



## Métodos con bajo contenido de oxígeno para controlar insectos en semillas

por Tim Motis

Este artículo resume varios métodos con los cuales he experimentado para controlar varios tipos de gorgojos en semilla almacenada. Los recipientes para semillas pueden fluctuar en tamaño desde frascos pequeños hasta barriles/cubos, pero deben ser herméticos para que estas técnicas funcionen. Las técnicas son pertinentes para semillas almacenadas para que la familia las siembre o consuma los granos, y también pueden ser aplicadas por bancos de semillas comunitarios que buscan alternativas de control de bajo costo a los protectores químicos y fumigantes tóxicos.

### Importancia del daño por insectos en semillas almacenadas

Las semillas suelen ser almacenadas durante un tiempo antes de sembrarse o consumirse. Todo insecto presente en esa semilla, si no se controla, puede multiplicarse con rapidez y provocar daños considerables (Figura 1).

Muchas plagas del almacenamiento se originan en el campo. Las semillas podrían parecer estar libres de insectos en el momento de la cosecha, pero los huevos y las larvas del campo todavía podrían estar presentes. Los insectos también pueden introducirse cuando las semillas se ponen en recipientes para semilla o para granos anteriormente infestados. El daño por insectos reduce la germinación y la calidad de la semilla y es una causa importante de la pérdida de semilla post-cosecha. La mayoría de la pérdida de semilla post-cosecha relacionada con insectos es provocada por varias especies de escarabajos (Orden Coleoptera) y larvas de polillas y mariposas (Orden Lepidoptera). Este artículo se centra en los gorgojos, que son un tipo específico de escarabajo.



Figura 1. Semillas de maíz dañadas por gorgojos barrenadores de granos menores (*Rhyzopertha dominica*). Fuente: Tim Motis

### PRINCIPIOS PARA RECORDAR

#### Los insectos mueren con poco oxígeno (O<sub>2</sub>) y alto dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Sin suficiente O<sub>2</sub>, los insectos dejan de alimentarse y mueren. La mortalidad de los insectos ocurre cuando hay un 5% o menos de O<sub>2</sub> (Njoroge *et al.*, 2019). Los insectos también mueren con niveles altos de CO<sub>2</sub>. Según Navarro *et al.* (2012), ocurre una rápida mortalidad de un amplio espectro de plagas de insectos cuando el CO<sub>2</sub> está al 60%. Con un CO<sub>2</sub> elevado, no es tan crítico reducir el O<sub>2</sub> hasta un 5%.

#### La respiración agota el O<sub>2</sub>

Cuando las semillas y los insectos respiran, toman O<sub>2</sub> y liberan CO<sub>2</sub>. Los microbios en las superficies de la semilla también respiran; esto es cierto, por ejemplo, en el crecimiento del moho en ambiente de alta humedad. La respiración es un concepto importante tras el **almacenamiento hermético**, que es la práctica de guardar

semillas en un recipiente sellado. Sin aire que entre de afuera, el O<sub>2</sub> en una bolsa o recipiente sellados desciende hasta que la actividad del insecto se vuelve más lenta y/o los insectos se mueren.

La velocidad de agotamiento del O<sub>2</sub> varía con el contenido de humedad de la semilla (el agotamiento varía con el contenido de humedad de las semillas (las semillas húmedas respiran más rápido que las semillas secas), la temperatura (el calor favorece una respiración más rápida), el volumen de la semilla (cuanto más semillas en un recipiente, cuanto menos O<sub>2</sub> habrá para comenzar), y la presencia de insectos (cuanto más haya, más rápida será la respiración). Viendo dos informes, tomó desde <1 (Bbosa *et al.*, 2017) hasta 22 (Anankware y Bonu-Ire, 2013) días para que el O<sub>2</sub> en un recipiente lleno de semillas se redujera del 21% (el porcentaje de O<sub>2</sub> en la atmósfera) al 5%.

### Temas de Relieve

- 1 Métodos con bajo contenido de oxígeno para controlar insectos en semillas
- 6 Conferencia Internacional de Agricultura de ECHO 2019: Resúmenes de temas
- 9 Ecos de Nuestra Red
- 10 Libros, sitios en la red y otros recursos
- 10 Próximos eventos

Honrar a Dios empoderando a los desnutridos con soluciones al problema del hambre que sean sostenibles.

#### ECHO

17391 Durrance Road  
North Fort Myers, FL 33917 USA  
p: 239-543-3246 | f: 239-543-5317  
[www.ECHOcommunity.org](http://www.ECHOcommunity.org)

## El almacenamiento hermético puede combinarse con otros métodos

El almacenamiento hermético es el método más sencillo para controlar insectos en la semilla almacenada, y es apropiado para muchas situaciones. Sin embargo, combinar el almacenamiento hermético con otros enfoques puede ser útil, como en las siguientes situaciones:

1. No hay suficientes semillas para llenar completamente una bolsa o recipiente. Como se mencionó antes, un recipiente parcialmente llenado tiene más espacio de aire—y por tanto más  $O_2$ —que un contenedor lleno.
2. Usted tiene semillas de alto valor y quiere controlar los insectos antes de que ocurra algún daño a las semillas.
3. Usted planea compartir semillas con productores y quiere tomar precauciones adicionales para evitar propagar plagas de insectos.
4. Usted encuentra difícil controlar insectos sólo eliminando el aire. La sensibilidad de los insectos a un  $O_2$  bajo puede variar con la etapa de vida (Mbata *et al.* 2005). Los huevos o la pupa que podrían de otro modo sobrevivir por largo tiempo en un recipiente sellado tienen más probabilidades de morir rápidamente cuando el sellado hermético se combina con otros métodos.

Un enfoque que se relaciona con el almacenamiento hermético es sacar el aire de un recipiente sellado mediante la creación de un vacío. Cuando más fuerte sea el vacío, tanto más aire—y  $O_2$ —se eliminarán.

Otro enfoque es desplazar el  $O_2$  dejando que el aire se escape mientras se introduce otro gas en el recipiente. En este artículo describimos el uso de biogás y  $CO_2$  para lograrlo; ambos son alternativos a los insecticidas químicos.

## Bajos niveles de $O_2$ extienden la vida de las semillas secas

Además de controlar insectos, un bajo nivel de  $O_2$  prolonga la vida de las semillas almacenadas (Groot *et al.*, 2015). La respiración se vuelve más lenta con bajos niveles de  $O_2$  y baja humedad de la semilla, preservando la reserva de energía de las

semillas. Un bajo nivel de  $O_2$  también vuelve más lenta la acumulación de moléculas que contienen  $O_2$  inestable que contribuyen al envejecimiento y deterioro de la semilla (Jeevan Kumar *et al.*, 2015). **Siempre y cuando estén secas, las semillas ortodoxas no morirán con bajos niveles de  $O_2$ .** (Las semillas ortodoxas pueden sobrevivir el secado o la congelación, contrario a las semillas recalcitrantes como el aguacate que muere si la semilla se seca o congela).

## Con recursos locales pueden lograrse bajos niveles de $O_2$

Los frascos, los bidones, los recipientes de aceite vegetal usados, y los barriles/cubos son todos recipientes adecuados, siempre y cuando tengan tapas herméticas o tapas que no estén perforadas. Como otra opción, se están promoviendo las “bolsas mejoradas para almacenamiento de granos” (PICS por sus siglas en inglés) para almacenar granos en forma hermética; puede encontrar detalles sobre las bolsas ICS en una publicación por Uys (2017) titulada “[Using airtight bags to prevent post-harvest crop loss.](#)” Las bolsas PICS están hechas con polietileno de alta densidad (HDPE por sus siglas en inglés), que es más grueso y mejor que las bolsas de polietileno de baja densidad para evitar que el aire se disipe.

Pueden utilizarse muchas tecnologías para crear un vacío, que van desde selladores al vacío comerciales hasta dispositivos de bajo costo como bombas purgadoras o bombas de bicicleta modificadas. La [Nota Técnica de ECHO 93](#) explica cómo modificar bombas de bicicleta, bombas purgadoras de frenos y jeringas para eliminar al menos algo de aire de los recipientes para semillas.



**Figura 2.** Bomba purgadora de frenos para vacío modificada según se explicó en ECHO TN 93. Fuente: Tim Motis

El biogás, compuesto principalmente de metano ( $CH_4$ ) y  $CO_2$ , puede producirse con sobras de cocina o estiércol animal en digestores anaeróbicos domésticos. El  $CO_2$  puede producirse con materiales como desechos orgánicos, azúcar y levadura.

Usted puede implementar los métodos abajo descritos con materiales ampliamente disponibles. Utilice los enfoques que funcionen mejor para su situación.

## MÉTODOS ENSAYADOS EN ECHO

### Empaque al vacío

Lawrence *et al.* (2017) controló brúquidos (*Callosobruchus maculatus*) en semillas de caupí con 600 mm Hg (mercurio) de vacío extraído con una empacadora al vacío comercial. El vacío no afectó negativamente la germinación de la semilla.

Aprovechando ese ensayo, llevé a cabo un pequeño experimento para descubrir si los gorgojos podrían controlarse con una bomba purgadora de freno. (Figura 2). Coloqué gorgojos del maíz (*Sitophilus zeamais*) en 5 ml de grano de maíz en tres frascos sellados de 225 ml en un vacío de 500 mm Hg. Hice un tratamiento similar en otro frasco que estaba sellado pero no al vacío. Repetí estos pasos con falsos gorgojos de la harina (*Tribolium castaneum*) en semilla para pájaros (mezcla de varios granos usados para éste y otros experimentos presentados en este artículo) y harina. A los tres días, todos los gorgojos del maíz en el tratamiento al vacío habían muerto. Entre la segunda y quinta semana, todos los falsos gorgojos de la harina en el tratamiento al vacío también habían muerto. A las cinco semanas (tiempo presente), ambos tipos de gorgojos en frascos sellados sin vacío están todavía vivos. Los resultados sugieren que, en recipientes parcialmente llenos, un vacío generado con dispositivos de bajo costo puede matar insectos más rápidamente que el sellado hermético solo; sin embargo, las especies de insectos varían en cuanto al tiempo que les toma alcanzar el 100% de mortalidad.

¿Cómo sabría usted si ha generado suficiente vacío para reducir el  $O_2$  hasta un 5% o menos? El porcentaje del volumen del recipiente ocupado por el  $O_2$  puede calcularse tal como se explica en una actualización [de investigación de ECHO](#) Con un recipiente tres cuartos lleno con

semilla de maíz, yo calculé un nivel de O<sub>2</sub> del 3.7% con un lectura de manómetro de 500 mm de mercurio.

Observe que extraer el aire de un cubo de plástico parcialmente lleno o recipiente similar provoca que los lados colapsen hacia adentro. Eso no sería un problema con un sellado hermético “ayudado con gas”, donde el O<sub>2</sub> es desplazado por otro gas. Abajo presentamos algunas ideas para usar biogás y CO<sub>2</sub>.

## Biogás

En un ensayo hecho en 2017, una colega (Stacy Swartz) y yo matamos carcoma dentada de los granos (*Oryzaephilus surinamensis*) usando biogás alimentado en un tubo interno de un digestor anaeróbico de tambor flotante (véase ECHO TN 44) que se llenó con estiércol animal. El apretar el tubo interno forzó el gas a una botella plástica de 2-L llena con semillas de maíz infestada de insectos (Figura 3). Los escarabajos dejaron de moverse en unas cuantas horas. Semanas después, no vimos insectos vivos en el recipiente; si había huevos o larvas presentes originalmente, no sobrevivieron.

Investigadores en la India ya han experimentado con biogás para el control de los gorgojos de grano (*Sitophilus granarius*), escarabajos de harina roja y gorgojos de arroz (*Sitophilus oryzae*) que comúnmente infestan el arroz y el trigo almacenados. Basados en un



**Figura 3.** Contenedor de semillas modificado con válvulas de neumático en su parte inferior y superior. El tubo interno se conectó al vástago del neumático abajo, al que se le eliminó su centro para que dejara que el gas entrara al contenedor. El centro de la válvula se dejó en el vástago en la parte de arriba de la botella de modo que el pin del centro pudiese empujarse (para dejar que el aire escape mientras el contenedor es llenado con biogás) y luego soltarse (para atrapar el biogás en el contenedor una vez lleno). Fuente: Tim Motis

examen de la bibliografía y sus resultados experimentales, Hoysall *et al.* (2015) llegaron a algunas conclusiones positivas sobre el uso de biogás para controlar los gorgojos. En primer lugar, cada vez más agricultores indios están utilizando bolsas/contenedores de polietileno de alta densidad (HDPE) para el almacenamiento de semillas, en lugar de las tradicionales estructuras de bambú y adobe. Este cambio se presta al almacenamiento hermético ayudado por gas. En segundo lugar, los sistemas de biogás de uso doméstico tienen el potencial de controlar los insectos, incluso en contenedores de semillas parcialmente llenos. En tercer lugar, el biogás no reduce la germinación de las semillas.

Deben tenerse algunas precauciones cuando se trabaja con biogás. Para empezar, el biogás es inflamable. Asegúrese de controlar tuberías y conexiones, ya que las fugas de gas pueden provocar incendios. Por otra parte, el biogás puede contener sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), que es más pesado que el aire y podría acumularse en un contenedor de semillas tratado con biogás. En bajas concentraciones (0,01-1,5 ppm), los humanos pueden detectar el olor a huevo podrido del H<sub>2</sub>S (OSHA, 2020). A concentraciones de 100-150 ppm, los niveles de H<sub>2</sub>S son lo suficientemente altos como para causar problemas respiratorios y de otro tipo, pero el H<sub>2</sub>S será indetectable por el olfato, por lo que se debe tener precaución en todo momento. El H<sub>2</sub>S es dispersado por el viento, así que cuando abra un contenedor de semillas tratadas con biogás, hágalo en un espacio bien ventilado con el aire soplando lejos de usted. Además, considere la posibilidad de reducir el H<sub>2</sub>S filtrando su biogás a través de un depurador que contenga óxido de



**Figura 4.** Cubo con carambola (izquierda) conectado a un cubo con semillas (derecha), con un sensor para medir el CO<sub>2</sub> en el cubo de semillas. Fuente: Tim Motis

hierro, como una esponja de hierro oxidada (Vögeli *et al.*, 2014; ver pg 55).

## Dióxido de carbono

A continuación se presentan algunas formas sencillas de hacer su propio CO<sub>2</sub>. Si experimenta con estas técnicas, hágalo en un espacio bien ventilado para evitar respirar cantidades inseguras de CO<sub>2</sub>.

### A partir de desechos de frutas

Las frutas liberan CO<sub>2</sub> cuando maduran y se descomponen. Con esto en mente, llené un cubo de 19 litros dos tercios con carambola-fruta estrella (*Averrhoa carambola*) que había caído al suelo debajo de nuestros árboles (Figura 4). La tapa del cubo tenía un anillo de goma flexible, que hacía que el cubo fuera hermético cuando se cerraba. Utilicé un tubo de plástico flexible para conectar el cubo de fruta a un cubo parcialmente lleno de semillas de pájaro. Dentro del cubo de semillas de pájaro, coloqué un sensor de CO<sub>2</sub> y un frasco cubierto de tela, lleno de una mezcla de harina, semillas de pájaro y escarabajos de harina roja. Al perforar la tapa con una chincheta, creé un pequeño agujero a través del cual el aire podía escapar mientras el CO<sub>2</sub> entraba. Como el CO<sub>2</sub> es más pesado que el aire, el aire se expulsa cuando el CO<sub>2</sub> entra (Saour y Yameogo, 1993). Una acumulación de presión, indicada por los lados o la tapa de cualquiera de los cubos expandiéndose hacia afuera, mostraría un flujo restringido.

El nivel de CO<sub>2</sub> en el cubo de semillas alcanzó el 80% una semana después del comienzo del ensayo. Una semana después, cuando abrí el cubo de semillas, el nivel de CO<sub>2</sub> todavía estaba al 80% y

todos los escarabajos estaban muertos. Este hallazgo muestra que es posible, a escala de cubo, matar escarabajos de harina roja dentro de las dos semanas de exposición al CO<sub>2</sub> de la carambola en descomposición. Una mejora potencial de este método sería triturar la fruta en el cubo y luego agregar agua y algo de levadura comercial.

### A partir de la fermentación de levadura

La levadura añadida a agua azucarada produce CO<sub>2</sub>. Aquí presentamos algunos pasos básicos para generar CO<sub>2</sub> de esta manera:

1. Conecte el tubo a la tapa de un contenedor hermético. El tubo de vinilo puede hacerse pasar presionándolo a través de un agujero perforado con un diámetro ligeramente menor que el del tubo. Preferir perforar la tapa de una jarra de leche o cubo un clavo, y luego usar una pinza para empujar un conector de manguera dentada (como los que se muestran [aquí](#) en la Figura 5) a través del agujero hecho por el clavo y dentro de la tapa. Usar masilla o superpegamento para hacer una conexión sin fugas entre el conector y la tapa.



**Figura 5.** Conector de manguera dentada en tapa de cubo. *Fuente:* Tim Motis

2. Mezcla azúcar con agua hasta que se disuelva completamente. La cantidad de azúcar afecta a la duración del tiempo en el que se generará el CO<sub>2</sub>. Necesita al menos suficiente agua para disolver el azúcar. Sugiero llenar un contenedor, desde un cuarto a dos tercios del total. El espacio vacío en el contenedor minimiza el vapor de líquido/agua que se empuja hacia arriba en el tubo a medida que la levadura se activa.
3. Añade un poco de levadura. Utilicé una forma seca de levadura de panadería

(*Saccharomyces cerevisiae*) que se muestra en la Figura 6 y que se puede conseguir en las tiendas de comestibles de Florida, EE.UU. La cantidad de levadura que use influirá en la velocidad y duración de la producción de CO<sub>2</sub>. Experimente para optimizar las cantidades de azúcar y levadura que puedan sostener adecuadamente una velocidad deseada de producción de CO<sub>2</sub> para sus necesidades. Sugiero 1-1.5 ml de levadura de panadería para el tratamiento de pequeños frascos de semillas; para cubos y barriles, probablemente necesitará 15-25 ml de levadura. Para evitar que el líquido se introduzca en el tubo y entre en el recipiente de almacenamiento de semillas, coloque los recipientes de manera que el punto en el que el CO<sub>2</sub> sale del recipiente que contiene la levadura sea más bajo que el punto en el que el CO<sub>2</sub> entra en el recipiente de semillas (Figura 7).



**Figura 6.** Levadura para panadería usada para generar CO<sub>2</sub>. *Fuente:* Tim Motis

4. Haga un agujero pequeño, del tamaño de un alfiler o una chincheta, en la tapa del recipiente de semillas. Esto evitará la acumulación de presión y permitirá que el aire se escape cuando entre el CO<sub>2</sub>.

Con 2,5 ml de levadura y 0,5 L de azúcar, el CO<sub>2</sub> controló los gorgojos del caupí en un frasco pequeño (ver el [afiche de ECHO 2017](#)). Con 15 ml de levadura y 2 L de azúcar, este método también controló los escarabajos de la harina roja en un barril de 114 L medio lleno de semillas de maíz (Figura 7). Para este último experimento, coloqué escarabajos con una mezcla de harina y semillas de pájaro en dos frascos de plástico de 50 ml. Un frasco se colocó en el fondo del barril, cubierto por el grano de maíz, y el otro a la mitad desde el fondo del barril. Abrí el barril 19 días después de comenzar el experimento, en cuyo momento los escarabajos de ambos frascos estaban muertos. Con más



**Figura 7.** Dióxido de carbono de un cubo entrando a un barril metálico que contiene semilla de maíz. Se perforaron agujeros en el tubo y para facilitar el escape del aire en una tapa modificada, hecha con piezas de fontanería de PVC, para evitar perforar el barril. *Fuente:* Tim Motis

experimentación, la receta podría ajustarse para minimizar la cantidad de azúcar y el tiempo que toma controlar los gorgojos.

Dado que mantener las semillas secas es importante para mantener la viabilidad en el almacenamiento, la reducción al mínimo del tiempo para controlar los insectos con este método es un objetivo importante a considerar. En el mencionado ensayo con el barril metálico, la humedad relativa en el barril se mantuvo cerca del 75%. No observé ningún moho, un hallazgo que coincide con el de Gupta *et al.* (2014) que encontraron que los altos niveles de CO<sub>2</sub> (60%-80%) inhibían el crecimiento de hongos; el 80% de CO<sub>2</sub> inhibía la aflatoxina (*Aspergillus flavus*) en su investigación. Aún así, con el CO<sub>2</sub> generado en el agua o en los residuos de la fruta (alto contenido de humedad), parece mejor desconectar el contenedor de semillas de la fuente de CO<sub>2</sub> lo antes posible. Entonces la tapa del contenedor de semillas podría abrirse brevemente para sacar la humedad antes de almacenarlo (con la tapa cerrada una vez más) en condiciones secas (menos del 65% de humedad para evitar el crecimiento de moho) o con un desecante. El tiempo mínimo de tratamiento con gas CO<sub>2</sub> dependerá de la especie del insecto y de la rapidez con que el CO<sub>2</sub> fluya hacia el contenedor de semillas.

Un simple método de desplazamiento de agua funciona bien para determinar el flujo de CO<sub>2</sub> o biogás. Necesitará una



**Figura 8.** Método para desplazamiento del agua para medir la tasa de flujo de un gas. Fuente: Tim Motis

botella estrecha marcada en mililitros; yo usé una probeta de plástico (Figura 8). Llene la botella con agua y, con la palma de su mano sobre la parte superior (para mantener el agua dentro), invierta la botella en un recipiente con agua (4 o 5 cm de profundidad). Manteniendo el extremo abierto de la probeta bajo el agua, retire su mano. El agua debe permanecer en la probeta. Manteniendo la probeta en posición vertical, con el extremo abierto por debajo del nivel del agua en el recipiente, coloque el extremo del tubo de CO<sub>2</sub> o generador de biogás bajo la apertura de la probeta. A medida que el gas burbujea dentro de la probeta, el nivel del agua en la misma bajará. Deje pasar uno o dos minutos para que el ritmo de burbujas se estabilice bajo el agua. Luego registre cuántos mililitros de agua desaparecen después de un minuto. Encontré que, a las tres horas de mezclar los ingredientes, 15 ml de levadura con 0,5 L de azúcar disuelto en 2 L de agua produjeron 22 ml/min de gas. Dos días más tarde, la tasa de flujo había disminuido a 7 ml/min, sugiriendo que se habría necesitado más azúcar para mantener la tasa de flujo máxima durante un período de tiempo más largo. Como el proceso produce alcohol, que se vuelve perjudicial para la levadura a medida que se acumula, empezar con más agua podría ayudar a mantener la velocidad de flujo deseada diluyendo el alcohol.

#### **A partir de velas encendidas**

Una vela encendida consume O<sub>2</sub> y libera CO<sub>2</sub> y vapor de agua. Eso nos hizo preguntarnos si una vela encendida en un espacio cerrado y sellado utiliza suficiente O<sub>2</sub> para controlar insectos.

Con una vela encendida colocada en el fondo de un cubo de plástico de 19 litros sellado y vacío, Stacy Swartz y yo medimos la concentración de O<sub>2</sub> resultante con un sensor de O<sub>2</sub>. Los niveles de O<sub>2</sub>

disminuyeron del 21% (normal al aire libre) cuando la tapa se cerró por primera vez al 17% cuando la llama se apagó (5 a 7 minutos dependiendo de la longitud de la mecha; en una habitación con las luces apagadas podíamos ver cuando la llama se apagaba). Repetimos esto tres veces con resultados similares cada vez. Nuestro hallazgo coincide con un informe de Dowell y Dowell (2017) quienes, de igual manera, encontraron que la quema de velas sólo reduce el O<sub>2</sub> en unos pocos puntos porcentuales.

Encontramos que la vela producía suficiente calor para derretir un agujero en la tapa de plástico. Tanto calor mataría al menos algunos de los insectos de un recipiente. Parece probable que el calor también podría afectar negativamente la viabilidad de las semillas cercanas a la vela; una prueba de germinación lo confirmaría.

## **CONCLUSIÓN**

Los resultados de nuestras investigaciones hasta la fecha, combinados con los hallazgos de la literatura científica, indican que el bajo nivel de O<sub>2</sub> controla las plagas de las semillas y puede lograrse de forma creativa sin necesidad de equipos costosos. El sellado hermético ya es ampliamente promovido y practicado. Los beneficios del sellado al vacío también han sido bien documentados. Los métodos de CO<sub>2</sub> y biogás que se abordan en este artículo no están tan bien probados. Me animó encontrar que los escarabajos de la harina roja pueden controlarse a escala de barril con ingredientes simples como el azúcar y la levadura. Espero que este artículo aumente el conocimiento de los beneficios de un bajo nivel de O<sub>2</sub> para el almacenamiento de semillas, y que la información proporcione ideas para una mayor innovación. Siempre, cuando se intenta algo nuevo, experimenta para asegurarse de que funciona antes de promoverlo entre los agricultores.

## **REFERENCIAS**

Anankware, J.P and M. Bonu-Ire. 2013. Seed viability and oxygen depletion rate of hermetically stored maize infested by major insect pests. *Scientia Agriculturae* 4:13-19.

Bbosa, D., T.J. Brum, C.J. Bern, K.A.

Rosentrater, and D. Raj Raman. 2017. Evaluation of hermetic maize storage in 208 liter (55 gal) Barrels for smallholder farmers. *Agricultural and Biosystems Engineering Publications* 818. [https://lib.dr.iastate.edu/abe\\_eng\\_pubs/818](https://lib.dr.iastate.edu/abe_eng_pubs/818)

Dowell, F.E. and C.N. Dowell. 2017. Reducing grain storage losses in developing countries. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 9:93-100.

Groot, S.P.C., L. de Groot, J. Kodde, and R. van Treuren. 2015. Prolonging the longevity of Ex Situ conserved seeds by storage under anoxia. *Plant Genetic Resources* 13:18-26.

Gupta, A., S.N. Sinha and S.S. Atwal. 2014. Modified atmosphere technology in seed health management: laboratory and field assay of carbon dioxide against storage fungi in paddy. *Plant Pathology Journal* 13:193-199.

Hoysall, C., P. Chandran, and H. Kumar. 2015. The efficacy of biogas to protect stored grains from insect pests. *Carbon – Science and Technology* 7:42-52.

Jeevan Kumar, S.P., S. Rajendra Prasad, R. Banerjee, and C. Thammineni. 2015. Seed birth to death: dual functions of reactive oxygen species in seed physiology. *Annals of Botany* 116:663-668.

Lawrence, B., A.J. Bicksler, and K. Duncan. 2017. Local treatments and vacuum sealing as novel control strategies for stored seed pests in the tropics. *Agronomy for Sustainable Development* 37:6.

Mbata, G.N., M. Johnson, T.W. Phillips, and M. Payton. 2005. Mortality of life stages of cowpea weevil (Coleoptera: Bruchidae) exposed to low pressure at different temperatures. *Journal of Economic Entomology* 98:1070-1075.

Navarro, S., B. Timlick, C.J. Demianyk, and N.D.G. White. 2012. Controlled or modified atmospheres. Chapter 16 in: *Stored Product Protection*. D.W. Hagstrum, T.W. Phillips, and G. Cuperus, Eds. Kansas State Research and Extension.

Njoroge, A.W., R.W. Mankin, B. Smith, and D. Baributsa. 2019. Effects of hypoxia on acoustic activity of two stored-produce pests, adult emergence, and grain quality. *Journal of Economic Entomology* 112:1989-1996.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Hydrogen Sulfide. <https://www.osha.gov/SLTC/hydrogensulfide/hazards.html> Accessed 11 January 2020.

Saoura, S. and C.S. Yameogo. 1993. The CO<sub>2</sub> method to control insect infestation in tree seed. Danida Forest Seed Centre. Technical

.....

## Conferencia Internacional de Agricultura de ECHO 2019: Resúmenes de temas

por personal de ECHO

La 26ª Conferencia Internacional Anual de Agricultura de ECHO se celebró en noviembre de 2019. A continuación se presentan resúmenes breves de algunas de las sesiones plenarias y talleres. Éstas y otras charlas, videos y presentaciones de diapositivas están disponibles en [ECHOcommunity.org](http://ECHOcommunity.org).

### CHE 25 años después (Bibiana MacLeod)

Bibiana MacLeod, médico de Argentina, ha participado en desarrollo comunitario en Haití durante 25 años. Inicialmente operando de manera independiente como misionera, la Dra. MacLeod fue presentada al programa "Community Health Evangelism" (CHE) de *Medical Ambassadors International* durante un viaje predestinado a la República Dominicana. CHE es un enfoque de desarrollo holístico que aborda las necesidades físicas, espirituales, emocionales y sociales de las personas. Habiendo luchado para iniciar el cambio en las comunidades haitianas donde sirvió, la Dra. MacLeod vio la oportunidad de progreso a través de los principios de CHE.

CHE usa el acrónimo, "METHOD" (MÉTODO por su nombre en inglés), como una forma de identificar las metas de su programa:

**M para multiplicación.** Los profesionales deben tratar de involucrar a la comunidad en cuestión de tal manera que permita la multiplicación orgánica de los principios de salud de CHE.

**E para igual dignidad.** Aunque ella misma era médico, la Dra. MacLeod no se consideraba más ilustrada que los haitianos rurales con quienes trabajaba. Los consideraba iguales, y ellos mismos maestros de quienes podría aprender.

**T para herramientas.** La salud de la comunidad no puede progresar sin proporcionar las herramientas

adecuadas para la educación y la aplicación. Entre ellas figuran el aprendizaje y la acción participativos (AAP) y las metodologías de liderazgo de servicio.

**H para comprensión holística.** CHE involucra a las comunidades en los niveles físico, espiritual y emocional. Cada uno de estos aspectos de la vida de un individuo afecta a su salud general.

**O para sentido de apropiación por los habitantes locales.** La Dra. MacLeod compartía la necesidad de una estrategia de salida; los profesionales del desarrollo deberían trabajar para legar su trabajo a los habitantes locales.

**D para desarrollo en lugar de ayuda.** Los profesionales del CHE no ayudan de manera que se cree dependencia. En su lugar, los habitantes locales son plenamente agentes de cambio en CHE.

Quizás el aspecto más cautivante de la presentación de la Dra. MacLeod fue la narración de varios miembros de la comunidad con los que ha trabajado. Hubo historias de adopción, apropiación de la salud y nutrición física y emocional.

La Dra. MacLeod también fue transparente con lo que no funcionó en sus programas. Aprendió muchas lecciones durante sus 25 años en Haití, interactuando con las complejidades de la cultura y las dinámicas familiares, y usó algunas de ellas para informar y animar a la audiencia de la conferencia. Por ejemplo, destacó la importancia de los cambios tanto horizontales (a través de una comunidad) como verticales (a través de las generaciones), de modo que los problemas resueltos para una generación no regresen en las generaciones posteriores.

Al terminar la presentación, nos quedamos con lo siguiente: "Cuando [los miembros de la comunidad] dicen: '¡Lo logramos!', saben que han tenido éxito".

### Aprovechar el valor de la diversidad de cultivos abandonados e infrautilizados (Nadezda Amaya)

Muchos miembros de la red de la ECHO están trabajando para introducir cultivos infrautilizados en sus comunidades. Lograr que estos cultivos crezcan es una cosa; tratar de comercializar pequeñas cantidades de un cultivo relativamente desconocido es otra muy distinta. En su charla en plenario, Nadezda Amaya describió un proyecto que ayudó a aumentar la sensibilización sobre la chaya en Guatemala, primero utilizando una técnica llamada Evaluación Rápida del Mercado (RMA) para analizar la cadena de valor de la chaya, y luego introduciendo una serie de intervenciones basadas en los resultados. El proyecto, patrocinado por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), fue ejecutado por *Bioversity* y organizaciones asociadas en Guatemala.

Miles de especies abandonadas e infrautilizadas (NUS por sus siglas en inglés) existen en todo el mundo. Tienen a crecer incluso en condiciones difíciles, y también tienden a ser muy nutritivas. Estos cultivos pueden potencialmente llenar un nicho en el mercado, proporcionando ingresos a pequeños productores. Sin embargo, los pequeños productores suelen tener un acceso limitado a los mercados.

Los cultivos NUS tienen algunos inconvenientes. Por ejemplo, pueden ser vistos como "comida de los pobres". Es posible que no existan cadenas de mercado para estos cultivos. Dado que se ha hecho poco fitomejoramiento y selección en la mayoría de NUS, puede que no rindan bien.

La resistencia y las propiedades nutritivas de la chaya han sido reconocidas durante décadas, pero no se ha promovido ampliamente como un cultivo comercial. La chaya es autóctona de México, donde se cultiva ampliamente y se aprecia como parte integrante de las tradiciones y la cultura de los pueblos. La chaya es menos conocida en Guatemala.

En el proyecto descrito por Amaya, se hizo un análisis de la cadena de valor en Guatemala para determinar los cuellos de botella, identificar las oportunidades de mercado, aprender sobre la participación

.....



**Figura 9.** La cadena de valor de la chaya en Guatemala fue corta. Fuente: Cody Kiefer

de las mujeres en la producción y el uso de la chaya y buscar formas de empoderar a las mujeres. Sobre la base de los resultados del análisis de la cadena de valor, se hicieron esfuerzos para mejorar el acceso al mercado y la demanda.

Utilizando el análisis RMA, los datos se recolectaron a través de una revisión de la literatura, entrevistas con personas en todos los puntos de la cadena de valor de la chaya, visitas al mercado y una evaluación de la aceptación de la chaya por parte de los consumidores.

La cadena de valor de Chaya en Guatemala fue corta (Figura 9).

Las hojas de chaya son perecederas y la cadena de valor no estaba muy organizada; sin embargo, la falta de demanda era el mayor problema. En el lado positivo, el RMA reveló que la chaya cuesta menos que otras hortalizas verdes.

Amaya describió varias intervenciones para promover la chaya:

1. La chaya se incorporó a los programas de alimentación escolar. Las hojas se usaron en tres de los 20 platos servidos en la escuela. Una dificultad logística fue que las escuelas necesitaban recibos oficiales de los agricultores para sus registros, pero pocos de los agricultores estaban equipados para dar recibos.
2. La chaya se utilizó en platos servidos en restaurantes de alto nivel (Figura 10). Amaya citó a un chef que era un apasionado de la chaya y que ayudó a aumentar su visibilidad: "Tenemos que usar la cocina como una herramienta de desarrollo".
3. El programa trabajó con la industria procesadora para usar la chaya para



**Figura 10.** Chaya emplataada en un plato de restaurante de alto nivel. Fuente: Nadezda Amaya

hacer productos de valor agregado. Amaya comentó que ahora es un buen momento para aprovechar el movimiento del sector privado hacia el abastecimiento responsable. Muchas empresas están buscando formas de invertir en prácticas socialmente responsables.

4. Las actividades de promoción ayudaron a difundir la información sobre la chaya mediante publicaciones en los medios de comunicación social, una conferencia, conferencias de prensa, muestras de alimentos en los mercados y vídeos en línea.

Amaya concluyó su charla con una historia de advertencia. La quínoa solía ser un NUS. En las últimas décadas, ha tenido una demanda tan alta que la mayoría de los agricultores que cultivan quínoa ya no la comen ellos mismos, sino que la venden para obtener ingresos y compran alimentos menos nutritivos para sí mismos. Amaya comentó que se debería alentar a las familias de agricultores a comer mejor ellos mismos primero, y luego a vender sus excedentes.

### Productos de fruta de pan: potencial comercial sin explotar (Mary McLaughlin)

Mary McLaughlin es la presidenta y fundadora de la *Trees that Feed Foundation* (TTFF), que ayuda a sembrar árboles para alimentar a las personas, proporcionar empleos y beneficiar al medio ambiente.

Aunque la fundación TTFF trabaja con muchos tipos de árboles frutales, lo más común es que distribuya árboles de fruta de pan. En su charla plenaria en la EIAC 2019, McLaughlin habló sobre el potencial comercial sin explotar que existe detrás de los productos elaborados con fruta de pan.

Los árboles de fruta de pan crecen a lo largo del ecuador, en muchas zonas de gran inseguridad alimentaria. McLaughlin describió la fruta de pan como una "papa en un árbol", conocida sobre todo como fuente de carbohidratos, pero compartió que también contiene magnesio e importantes vitaminas.

Para los que tienen un árbol de fruta de pan, el rendimiento tiende a ser "fiesta

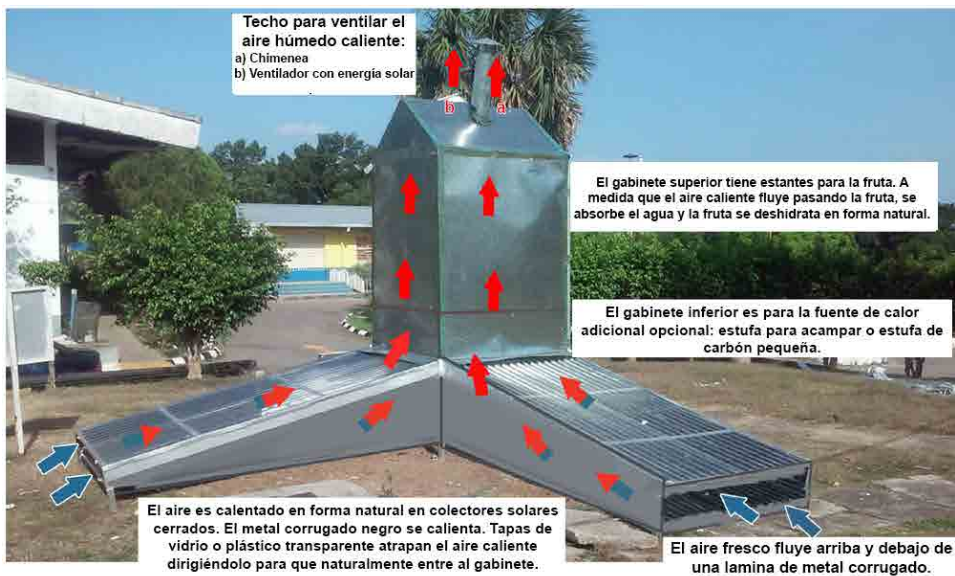
o hambruna". Un árbol maduro puede producir 300 frutos grandes por año, pero todos maduran al mismo tiempo, demasiados frutos para que una familia los coma antes de que se echen a perder. Sin embargo, la pulpa de una sola fruta, deshidratada y molida, puede producir una libra de harina que puede ser utilizada para hacer gachas y otros productos. La harina de fruta de pan tiene una vida útil de dos años y presenta muchas otras ventajas. Por ejemplo, la harina no contiene gluten, lo que constituye un punto de venta en un momento en que muchos clientes buscan alternativas al trigo y otros granos que contienen gluten.

Aún así, exportar fruta de pan o harina de fruta de pan no es fácil. Hay que poder proporcionar grandes cantidades de fruta de pan de calidad constante. Se necesita equipo comercial, etiquetas y empaques. También necesita averiguar cómo enviar y comercializar su producto. Debido a algunos de estos obstáculos, cuando la Fundación TTFF ayuda a establecer una fábrica, ofrece comprarles harina de fruta de pan por dos años.

La Fundación TTFF ha trabajado con productores y procesadores para ver cómo transformar fruta de pan en chips, harina, fruta de pan frita y más. La organización mantiene una lista de contactos para las personas que cultivan fruta de pan, que incluye la latitud, la longitud y la información de contacto de cada productor. Esto facilita a las empresas que buscan fruta de pan encontrar y contactar a personas cerca de ellas que la cultivan para la venta.

La forma en que TTFF distribuye los árboles es única, y fomenta los trabajos locales. Cuando una organización contacta a la TTFF para conseguir árboles, ellos suministran los árboles a través de un sistema de cupones. TTFF contacta y paga a un proveedor local para que proporcione los árboles. (Un pedido mínimo es de 500 árboles si los importa de cámaras de cultivo a gran escala en Europa y Estados Unidos. La forma más fácil de adquirir árboles es obtenerlos de alguien que los cultive en su propio país, porque se necesitan permisos de importación para enviar los árboles a otro país).

La Fundación TTFF recomienda plantar la fruta de pan a un espacio de 11 m (35 pies) entre los árboles, con plantas intercaladas entre ellos. Generalmente toma tres años antes de que los primeros frutos estén listos, y cinco años para alcanzar la plena producción.



**Figura 11.** Secador solar híbrido con flechas que muestran el flujo de aire y las piezas descritas.  
Fuente: *Trees that Feed Foundation* (<https://www.treesthatfeed.org/resources/891-2>).

La Fundación TTFF ha desarrollado un **secador solar híbrido** (Figura 11) para secar eficientemente la fruta de pan y otros frutos. McLaughlin comentó que este secador funciona bien en una situación de comunidad. Los miembros de la comunidad que se inscriben para utilizar el secador solar traen sus propias bandejas metálicas (con agujeros en el fondo para facilitar el flujo de aire), y se turnan para utilizar el secador.

disponible para alimentar a las larvas y de la cantidad de larvas que se quiera producir. La figura 12 muestra un sistema más pequeño, basado en un cubo (Figura 12A) y una foto y un dibujo de un diseño mucho más grande (Figura 12B, C). Se pueden encontrar más fotos del diseño más grande en la presentación de JC.

Durante su taller, JC compartió algunos de sus fracasos y "lecciones aprendidas":

Alimento para BSFL:

- **Buena materia prima:** cualquier cosa alta en proteínas, carbohidratos/almidones o grasas. Estos incluyen sobras de la cocina, productos lácteos, frutas, granos de café, vísceras y

alimentos fermentados; la cebolla y el ajo se pueden añadir en pequeñas proporciones.

- **No alimentar con:** animales enfermos, semillas, cartón, astillas de madera, trozos de papel, cosas con alto contenido de fibra, artículos contaminados con pesticidas.
- Asegúrese de separar los grupos de alimento y mantener la materia prima aireada.
- Asegúrese de que el comedero drene bien. El lixiviado puede utilizarse para fertilizar las plantas.

Consejos para el éxito:

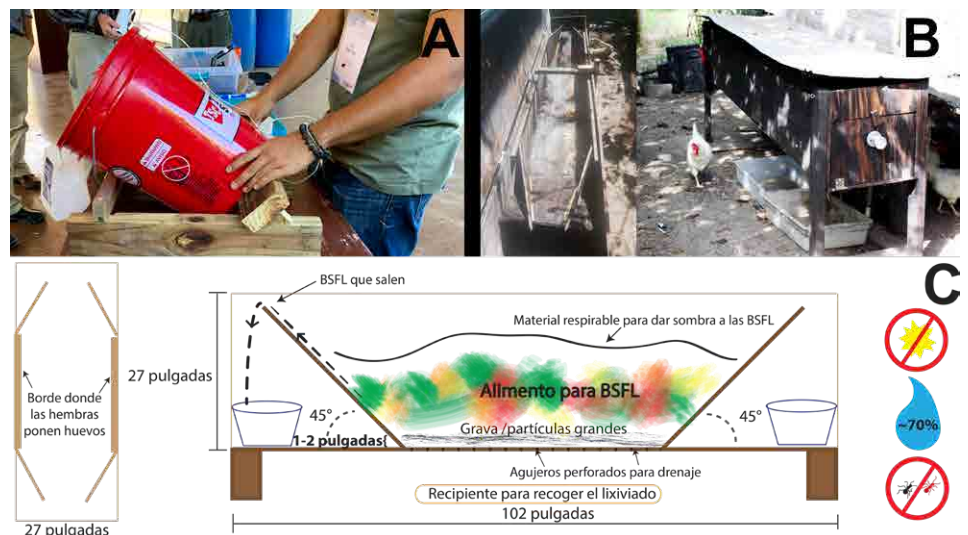
- Para atraer a las hembras de moscas soldado negras para que pongan sus huevos en un sistema recién construido, coloque maíz agrio o cartón en un frasco (ver presentación para las fotos). Las hembras pondrán sus huevos en el cartón o en los granos de maíz.
- Las BSFL evitan activamente la luz. Mantenga el elemento captador en la sombra, fuera de la luz solar directa. Puede poner una tela de sombra, una bolsa de alimento o un saco de arpillera sobre la materia prima para mantenerla a la sombra.
- Un mal olor es un signo de un mal recipiente.
- Cuando las larvas se preparan para pupar, se arrastran lejos del área de alimentación. En la figura 12C, los extremos angulares del recipiente están diseñados para canalizar las larvas mientras se preparan para pupar, de modo que puedan ser recogidas y alimentadas por los animales. Si las larvas no se arrastran fuera, el lecho

## Taller sobre las larvas de la mosca negra soldado (JC Barrios)

El suministro de proteínas al ganado es una parte vital del manejo de la nutrición animal en los trópicos. Encontrar ingredientes de piensos que sean ricos en proteínas y/o abundantes puede ser un gran obstáculo.

Las larvas de la mosca soldado negra (BSFL por sus siglas en inglés) son un ingrediente para piensos con alto contenido proteínico nativo de América, pero que ahora se encuentra en gran parte de los trópicos debido al comercio mundial. JC Barrios, Gerente de Animales de HEART, compartió sus fracasos, éxitos y consejos para construir y mantener un sistema de BSFL apropiado para alimentos para el ganado durante su presentación del taller de la tarde en la conferencia. Para detalles sobre el ciclo de vida de la BSFL, pupación y datos numéricos, ver la presentación de JC en [ECHOcommunity.org](https://www.echo.org).

Los sistemas de la BSFL varían en tamaño, dependiendo de la cantidad de material



**Figura 12.** Sistemas BSFL. A muestra un sistema más pequeño en un cubo, mientras que B y C muestran un sistema más grande que JC construyó y colocó dentro de un área de producción de pollos en HEART. Fuentes: JC Barrios y Stacy Swartz



de alimentación puede estar demasiado seco y/o puede no haber suficiente comida. También es una mala señal si las larvas se arrastran fuera de forma prematura.

- Para evitar que las hormigas entren en el sistema, ponga las patas del alimentador en recipientes llenos de una mezcla de agua y jabón líquido.

## Alimentación del ganado con biocarbón (Noah Elhardt)

Noah Elhardt vive en Senegal, donde trabaja en el Proyecto [Beer-Sheba Project](#), una finca de capacitación con una explotación ganadera comercial. En una charla vespertina en la conferencia de noviembre en Florida, se refirió a un uso único del biocarbón que le pedimos que elaborara para EDN.

Tanto el carbón como el biocarbón son términos que describen las piezas carbonizadas derivadas de la madera u otros materiales orgánicos como la fibra de coco, el bambú, los huesos o la cáscara de arroz. El biocarbón ha llamado la atención recientemente como un aditivo del suelo que puede aumentar la fertilidad del suelo y el contenido de materia orgánica. Sin embargo, la labor que supone producir, dispersar e incorporar el biocarbón puede desanimar a muchos agricultores a utilizarlo. En el Proyecto Beer-Sheba, nos encontramos recientemente con un uso innovador del biocarbón que tiene beneficios en cascada en múltiples áreas de nuestra finca.

Históricamente, el carbón se ha usado en el tratamiento médico de humanos y animales. Más recientemente, algunos ganaderos han comenzado a utilizar el biocarbón como un suplemento alimenticio regular para mejorar la salud del ganado

y la ingesta de alimentos. En una recisión reciente de bibliografía (Schmidt *et al.*, 2019) se resumieron los resultados de 112 documentos científicos relacionados con el uso del biocarbón como suplemento alimenticio para el ganado vacuno, las cabras, los cerdos, las aves de corral o los peces. En la mayoría de esos estudios, el biocarbón tuvo un efecto positivo: mejoró la digestión de los animales, redujo las toxinas, aumentó la eficiencia de los piensos, mejoró la calidad de la carne, redujo los olores del estiércol y/o redujo los costos de veterinarios. Estos beneficios por sí solos podrían hacer que el uso del biocarbón sea atractivo y rentable en muchos contextos. (En raras ocasiones, se encontró que el biocarbón se unía a los carotenoides o la vitamina E, lo que los hacía menos disponibles para el ganado; esto podría limitar su uso a largo plazo en algunos casos). El biocarbón puede añadirse a la mayoría de las raciones de pienso. Típicamente, los agricultores añaden biocarbón al 0,5%-2% del peso total de la materia seca del alimento.

Cuando el biocarbón pasa por el tracto digestivo de un animal, se une a los nutrientes útiles para el crecimiento de las plantas. Esto es beneficioso por dos razones principales. En primer lugar, el biocarbón ya está precargado de nutrientes cuando el animal lo excreta en el estiércol. En segundo lugar, algunos de estos nutrientes del estiércol se pierden normalmente en la atmósfera (por volatilización) o por lixiviación; la presencia del biocarbón ayuda a mantener esos nutrientes en su lugar. Ya sea que el estiércol se composte o se aplique directamente a un campo, su valor mejora con el biocarbón que contiene.

En Senegal, pastoreamos nuestro ganado en forma intensiva directamente en los pastos. Durante nuestra temporada de

lluvias, los escarabajos peloteros están activos. Incorporan el estiércol en túneles debajo o cerca de las bostas de las vacas, donde sus crías lo descomponen aún más. Un estudio en Australia encontró que cuando el biocarbón era alimentado al ganado, los escarabajos peloteros lo incorporaban hasta 40 cm por debajo de la superficie de sus pastos (Joseph *et al.*, 2015).

Según las investigaciones en curso, los beneficios del biocarbón para la producción de plantas pueden variar ampliamente en función del tipo de suelo, el clima y la biomasa utilizada para fabricar el biocarbón (Kalus *et al.*, 2019). Sin embargo, cuando el biocarbón se utiliza como suplemento alimenticio, la mejora de la salud del suelo es sólo uno de una serie de beneficios en cascada en toda la finca. Aparte de la producción de biocarbón, la mayor parte del trabajo de carga, distribución e integración del biocarbón lo realizan los animales o mediante los usos existentes del estiércol.

### Referencias y lecturas adicionales

Joseph, S., D. Pow, K. Dawson, D. Mitchell, A. Rawal, J. Hook, S. Taherymoosavi, L. Van Zwielen, J. Rust, S. Donne, P. Munroe, B. Pace, E. Graber, T. Thomas, S. Nielsen, J. Ye, Y. Lin, G. Pan, L.I. Lian-Quing, and Z. Solaiman. 2015. Feeding biochar to cows: An innovative solution for improving soil fertility and farm productivity. *Pedosphere* 25:666–679.

Kalus, K., J.A. Koziel, and S. Opaliński, 2019. A review of biochar properties and their utilization in crop agriculture and livestock production. *Applied Sciences* 9:3494.

Schmidt H., N. Hagemann, K. Draper, and C. Kammann. 2019. The use of biochar in animal feeding. *PeerJ* 7:e7373 <https://doi.org/10.7717/peerj.7373>.

## ECOS DE NUESTRA RED

Después de leer la reseña de la *Manual de Agricultura Sintrópica* en EDN 145, Roger Gietzen tuvo algunas ideas más para compartir sobre este tema.

Comenzó compartiendo más sobre lo que él espera lograr con su diseño en Haití. Comentó: "Una ventaja importante del diseño que estoy usando en Haití, es que producirá una abundancia de pequeños trozos de madera que pueden ser usados para hacer carbón o para construir. Y como viene de árboles que pueden podarse, el rendimiento volverá cada año sin matar a los

árboles. Obtuve esta idea de la Fundación Inga e integré su método de cultivo en callejones en el diseño, [permitiendo] más variedades de árboles. Creo que esto será uno de los aspectos más populares del diseño en Haití y otros países tropicales en desarrollo donde la madera es muy necesaria. Es mi mayor argumento para los agricultores".

Gietzen también nos habló de alguna literatura que amplía lo presentado en el EDN 145. En primer lugar, mencionó un libro de Agroforestería Mundial, **Agroforestry**

**Systems for Ecological Restoration**, que acaba de ser traducido del portugués (disponible en línea en [inglés](#) y [portugués](#)). Escribió: "[Este libro] habla de los desafíos de llevar la tecnología de la agroforestería a los países en desarrollo". Gietzen destacó un cuadro del libro con una parte en la página 38 (del archivo PDF) que presenta beneficios económicos alentadores para los sistemas agroforestales sucesivos.

Añadió, "Puede que también disfrute leyendo [este artículo](#), escrito por uno de los estudiantes de Ernst que lleva mucho

tiempo investigando". El artículo explica los experimentos que se están llevando a cabo para cultivar cereales entre líneas de árboles en un sistema de agricultura sintrópica. Cuando se le pidió una mayor perspectiva, Gietzen comentó: "Sembrar continuamente cultivos comerciales o cultivos de huerta es importante para muchos agricultores. Las personas con las que consulté por primera vez sobre los sistemas sintrópicos [me dijeron] que necesitan evolucionar hacia sistemas forestales para entrar realmente en esa fase de abundancia fuerte y autosuficiente. Eso significa que la finca eventualmente se vuelve sombreada y no es apta para el cultivo de muchas plantas anuales o de huerta. Sólo se tienen unos cuatro años de buena exposición al sol en el bosque alimentario y luego está a la sombra. Eso me ha molestado desde el principio, porque sé que las anuales son los cultivos favoritos de los agricultores de Haití. He estado realmente deseando poder encontrar algún tipo de compromiso donde pueda usar los

árboles para la regeneración del suelo, salvo podarlos todos para que la finca se mantenga soleada. De esa manera los agricultores pueden cultivar maíz, frijoles, trigo, arroz o lo que sea. Sé que es posible, porque estoy familiarizado con el sistema de cultivo en callejones inga. De hecho, empecé un par de sistemas inga este año en Haití." El modelo de agricultura sintrópica ofrece una ventaja al sistema de cultivo en callejones inga en el sentido de que incorpora muchos tipos diferentes de árboles en lugar de uno solo.

A menudo se anuncia que la agricultura sintrópica no necesita insumos externos. En el artículo mencionado anteriormente (y al que se hace referencia más adelante) se mencionan algunos insumos. Gietzen comentó: "Observé que a veces utilizan estiércol o polvo de roca u otros insumos. Por lo tanto, dependiendo de la condición del suelo, puede tener sentido enmendar el suelo, para no tener que esperar años para que la fertilidad mejore. Puedo enfatizar eso cuando revise mi guía. Es

genial que se pueda cultivar un sistema sin insumos, pero cada caso es diferente y los agricultores no deben limitarse cuando pueden usar fertilizantes orgánicos para dar un impulso al sistema".

Gietzen también respondió a las preguntas de nuestra red sobre la agricultura sintrópica. Esa conversación en el foro se puede encontrar [aquí](#).

### Referencias

Miccolis, A., F.M. Peneireiro, H.R. Marques, D.L.M. Vieira, M.F. Arcoverde, M.R. Hoffmann, T. Rehder, A.V.B. Pereira. 2016. *Agroforestry Systems for Ecological Restoration: How to reconcile conservation and production. Options for Brazil's Cerrado and Caatinga biomes*. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/ World Agroforestry Centre – ICRAF.

Rebello, J.F.d.S. and D.G. Sakamoto. 2019. *Large-scale syntropic farming: results and challenges*. CEPEAS (Center for Research in Syntropic Farming).

## LIBROS, SITIOS EN LA RED Y OTROS RECURSOS

### Letrina de Vetiver

Muchos de nuestros lectores no tienen acceso a buenas opciones de saneamiento. Una tecnología a tener en cuenta es la letrina de fosa o "gota larga"; hay muchos diseños para construirlas. El Dr. Roger Gietzen ha presentado una opción con materiales de bajo costo que incorpora la capacidad de compostaje en su folleto "Guía de letrinas de vetiver".

El diseño de esta letrina de vetiver tiene varias ventajas. Por un lado, los materiales son más baratos que los utilizados para construir las letrinas más típicas. Por otra parte, el pasto vetiver, que proporciona la pantalla de privacidad, también puede ser

cortado para otros usos; mientras tanto, las raíces de vetiver ayudan a reforzar las paredes de la fosa.

El folleto de Gietzen es una guía muy detallada y ampliamente ilustrada para construir una letrina de vetiver. El proceso incluye la elección del lugar, la excavación de una fosa, la construcción de la losa del suelo y las vigas de soporte, y el establecimiento del pasto vetiver. El folleto también incluye planes para incorporar un círculo de plátano y papaya alrededor de la letrina.

Una letrina de vetiver es una buena opción para el saneamiento, siempre y cuando

las leyes locales lo permitan, se disponga de pasto vetiver y el diseño sea aceptable localmente. El folleto está disponible en <http://edn.link/vglatrin> en varios idiomas.

### GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA LETRINA VETIVER

Una guía de "cómo" construir con éxito una letrina natural y sostenible usando el pasto Vetiver



## PRÓXIMOS EVENTOS

**ECHO Florida Events:**  
Lugar: Finca Global de ECHO, EE.UU.

**Introducción al Desarrollo de la Agricultura Tropical**  
1-5 de junio de 2020

**Manejo de ganado menor**  
27-31 de julio de 2020

**Introducción al Desarrollo de la Agricultura Tropical**  
14-18 de septiembre de 2020

**Eventos de ECHO Asia:**

**Curso sobre almacenamiento de semillas & banco de semillas**  
30 de marzo – 1o. de abril de 2020  
Finca de ECHO Asia, Tailandia

Este número está protegido por derechos de autor para 2020. Material seleccionado de EDN 1-100 se presenta en el libro *Opciones para los Agricultores de Pequeña Escala*, disponible en nuestra librería ([www.echobooks.net](http://www.echobooks.net)) a un costo de US\$19.95 más franqueo postal. Pueden descargarse número individuales de EDN desde nuestro sitio web ([www.ECHOcommunity.org](http://www.ECHOcommunity.org)) como documentos en formato pdf en inglés (51-146), francés (91-145) y español (47-146). Los números anteriores (1-51 en inglés) han sido recopilados en el libro, *Amaranth to Zai Holes*, también disponible en nuestro sitio web. ECHO es una organización cristiana sin fines de lucro.

**FAVOR TOMAR NOTA: en ECHO siempre nos esforzamos en ser más eficaces. ¿Tiene alguna idea que pueda ayudar a otros, o ha experimentado con una idea sobre la cual leyó en EDN? ¿Qué funcionó y qué no funcionó para usted? ¡Comparta con nosotros los resultados!**