción, lo que proporcionará una mayor estabilidad lateral en las paredes. La estabilidad lateral ayuda a las paredes a resistir el viento u otras fuerzas que empujan lateralmente contra las paredes. En la construcción con sacos de tierra, una viga de unión puede ser o no necesaria; esto depende en gran medida de cuatro factores: el tamaño y la forma de la estructura, la presencia de refuerzos dentro de la pared, el diseño del techo y el potencial sísmico.

- 1. Tamaño y forma de la construcción.** Los edificios más pequeños y redondos ofrecerán más estabilidad que los edificios grandes y cuadrados. Una pared circular ofrece más estabilidad lateral que una pared recta. La altura y el ancho de la pared también influirán en la cantidad de apoyo lateral necesario.



Figura 11. Las flechas indican la colocación de la placa de velcro después de cada tercera capa. Fuente: Tim Motis.

2. **Refuerzos de la pared.** El alambre de púas de cuatro puntos colocado entre cada capa aumentará la resistencia a la tracción. La cantidad de refuerzos empleados en las secciones rectas de la pared determinará la resistencia lateral.
3. **Diseño del techo.** Los techos livianos que utilizan elementos de tracción ayudan a transmitir la carga directamente perpendicular a la parte superior de la pared. Esto disminuirá la necesidad de una viga de unión, donde los techos de estilo de compresión (especialmente si son pesados) suelen requerir una viga de unión ya que tienden a empujar hacia afuera en las paredes en lugar de directamente hacia abajo.
4. **Terremotos.** En zonas propensas a terremotos, la viga de unión será necesaria para minimizar el riesgo de derrumbe.

Decidimos no incorporar una viga de unión en nuestro edificio por las siguientes razones: nuestro edificio tiene una forma circular de tamaño modesto, se incorporó alambre de púas de cuatro puntas entre cada capa, nuestro techo fue diseñado para evitar el empuje de la pared, y el riesgo relativamente bajo de terremoto.



Figura 12. Las vigas del techo y el amarre de las vigas se trabajan en la cuarta capa desde la parte superior en la localidad de ECHO Florida. *Fuente:* Tim Motis.

El techo

Una de las ventajas de los sacos de tierra como medio de construcción es la capacidad de integrar elementos estructurales dentro de la construcción del muro o pared. Cuando la construcción de la pared se acerca a la altura deseada, deben incorporarse las vigas del techo en la cuarta capa desde la parte superior (Figura 12). Esto permite apilar tres capas de sacos de tierra sobre las vigas para asegurarlas en su lugar.

El diseño del techo depende del tamaño y la forma del banco de semillas, y de los materiales disponibles. En el Centro de Impacto en Asia de ECHO, el techo consistió al

inicio de un armazón de bambú que luego se reemplazó con un marco de metal soldado por trabajadores locales (Figura 13). En el campus de ECHO en Florida se usó madera rústica y dimensionada para las vigas y los soportes, y lámina de metal corrugado para el techo.

En última instancia, independientemente de la forma y el tamaño de la estructura o los materiales utilizados, los techos de sacos de tierra deben extenderse más allá de las paredes o muros lo suficiente para protegerlos de la lluvia y el sol. Esto extenderá sustancialmente la vida del repello y del edificio.

Ventilación y aislamiento

Otra importante consideración de diseño para el techo es si ventilar o no el espacio del ático. Aunque existen ventajas y desventajas sobre tener ventilación o no, optamos por ventilar el espacio del ático para ayudar a evacuar el aire caliente durante el día. Si decide ventilar el espacio del ático, tenga en cuenta este principio: el aire caliente sube. Para tener estrategia de ventilación más efectiva, las rejillas de ventilación de salida deben estar en el punto más alto



Figura 13. La oficina de ECHO en Tailandia instaló inicialmente una estructura de techo a base de bambú (izquierda) que después fue sustituida por una estructura metálica (derecha). Fuente: Patrick Trail.

o cerca de él, mientras que las rejillas de entrada deben estar en el punto más bajo del techo o cerca de él. Una desventaja de un ático ventilado es la posibilidad de que roedores y otras plagas se instalen en él. Para evitar que esto suceda, hemos instalado cuidadosamente una malla metálica en cada abertura.

Tabla 1. Los materiales aislantes fácilmente disponibles y los correspondientes valores R.

| Material | Valor R- por 2.54 cm | Ventajas | Desventajas | Fuente |
|----------------------------|----------------------|--|--|---|
| aserrín* | 2.25 | subproducto barato | absorbe la humedad con facilidad | Spriggs, Roy E. "Home Manufactured 'Loose-Fill' Insulation." Retrospective Theses and Dissertations. Thesis, Iowa State College, 1936. https://lib.dr.iastate.edu/rtd/16410 . |
| perlita | 2.7 | inorgánico, resiste deterioro | menos disponible | Gromicko, Nick. "Perlite for Insulation." InterNACHI®. Accessed June 23, 2020. https://www.nachi.org/perlite.htm . |
| cascarilla de arroz | 3 | subproducto barato | disponibilidad variable | Geiger, Owen, y Kelly Hart. "Using Earthbags as Ceiling Insulation." EarthbagBuilding.com. Accessed June 23, 2020. http://earthbagbuilding.com/articles/ceilings.htm . |
| celulosa (fibra de madera) | 2.8-3.7 | puede hacerse con papel y molino de martillo | pierde efectividad cuando se expone a agua | Project Lead the Way, Inc. 2010. "R-value and Densities Chart." PDF Accessed June 23, 2020. https://www.windsor-csd.org/Downloads/R-ValueDensitiesChart2.pdf |
| lana | 4.1 | resiste la humedad | menos disponible | Wool, Havelock. "Loose Fill Insulation: Wool Insulation Products: Havelock Wool." Havelock Wool Wool Insulation, April 11, 2020. https://havelockwool.com/loose-fill-insulation/ . |
| aire seco (para comparar) | 0.02 | omnipresente | dos órdenes de magnitud menos efectivo en aislar que el siguiente valor R más bajo (aserrín) | Shawyer, Michael, y Avilio F Shawyer. "Thermal Insulation Materials, Technical Characteristics and Selection Criteria." FAO Fisheries Technical Paper 436 (2003). http://www.fao.org/3/y5013e/y5013e08.htm#bm08 . |

*Varía por especie y tamaño de viruta

Independientemente de su decisión de ventilar el ático, el uso de aislante será vital para mantener una temperatura constante dentro del banco de semillas. Si bien el aislante se encuentra fácilmente en las tiendas de materiales de construcción en climas fríos, el acceso y el costo pueden ser prohibitivos en climas cálidos. Con el fin de crear la demostración más asequible y accesible, en nuestro campus de Florida hemos buscado métodos con aislantes naturales. A continuación se presenta un cuadro de materiales con sus correspondientes valores R. El valor R de cualquier material indica su resistencia al calor (cuanto más alto sea el número mejor). Aunque exista un valor R publicado para un material dado, siempre hay alguna variación debido a la humedad y la compactación. Por lo tanto, es importante asegurar que el aislante permanecerá seco y sin alterarse. Como guía, el Código Internacional de Construcción de Florida requiere un valor R mínimo de aislamiento de ático de 30. Por lo tanto, si fuéramos a utilizar cascarilla de arroz, se necesitaría una capa de 25 cm de espesor para lograr R-30.

La protección contra la descomposición, las plagas y el fuego es una consideración importante cuando se utiliza materia orgánica (que contiene carbono) como aislante. Una de las maneras más fáciles de ofrecer resistencia a las plagas y al fuego es mezclar un compuesto a base de borato (es decir, bórax, ácido bórico, etc.) en el aislante.

Si desea más información sobre cómo hacer su propio aislante de celulosa a partir de productos de papel, consulte el artículo titulado *"How to Make and Install Your Own Insulation"* de Mother Earth News (1977).

Repello

Una vez que se ha colocado un techo para brindar protección contra los elementos, el proceso de repello puede comenzar. Se debe colocar alambre de gallinero u otro material de malla a las paredes exteriores e interiores (si se utilizan), sostenido por los alambres de amarre incorporados entre las capas. Asegúrese de que haya un amplio espacio de solapamiento en la malla de alambre para evitar huecos que podrían dificultar que el repello se pegue a la pared.

El repello protege las estructuras de sacos de tierra del moho, de bichos, de inundaciones y de la degradación por los rayos UV (luz ultravioleta). Hay varios materiales fácilmente disponibles que pueden utilizarse para el acabado de los bancos de semillas construidos con sacos de tierra. Entre ellos el cemento, la cal y el adobe. El cemento es un material que se encuentra con facilidad en todo el mundo, pero, los repellos de cemento no son tan transpirables como los de cal o adobe y podrían provocar problemas de humedad dentro de los bancos de semillas de sacos de tierra. Los repellos de cal se aplican mejor en capas muy finas porque son los que tardan más tiempo en secarse y porque se encogen considerablemente (incorporar arena puede ayudar con los problemas de encogimiento y durabilidad); los repellos de cal funcionan bien como la capa final sobre el repello de barro fino. Arcilla, arena y fibra se combinan en el repello de barro fino para proteger la estructura, y es el tipo utilizado en la estructura de sacos de tierra de ECHO Florida.

El repello de barro fino proporciona una capa protectora que absorbe y transpira la humedad, moderando su transferencia al interior del banco de semillas. La arcilla sirve como aglutinante para que la arena y la fibra se adhieran a las paredes hechas con sacos de tierra. La arena refuerza el repello y al mismo tiempo reduce el encogimiento y por lo tanto, el agrietamiento. La fibra aumenta la resistencia a la tracción del repello, y también minimiza el

agrietamiento. La fibra puede ser en forma de paja, aserrín, recortes de hierba, estiércol de vaca o caballo, papel, corteza de árbol, cáscara de coco, pelo de animales, etc.

El equipo utilizado para elaborar repello puede variar. Puede ser tan sencillo como manos y pies en un foso de lodo, hasta algo tan mecanizado como las mezcladoras de cemento. En general, el proceso es similar, independientemente del equipo disponible:

1. La arcilla y la arena deben tamizarse a través de una malla de 6-7 mm para eliminar los materiales extraños y los terrones grandes de tierra (los terrones grandes pueden pulverizarse o remojarlos para suavizarlos);
2. Agregue agua a una fosa con revestimiento (o a una mezcladora de cemento), luego el suelo tamizado;
3. Coloque una capa de paja sobre la mezcla de agua y tierra;
4. Mezcle, ajustando los materiales según sea necesario para lograr el resultado deseado (por lo general una masa gruesa, como de torta).

Dado que los materiales para el repello de barro fino dependen de la disponibilidad, es importante hacer muestras de diferentes mezclas de diversas proporciones y tipos de fibras para determinar qué funciona mejor en su

situación. (Figura 14). Una buena regla general es empezar con una mezcla de suelo de 70% de arena y 30% de arcilla, luego mezclar 70% de mezcla de suelo con 30% de fibra (en volumen). En la sede de ECHO en Florida, recurrimos al aserrín para el componente de fibra. Mientras que nuestra mezcla 4:1 de arena: arcilla no era ideal para el repello, encontramos que la combinación de una mezcla 3:1 (suelo: aserrín) con el uso de malla de alambre de gallinero produjo resultados favorables. A fin de minimizar el potencial de moho (el aserrín es propenso al moho), agregamos bórax al repello a una proporción de 1 taza/4 pies cúbicos (0,25 L / 0,028 m cúbicos) de suelo.

Una vez mezclado, el repello puede aplicarse a la malla metálica con la mano y la paleta. Esto debe hacerse en capas relativamente finas para permitir que haya un

curado uniforme. La capa base debe servir para cubrir el material de la malla e incluso emparejar los puntos bajos y altos, cuando sea necesario. Una vez aplicada, debe tener una textura áspera en la superficie para promover la unión de las capas posteriores. Esto puede hacerse cepillando el repello con una herramienta –como una escoba, rastrillo o las manos–aunque con cuidado de no arrastrar la fibra fuera del repello. Una vez curado, debe aplicarse agua a la capa base por medio de una botella rociadora o una brocha para promover la adhesión de la siguiente capa. Las capas subsiguientes deben ser delgadas y se deben dejar curar totalmente antes de repetir el proceso. El número de capas dependerá de su receta de repello y de la disponibilidad de recursos. La capa final debe alisarse tanto como sea posible para evitar el agua estancada y el desgaste disparejo.



Figura 14. Comparando mezclas de repello en el banco de semillas del campus de ECHO en Florida.

Contenido de arcilla en el repello: Los repellos con un contenido de arcilla de al menos un 30% no necesariamente necesitan la ayuda de una malla para adherirse a las paredes hechas con sacos de tierra. Los materiales de malla como la malla de gallinero, no obstante, sí ayudan a promover una adhesión adecuada independientemente del contenido de arcilla, y en particular con repellos que contienen menos del 30% de arcilla. La malla es esencial si se utiliza un repello a base de cemento.

Con el tiempo, debería haber un monitoreo regular del repello de barro fino para identificar grietas, moho, manchas de humedad u otros problemas que puedan comprometer la integridad estructural. Estos problemas deben resolverse de inmediato con la eliminación de las zonas afectadas y/o la adición de nuevo repello.

Consideraciones especiales para el almacenamiento de semillas en bancos de semillas construidos con sacos de tierra en los trópicos

Si bien una de las principales ventajas de los bancos de semillas de sacos de tierra es su capacidad para proporcionar un ambiente más controlado que la contención al aire libre, hay consideraciones adicionales para optimizar las condiciones de almacenamiento de semillas en una estructura de sacos de tierra.

Regla del 100

La humedad y la temperatura son los dos factores más importantes de manejar en el almacenamiento de semillas. Condiciones secas y frescas prolongan la longevidad de la semilla al ralentizar la respiración y reducir la aparición de hongos/moho. En la medida de lo posible, mantener la temperatura y la humedad dentro de los parámetros de la ecuación de la "Regla del 100":

Porcentaje de Humedad Relativa + Temperatura del Aire en Grados Fahrenheit = 100 o menos

A continuación consideraciones para mantener las semillas tan frescas y secas como sea posible.

Empaque hermético y al vacío para una menor humedad

Una ubicación y un piso elevados, fundaciones con barreras de humedad y un techo ventilado son todas formas de minimizar la humedad en un banco de semillas construido con sacos de tierra. Sin embargo, en un clima húmedo, la humedad en una estructura de sacos de tierra quizás pueda ser demasiado alta. Con una humedad del 65% o mayor, los hongos que causan enfermedades proliferan y amenazan la viabilidad de las semillas.

Aparte de las consideraciones de construcción arriba mencionadas, la humedad a la que se exponen las semillas en un edificio de sacos de tierra se puede manejar bien con un sellado hermético y empaque al vacío. El sellado hermético es la práctica de mantener las semillas en recipientes sellados, como frascos con tapas herméticas. Esta sencilla técnica expulsa el aire ambiente y húmedo y puede combinarse con desecantes (por ejemplo, arroz cocido) y/o sellado al vacío para una mayor efectividad.

El sellado o empaque al vacío es la eliminación de aire de un recipiente sellado. De *ECHO Best Practices Note* no.5: "Seed Storage in the Tropics" (*Nota de Mejores Prácticas de ECHO* No. 5: [Almacenamiento de Semillas en los Trópicos](#)).

El empaque al vacío ayuda a mantener bajo el contenido de humedad de las semillas al minimizar la exposición a la humedad ambiental. También reduce al máximo la presencia de oxígeno, ralentizando la respiración de las semillas, reduciendo los radicales libres dañinos y aumentando así la longevidad de las semillas almacenadas. Podría utilizarse solo o en combinación con un desecante... El empaque al vacío también ayuda a

controlar los insectos en las semillas almacenadas... como resultado de la reducción del oxígeno en el recipiente.

El empaque al vacío puede lograrse con tecnologías relativamente sencillas y accesibles, como las bombas de neumáticos de bicicleta o las bombas para purgar frenos (véase más información en *Nota Técnica de ECHO* No. 93, "[Opciones de empaque al vacío para almacenar semillas](#)"). El empaque al vacío aumenta notablemente la longevidad y la viabilidad de las semillas y es una práctica acompañante apropiada para el almacenamiento en bancos de semillas en sacos de tierra.

Sombra para temperatura más baja

Como se explicó antes, las paredes construidas con sacos de tierra y el aislamiento se moderan contra las temperaturas extremas. Otra consideración es el uso de sombra para minimizar la exposición de la estructura al sol. Una estructura de sacos de tierra bien construida tendrá aleros extendidos que evitarán que el sol dé en la mayor parte de las paredes exteriores. Además, considere la posibilidad de sembrar alrededor de la estructura para tener sombra adicional. Se pueden elegir y sembrar árboles u otras plantas perennes por su capacidad de dar sombra al edificio y al mismo tiempo proporcionar frutos u hojas comestibles.

Recursos de ECHO sobre almacenamiento de semillas

ECHO ha publicado varios trabajos sobre el tema de las prácticas y metodologías para almacenamiento de semillas y tecnologías apropiadas:

- [Temas Relativos a La Introduccion de Nuevas Semillas en el Extranjero \(TN 39\)](#)
- [Cómo prolongar la vida de sus semillas \(EDN 86\)](#)
- [Almacenamiento de semillas \(TN 63\)](#)
- [Empaque al Vacío vs. Refrigeración: ¿Cuál es la manera más efectiva de almacenar semillas \(AN 14\)](#)
- [Sellador al vacío de bomba de bicicleta para almacenamiento de semillas \(EDN 126\)](#)
- [Bicycle Pump Vacuum Sealer \(Empacadora al vacío de bomba de bicicleta- Presentación en Power Point con fotos e instrucciones para su ensamblaje\)](#)
- [Almacenamiento de Semillas en Los Trópicos \(BPN 5\)](#)
- [Métodos con bajo contenido de oxígeno para controlar insectos en semillas \(EDN 146\)](#)

Acciones adicionales

El principal medio para manejar la temperatura y la humedad en bancos de semillas básicos construidos con sacos de tierra es a través del control de la ventilación. Evitar que el aire húmedo entre durante las épocas de lluvia y que el aire circule durante las condiciones más secas, junto con otros controles como el sellado al vacío, puede ayudar a un manejo exitoso de los bancos de semillas.

Las evaluaciones visuales con regularidad de las paredes y superficies interiores y exteriores son importantes. Cualquier signo de moho, hongos, daños causados por el agua u otros signos físicos de daños deben tratarse de inmediato.

Conclusión

El acceso a semillas a nivel comunitario es una parte esencial de la agricultura de subsistencia en los trópicos. Una forma de empoderar a los productores en sus habilidades para acceder a un suministro de semillas de calidad y diverso es a través de los bancos de semillas comunitarios. Las estructuras construidas con sacos de tierra son una opción accesible y de costo relativamente bajo para crear bancos de semillas comunitarios. Aportan estructuras estables y permanentes con la capacidad de amortiguar las fluctuaciones de temperatura y humedad que pueden dañar las semillas almacenadas. Los bancos de semillas comunitarios también centralizan la tecnología y el mantenimiento de registros para la gestión continua del almacenamiento de semillas. Todo esto combinado, ofrece la posibilidad de contar con sistemas sólidos de almacenamiento y de distribuir semillas agrícolas locales, regionales y económicamente importantes para los pequeños agricultores.

Puede ver más fotos de la construcción del banco de semillas con sacos de tierra de ECHO Florida, con pies de foto, consultando: [<http://edn.link/earthbagphotos>].

Fotografías

El crédito de todas las fotografías es para Cody Kiefer a menos que se indique algo distinto.

Referencias y lecturas adicionales

- Geiger, O. 2019. Step by Step Earthbag Construction. EarthbagBuilding.com Sitio web consultado 19 de marzo de 2020.
- Geiger, O. y K. Zemskova. 2016. Earthbag Technology - Simple, Safe and Sustainable. *Nepal Engineers' Association Technical Journal* XLIII-EC30 (1):78-90.
- Haft, R., H. Husain, A. Johnson, y J. Price. 2010. Green Building in Haiti.
- Hart, K. 2018. *Essential Earthbag Construction: The Complete Step-by-Step Guide* (Sustainable Building Essentials Series). New Society Publishers.
- Hunter, K. y D. Kiffmeyer. 2004. *Earthbag Building: The Tools, Tricks, and Techniques*. New Society Publishers.
- Mother Earth News Editorial Team. 1977. How to Make and Install Your Own Insulation. From: https://up.codes/viewer/florida/fl-building-code-2017/chapter/18/soils-and-foundations#table_1806.2 Accessed 15 May 2020.
- Motis, T. 2019. Opciones de empaque al vacío para almacenar semillas. *Note Técnica de ECHO* no. 93.
- Stouter, P. 2011. *Earthbag Building in the Humid Tropics: Simple Structures 2nd Edition*. SCRIBD.
- Trail, P., Y. Danmalidoj, S.M. Pler, A. Bicksler, y B. Thansrithong. 2019. Low-Cost Natural Building Options for Storing Seed in Tropical Southeast Asia. *ECHO Asia Notes* 38:6-8



Copyright © ECHO 2020. Todos los derechos reservados. Este documento podrá reproducirse con fines de capacitación si se distribuye gratuitamente o al costo y se da crédito a ECHO. Para cualquier otro uso, contacte a ECHO para obtener un permiso escrito

Cita este artículo como: Kiefer, C., T. Motis, y E. Toevs 2020. Bancos de semilla con sacos de tierra. *Note Técnica de ECHO* No. 96.

ECHO es una organización cristiana sin fines de lucro.

Para obtener recursos adicionales, incluida la oportunidad de establecer contactos con otros profesionales de la agricultura y el desarrollo comunitario, sírvase visitar nuestro sitio web: www.ECHOcommunity.org. El sitio web de información general de ECHO se encuentra en: www.echonet.org.

ECHO
17391 Durrance Road
North Fort Myers, Florida 33917
USA