¡Siembra Boricua!

Manual de agricultura en armonía con la naturaleza

Una guía práctica para la producción intensiva de cultivos tropicales y el manejo integrado de agua de lluvia, basada en la agroecología y la permacultura, e inspirada en las experiencias de agricultores en Puerto Rico

Plenitud PR

Dedicatoria y agradecimientos

Dedicamos este manual a la fuente suprema de vida, al planeta Tierra que es un solo organismo y a Puerto Rico con toda su comunidad de seres que cada día deciden utilizar su vida al servicio de los demás. El propósito de servicio que compartimos todos es lo que nos une y nos da inspiración para seguir enfocados en la solución.

Agradecemos también a toda la comunidad de agricultores y a todas las personas que apoyan este movimiento de sustentabilidad y crecimiento de adentro hacia afuera. De igual manera, agradecemos a las organizaciones que han hecho de este manual un proyecto posible: Fondo de Innovación para el Desarrollo Agrícola (FIDA), Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico, AmeriCorps VISTA, ¡Siembra Boricua!, Proyecto Agroecológico El Josco Bravo en Toa Alta, Finca Mi Casa en Camuy, Finca 5 Elementos en Naranjito, Finca La Jungla en Orocovis, la finca escolar Agricultura en Armonía con el Ambiente de la Escuela Segunda Unidad Botijas #1 en Orocovis. También agradecemos a World Central Kitchen y Para la Naturaleza por ayudar con la impresión y distribución inicial del Manual.

Gracias a cada una de estas mentes que se unieron para que este proyecto fuera posible.

Sobre Plenitud PR

Plenitud PR es una entidad educativa sin fines de lucro que tiene la misión de apoyar a individuos y comunidades en su desarrollo sustentable a través del servicio comunitario, de las artes y de la educación en agricultura ecológica, permacultura, bioconstrucción y diseño e instalación de sistemas de recolección de agua de lluvia. Nuestra finca educativa está localizada en Las Marías, Puerto Rico donde recibimos personas de todo Puerto Rico y del exterior para compartir, aprender y colaborar en el servicio de la comunidad. También llevamos nuestros servicios alrededor de Puerto Rico en conjunto a otros proyectos en alianzas. La colaboración con individuos, comunidades y otras organizaciones ha sido clave y de mucha inspiración.

Un componente esencial de Plenitud PR es la educación a la juventud. Hemos visto que ellos son el vínculo hacia un impacto efectivo y de largo plazo para el País. Es por ello que ofrecemos talleres prácticos y mentoría a jóvenes de diferentes edades. También hemos desarrollado alianzas con escuelas, apoyándolas en la creación de sus huertos escolares y recibiéndolas en nuestra finca educativa para más adiestramiento. Nuestra visión es que Puerto Rico sea un archipiélago autosuficiente y resiliente a los cambios climáticos. Reconocemos que a través de esta nueva generación que está retornando a la tierra, lograremos cuidarla a ella y a su gente.

Para más información de Plenitud PR, búscanos en www.plenitudpr.org, y en las redes sociales como Plenitud PR, y participa en alguna de nuestras actividades.

Sobre Sea Grant Puerto Rico

El Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico es un programa educativo dedicado a la conservación y al uso sustentable de los recursos marinos y costeros de Puerto Rico, de las Islas Vírgenes estadounidenses y de la región del Caribe. Su misión es doble: (1) subvencionar investigaciones científicas sobre conservación y uso de recursos marinos y costeros; y (2) ofrecer servicios de extensión marina aplicando su experiencia y los conocimientos generados por esas investigaciones a los problemas que las comunidades de usuarios enfrentan cada día. Desde principios de la década de 1980, Sea Grant opera a través de la Universidad de Puerto Rico, Recintos de Mayagüez y Humacao. El trabajo de Sea Grant se basa en la colaboración entre universidades, industrias, agencias gubernamentales y usuarios de los recursos. Los proyectos se realizan por medio de la investigación, de la educación y del servicio público. El Programa Sea Grant tiene tres componentes: Investigación, Educación y Asesoría Marina, apoyados por la sección de Comunicaciones.

Créditos

© 2019

Autoras

Paula Paoli Garrido
Rebekah Sánchez Cruz

Revisión de contenido

Dr. Bryan Brunner, Dalma Cartagena Colón, Dr. Joaquín A. Chong, José Ricardo Cruz Ortiz, George F. Félix Lancelloti, John Hutchison-Maxwell, Carson Ingley, Owen Ingley, Dr. Pablo Méndez Lázaro, Rodolfo Salgado, Alyn M. Bermúdez, Luis Soto y Warys Zayas

Edición

Gina Malley Campos, Cristina D. Olán Martínez, y Yashira Santos Maldonado

Preparación del glosario

Gabriela C. Vélez Rodríguez

Redacción del segmento "Haciendo conexiones: De la montaña al mar"

Cristina D. Olán Martínez

Diseño gráfico, y maquetación

Cynthia L. Gotay Colón

Arte gráfico de mandala en portada

Daniel Ramírez

Diseño de portada

Omar A. Torres Calvo y Samantha López Muñiz

Ilustraciones

Katie Bullis, Alejandra María González Pesquera y Natalia Sánchez Cruz

Fotografías

Dalma Cartagena Colón, José Ricardo Cruz Ortiz, Efra Figueroa, José David Figueroa, Héctor M. Martínez Rivera, Plenitud PR, Ian Pagán, JuanMa Pagán Teitelbaum, Pamela Paoli, Jannette Ramos García, Ruth Robles, Héctor J. Ruiz Torres

ISBN: 978-0-578-50283-0

Impreso en Colombia por Editorial Nomos S.A.

Índice

Introducción 10

Sección 1: Planificación e implementación de diseño 20

Sección 2: Recolección de agua de lluvia 38

Sección 3: Sistemas de suelos 58

Sección 4: Cultivo y manejo de plantas 100

Sección 5: Perfil de cultivos 130

Recetas 156

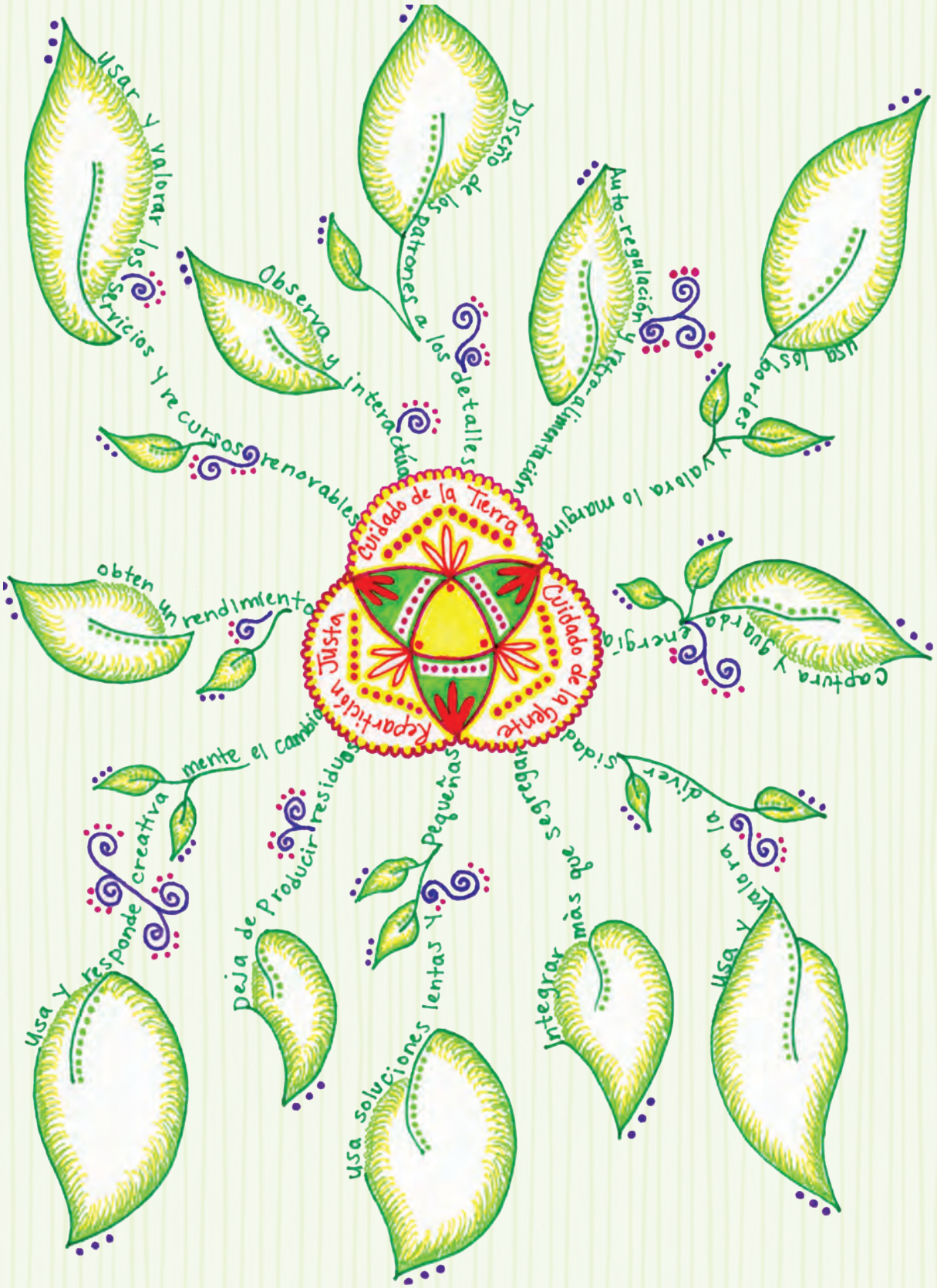
Glosario 164

Apéndice 169

Referencias 187

Introducción

Principios y éticas de la permacultura



Introducción

En este manual nos enfocamos en aquellos temas y prácticas dentro del campo de la **agroecología** y de la **permacultura**, sobre los cuales la información en el contexto de Puerto Rico es poco accesible o escasa. Resaltamos las prácticas de siembra que han tenido éxito en Puerto Rico a través de las experiencias vividas por agricultores, académicos y nosotros, para facilitar su réplica. Para profundizar en el entendimiento de los conceptos y las prácticas presentadas en este manual, puedes participar de talleres vivenciales o integrarte a algún proyecto agroecológico ejemplar de Puerto Rico.

En la finca educativa de Plenitud PR, utilizamos la permacultura y la agroecología como guías para los diseños y las prácticas que implementamos en ella. Entendemos que hay una gran necesidad de promover y aplicar estas prácticas para contribuir a la salud tanto ecológica como social de nuestras islas. Ambas, la permacultura y la agroecología, proveen modelos alternos para la producción de alimentos sanos. Hoy día en Puerto Rico, el modelo agrícola predominante es la agricultura "convencional". Este modelo depende casi por completo de insumos importados y utiliza agroquímicos que son nocivos para la salud de nuestros cuerpos y del ambiente. Además, le da prioridad a las ganancias económicas de producción sobre la calidad, la seguridad y la accesibilidad de alimentos para todas las personas. Esto evidencia la necesidad y la responsabilidad que tenemos de implementar un modelo agrícola social y ambientalmente sustentable por el bien de las próximas generaciones.

La historia reciente de Puerto Rico ha visto una disminución significativa en la producción agrícola. Actualmente, Puerto Rico produce menos del 10% de los alimentos que consume y en cualquier momento, algún evento climático, social o político puede poner en riesgo su disponibilidad. Esta es una de las principales razones que nos impulsan a no solo sembrar, sino a educarnos para hacerlo de forma sana y sustentable. Ya que entendemos que los alimentos saludables son a menudo poco accesibles por su escasez y por sus precios, queremos compartir diversas estrategias agrícolas que contribuyan a aumentar la producción agroecológica que está en auge en Puerto Rico y que representa un gran adelanto para nuestra sociedad.

La permacultura

La permacultura es una ciencia de diseño consciente que tiene como objetivo lograr la sustentabilidad a través de la creación de hábitats estables y productivos que imitan los patrones y las relaciones de la naturaleza para así satisfacer nuestras necesidades de alimento, fibra, energía y agua abundante. La permacultura se aplica tanto a la producción agrícola como a la construcción de viviendas, a los sistemas que nos abastecen de agua y energía y hasta sistemas de organización legal, social y financiera. A lo largo de la historia, personas de todas partes del planeta han puesto en práctica los principios de diseño que la permacultura fomenta. En la década de los 1970s, el biólogo Bill Mollison y el ecólogo David Holmgren, ambos australianos, acuñaron el término de permacultura como ciencia de diseño. Guiado por los tres principios éticos—1) cuidar la tierra, 2) cuidar la gente y 3) compartir los recursos justamente—este sistema de diseño está basado en principios universales tales como:

- trabajar a favor de la naturaleza,
- observar cuidadosa y prolongadamente,
- dar múltiples funciones a cada recurso,
- valorar los recursos biológicos y la tecnología,
- capturar y ahorrar energía, y
- ubicar cada elemento en un lugar que beneficie a los demás elementos.

Un principio fundamental en la permacultura es diseñar a base de la observación y la conservación de energía. Es decir, se debe invertir tiempo para interactuar, analizar, dibujar, hacer mapas, pensar y explorar, entre otras acciones, antes de delinear el modelo a desarrollar para así evitar el mal aprovechamiento de tiempo, de energía y de recursos. En cuanto a la conservación de energía, en el diseño permacultural se aplica el concepto de "zonas" para organizar los elementos del lugar (ya sea una finca o un huerto, etc.) según la energía que requieren para su mantenimiento. Un huerto, por ejemplo, podría considerarse como un elemento dentro de la finca que requiere atención frecuente, por lo que debe ser ubicado en la zona 1 o 2 (ve el diagrama de las zonas).

Las zonas se ubican de acuerdo a la cantidad de energía requerida para atender y/o utilizar los distintos elementos de un sistema de permacultura. Las mismas comienzan desde la zona 0, que puede ser la casa, y se van expandiendo alrededor de esta. Pueden variar en forma y tamaño de acuerdo a la pendiente, a la orientación y al viento, entre otros factores. La colocación de los elementos en cada zona depende de su prioridad y de cuán a menudo se utilizan. Por ejemplo, el área de las gallinas se visita todos los días, por lo que debe estar cerca pero no necesariamente al lado de la casa. El orégano o el culantro estarían al lado de la cocina para poderlos acceder rápidamente al cocinar.

La agroecología

Según el agrónomo chileno y profesor de agroecología Miguel Altieri, la agroecología es una ciencia y un conjunto de prácticas que busca desarrollar ecosistemas agrícolas sustentables que minimicen la dependencia de agroquímicos y de insumos de energía externa. A través de la **sinergia**, estas prácticas buscan promover:

- la protección y el enriquecimiento del suelo, un recurso natural no renovable,
- las interacciones biológicas que impulsan la productividad y protección de los cultivos,
- la sustentabilidad y resiliencia mediante el uso de recursos **endógenos**, la siembra de policultivos, la rotación de cultivos, el uso de semillas nativas (adaptadas y resistentes), el control natural de plagas y el uso de composta y abono verde para aumentar la materia orgánica del suelo,
- el compartir, integrar y aplicar el conocimiento campesino y académico, y
- el enfoque en principios y no en recetas, para así poder adaptar el conocimiento a cualquier lugar y contexto.

La agroecología es también un movimiento social mundial que impulsa la **soberanía alimentaria**. La soberanía alimentaria afirma el derecho de los pueblos, países y uniones de estados a definir su política alimentaria y agraria. Tiene como prioridad la producción local para el consumo de su propia

población y busca que todas las personas tengan acceso a la tierra, a agua de calidad, a las semillas y al crédito. De esta manera, la soberanía alimentaria:

- evidencia la posibilididad de autosuficiencia de los pueblos,
- apodera a las comunidades para definir y controlar sus propios sistemas alimentarios,
- promueve la autogestión en comunidad o en colectivo,
- señala la amenaza que representa la dependencia de alimentos e insumos externos,
- señala los efectos adversos al ambiente de la agricultura industrial,
- visibiliza el monopolio de semilleras multinacionales que controlan el sistema de alimentos para su propio beneficio económico, y
- esclarece las relaciones de poder y situaciones locales y globales que amenazan la disponibilidad y calidad de alimentos mundialmente.

"En palabras simples, la agroecología es el método de producir alimentos y otros productos agrícolas de manera social y ambientalmente justa," tal y como expresa Warys Zayas del *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo*.

Ambas, la permacultura y la agroecología, comparten objetivos fundamentales tales como:

- mejorar la eficiencia biológica y preservar la biodiversidad,
- fortalecer ecosistemas agrícolas para que puedan promover su propia productividad y salud, y
- propiciar que las comunidades humanas puedan proveerse sus propios alimentos sanos de forma accesible y sustentable.

Una técnica de producción que abarca los principios de ambos modelos es la siembra en organopónicos. Los organopónicos se diseñan considerando las funciones de ecosistemas naturales y añaden un componente de control sobre algunos factores para optimizar la producción de cultivos.

Los organopónicos

Los organopónicos son huertos ecológicos de **producción bio-intensiva**, en los cuales se cultivan las plantas en bancos de siembra permanentes o contenedores con una buena mezcla de suelo y materia orgánica entre otros componentes. Se originaron en Cuba en los años 90 durante el **Periodo Especial** con el objetivo de resolver rápidamente la escasez de alimentos tras la caída de la Unión Soviética. En Cuba existen diferentes estilos de organopónicos, los cuales producen cerca de un 90% de los alimentos que allí se consumen.

Esta foto muestra una siembra del Organopónico Vivero Alamar en La Habana, Cuba donde producen una alta cantidad de vegetales orgánicos.

Una de las características principales de los organopónicos es que mantienen cierto grado de control sobre las condiciones ambientales por medio del aislamiento, lo que permite una producción intensiva. Algunas medidas de control incluyen:

- Asegurar un suelo de alta productividad mediante un proceso intencional de acondicionamiento o incorporación de mezclas de sustratos (material de alta calidad y fertilidad que pueden ser de diversos tipos de materia orgánica).
- Añadir cobertura con **sarán** o construcción de **umbráculo** para proteger los cultivos del sol intenso y de lluvias fuertes.
- Instalar sistema de riego, idealmente con aguas procedentes de la lluvia o de un pozo, para garantizar la disponibilidad y calidad de agua.
- Eregir paredes laterales en los bancos directamente en el suelo, sembrar en contenedores (tales como neveras recicladas o drones plásticos), o elevar los bancos en mesas de siembra para minimizar la competencia de yerbajos y garantizar el buen drenaje en el suelo.

Al añadir una buena cantidad de materia orgánica de alta calidad, se puede sembrar en prácticamente cualquier suelo. Sin embargo, los organopónicos, mediante los controles descritos, crean un ecosistema que aprovecha al máximo el espacio de producción y sus recursos, lo que facilita mantener su salud y permite una producción intensiva de alimentos.

En resumen, el organopónico es una modalidad de agricultura útil para cuando se quiere producir alimentos intensivamente a pequeña o mediana escala, bajo los principios agroecológicos y/o no se dispone de un suelo cultivable o condiciones ambientales favorables.

En esta foto del organopónico en la Finca Los Olivos, en Viñales, Cuba, se puede observar la producción intensiva en los bancos con evidentemente mucha materia orgánica pues la tierra en los bancos se ve mucho más oscura que la de los caminos.

Organopónicos

Son huertos ecológicos de producción intensiva diseñados para mantener cierto grado de control sobre factores ambientales por medio del aislamiento para optimizar la producción de cultivos.

Elementos a controlar	Controles que provee un organopónico
disponiblilidad y calidad del agua	sistema de recolección y riego de agua de lluvia o pozo
intensidad del sol y fuertes lluvias	cobertura con sarán, construcción de umbráculo, elevación de los bancos de siembra
disponibilidad de los nutrientes en el suelo	adición de materia orgánica, disminución de competencia entre plantas por nutrientes al aislar los bancos del suelo

Debido a su eficacia en la producción intensiva de **hortalizas** y otras plantas comestibles, y a la necesidad de adelantar la soberanía alimentaria en nuestro país, tenemos el deseo de investigar, aplicar y promover la práctica de organopónicos en Puerto Rico. Como parte de este esfuerzo, incluimos prácticas y recomendaciones de agricultores y académicos agroecológicos exitosos, que todos podemos aplicar. Estaremos presentando los siguientes proyectos agroecológicos de Puerto Rico: *Agricultura en Armonía con el Ambiente* de la Escuela Segunda Unidad Botijas #1 en Orocovis, *Finca 5 Elementos* en Naranjito, *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo* en Toa Alta, *Finca La Jungla* en Orocovis, *Finca Mi Casa* en Camuy y *Plenitud PR* en Las Marías.

Estudiantes de Agricultura en Armonía con el Ambiente realizan labores en su finca escolar.

Dalma Cartagena de la finca escolar Agricultura en Armonía con el Ambiente de la Escuela Segunda Unidad Botijas #1 en Orocovis.

Parte de la familia del Proyecto Agroecológico El Josco Bravo en Toa Alta.

Don Luis Soto y Carmen Soto, Finca Mi Casa.

Parte de la familia de Plenitud PR en Las Marías.

José Ricardo "Ricky" Cruz Ortiz de la Finca 5 Elementos en Naranjito.

Josué López y Pamela Paoli de la Finca La Jungla en Orocovis .

También presentaremos fotos de exitosos proyectos de organopónicos en Cuba.

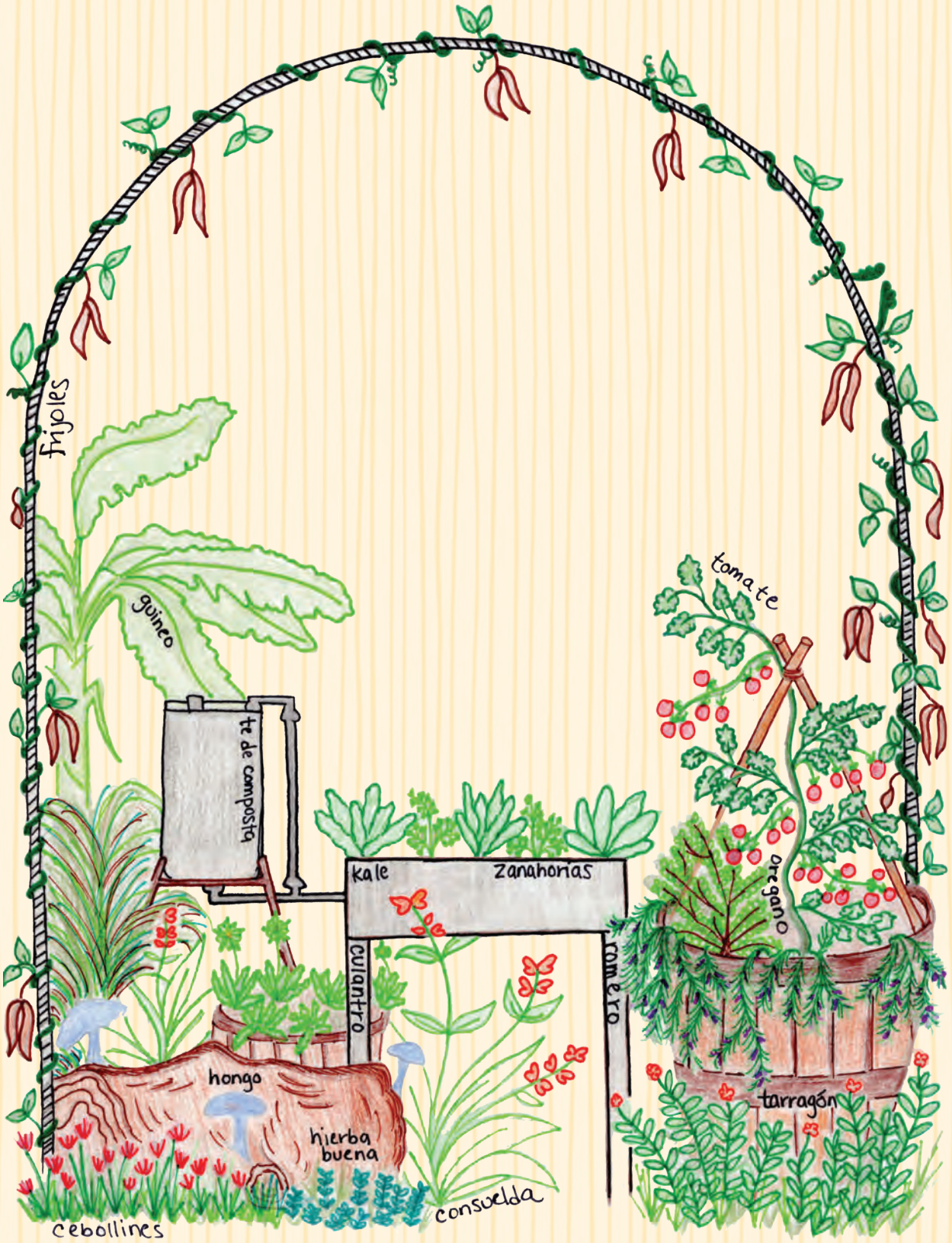
La razón de ser de este manual es explicar las prácticas que componen el sistema de organopónicos, incluyendo su manejo integrado para que pueda ser replicado. El manual consiste en las siguientes secciones:

- Planificación e implementación de diseño
- Recolección de agua de lluvia
- Sistemas de suelos
- Cultivo y manejo de plantas
- Perfil de cultivos
- Recetas

Recomendamos que modifiques las prácticas agrícolas descritas en este manual según las condiciones y los recursos disponibles en el área donde desarrolles tu proyecto. Podrás descartar aquellas prácticas que no te sean útiles y quedarte con aquellas que sí te funcionen. A diferencia de la agricultura "convencional", este tipo de agricultura no sigue una receta sino que se basa en los conocimientos que vas adquiriendo y compartiendo con tu comunidad.

¡Deseamos de corazón que este manual inspire a todas las personas a sentir Plenitud en sus hogares y comunidades!

Sección 1
Planificación e implementación de diseño


fríjoles
guineo
tomate
kale
Zanahorias
cilantro
romero
orégano
hongo
hierba buena
tarragón
consuelda
cebollines

Introducción

Planificar nos permite saber dónde estamos, conocer los recursos que tenemos y qué pasos debemos llevar a cabo para lograr el éxito de nuestro proyecto. Una vez conocemos los recursos que tenemos y cómo vamos a realizar una tarea determinada, procedemos a la fase de implementación. En esta sección, explicamos cuáles son los elementos que debes tener en consideración al momento de seleccionar, diseñar y preparar el área donde vas a establecer el organopónico. También mostramos diversas opciones para su diseño. Es importante aclarar que estas son simplemente recomendaciones basadas en nuestros conocimientos y experiencias, pero como bien dice Warys del *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo*, "El mejor suelo es el que se tiene". Esto significa que no te debes limitar aunque pienses que tus recursos no son suficientes. Usa lo que tienes y déjate llevar por estos principios que te ayudarán en el proceso.

Selección, preparación y diseño del área

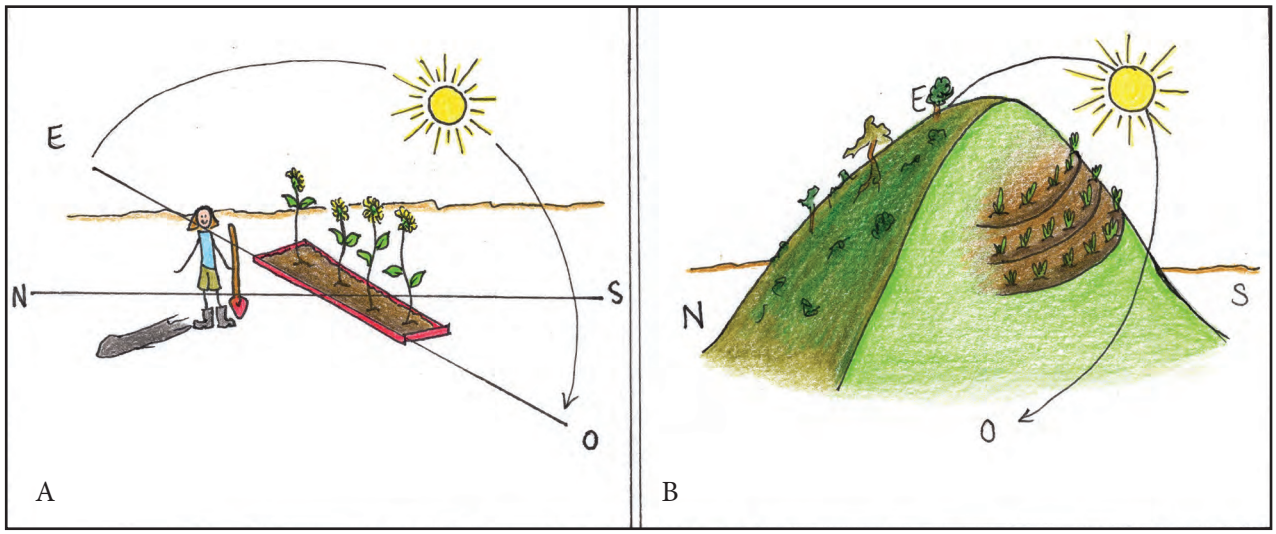
Observar y evaluar el espacio es crucial para poder escoger un área apropiada para el organopónico, junto a todos los elementos que interaccionan con este sistema. Esto fue lo primero que hicimos al diseñar la finca educativa de *Plenitud PR* y luego realizamos los siguientes pasos basados en la permacultura:

- Hacer un mapa con los elementos existentes en el espacio.
- Analizar cada elemento que va a ser parte del sistema y ver su relación entre sí para ubicarlos de manera que se puedan beneficiar mutuamente.
- Pensar en las zonas y en dónde ubicar los elementos para ahorrar energía. Por ejemplo, en un hogar debes ubicar el organopónico lo más cerca de la cocina (en la zona 1) para no perder mucha energía caminando diariamente a cosechar o dar mantenimiento (mira la ilustración de las zonas en la Introducción).
- Analizar los sectores, que son las energías que entran al sistema como por ejemplo el viento, las escorrentías de agua, el fuego y hasta los ruidos. Después de analizar los sectores, puedes escoger cuáles energías quieres permitir o desviar en el organopónico.
- Considerar las pendientes ligeras para la ubicación de elementos ya que el uso a favor de la gravedad puede ahorrarnos mucha energía. Por ejemplo, el uso de gravedad para mover el agua almacenada y el material orgánico, entre otros, puede ser muy útil.

Características para seleccionar el área del organopónico

Existen una serie de características importantes para seleccionar el área del organopónico. Tenerlas en cuenta aumentará las posibilidades de éxito en tus cultivos. Estas son:

Iluminación - Como enseñan en los cursos del *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo*, el organopónico debe recibir entre 6-8 horas de luz solar directa al día dependiendo de su intensidad y circunstancias. Se recomienda orientar los bancos de siembra hacia el sur o sureste donde llega el sol más temprano (los lados cortos de los bancos deben estar orientados hacia el eje este-oeste), siempre tomando en consideración los árboles grandes o las estructuras existentes que bloquean la luz solar. Se debe tener especial consideración con aquellos objetos que se encuentren hacia el sur ya que en invierno el sol se mueve en esa dirección y puede causar sombra durante esta época, que es la idónea para mayor producción de vegetales dado a la merma en lluvias torrenciales y calor. Si el área seleccionada tiene inclinación, busca una pendiente con su orientación hacia el sur o sureste para allí ubicar los bancos al contorno (o sea, perpendicular a la pendiente). Esto permite que los bancos reciban exposición uniforme al sol durante el día mientras la luz del sol viaja de este a oeste. (Nota: En el caso de cultivos que toleran o necesitan sombra tales como la menta, la hierbabuena y el recao, entre otros, se pudiesen aprovechar elementos que bloqueen un poco el sol o utilizar coberturas como el sarán, y así poder sembrar los cultivos de pleno sol y los de sombra en un mismo sitio si es más práctico.)



La Ilustración A muestra un banco de siembra orientado al sol y en caso de tener un suelo en pendiente, la ilustración B muestra los bancos al contorno preferiblemente orientados hacia el sur.

Aireación - Las plantas necesitan ventilación para evitar la humedad excesiva. Por otro lado, en lugares donde el viento sopla muy fuerte constantemente puede que las plantas sufran daños, así que debes considerar el uso de rompevientos (sistemas de barreras como arbustos y árboles sembrados para disminuir el impacto del viento).

Ubicación - Lo ideal es un área con una pendiente ligera y un suelo con buen drenaje. Debes evitar, si es posible, áreas muy inclinadas y si son totalmente llanas, debes hacer zanjas para evitar empozamiento de agua. De no tener acceso a un lugar propicio, puedes considerar la construcción de una o varias terrazas. Encontrarás información sobre terrazas más adelante en esta sección.

Finca escolar Agricultura en Armonía con el Ambiente en la Escuela Segunda Unidad Bojitas # 1 en Orocovis.

Elementos básicos del organopónico

El organopónico es un sistema compuesto por la interacción de diferentes elementos por lo que tenemos que pensar detalladamente en su ubicación. Considerar estas interacciones ayuda a que el sistema sea eficiente y evita problemas, riesgos y gastos innecesarios en el futuro. La ubicación del organopónico se determina en relación a la cercanía y la disponibilidad de los siguientes elementos:

1. **Fuente de agua** - El agua debe tener una calidad aceptable. Las fuentes pueden ser sistemas de recolección de agua de lluvia, pozos, charcas, quebradas o agua del sistema de acueducto, entre otras. (Lee la Sección 2 para más información de recolección de agua de lluvia.)

2. **Acceso al área** - Los caminos, las veredas y las carreteras pueden ser formas de acceso al área. Es importante que se mantengan en buenas condiciones y que su tamaño sea adecuado para las prácticas y equipos que piensas utilizar.

3. **Fuentes de nutrientes y sustratos** – Estas fuentes pueden ser las áreas donde preparas tu composta, los sistemas de lombricomposta e incluso lugares donde tengas animales de los cuales utilices su estiércol y estructuras en las cuales prepares abonos tales como tés o fermentos, entre otros. En la Sección 3 explicamos en detalle la preparación y el uso de diferentes tipos de composta, la lombricomposta y **biofertilizantes**.

4. **Almacén de herramientas y materiales** - Debe existir un área designada, que esté protegida de los elementos naturales como el sol y la lluvia, para colocar las herramientas y los suministros tales como las bombas de aspersión, los **sustratos** y los baldes para la cosecha, entre otras cosas. Debe tener buena ventilación para así evitar la humedad en exceso.

5. **Estación para lavar, empacar y almacenar la cosecha** - Debe existir un área limpia con acceso al agua de calidad para el lavado de cosechas y espacios limpios para el secado y el empaque. Para el almacenamiento de la cosecha, el espacio debe ser ventilado, limpio, cerrado y protegido de plagas tales como insectos y roedores.

6. **Barreras de plantas benéficas** - Estas barreras pueden estar compuestas por sistemas de plantas sembradas alrededor de los organopónicos que atraen polinizadores y otros animales benéficos, que ahuyentan o repelen plagas, y/o que son **bioacumuladoras**. En la Sección 4 presentamos información sobre este tema.

7. **Rompeviento (opcional)** - Barrera vegetativa que se diseña y que consiste de arbustos y árboles sembrados para disminuir el viento si es necesario y así reducir posibles daños a los cultivos. Hay que procurar que no se conviertan en una amenaza potencial al crecer. Por eso la selección de las especies a utilizarse debe hacerse meticulosamente.

8. **Fuente de electricidad (opcional)** - La electricidad es necesaria para actividades tales como el bombeo de agua y la aireación de ciertos abonos, y posibilita la refrigeración para conservar cosechas o semillas.

Diseño de la finca de Plenitud PR con la ubicación de los elementos básicos del organopónico.

Diseño de bancos de siembra en los organopónicos

Los organopónicos pueden ser adaptados a diferentes diseños utilizando diversos materiales. Por ejemplo, pueden variar desde bancos en tierra, con paredes laterales, mesas de siembra elevadas o hasta en neveras recicladas. Pueden estar al aire libre o bajo una estructura con plástico o sarán para que ayude a controlar la cantidad de agua de lluvia o luz solar que reciben las plantas, si fuese necesario.

Controlar la fertilidad del suelo y la cantidad y calidad de agua que reciben las plantas son procesos fundamentales en los organopónicos. El suelo debe mantener una cantidad adecuada de materia orgánica para que las plantas se mantengan nutridas. Esto se logra usando composta de alta calidad, abonos verdes y otros **biofertilizantes** entre otras prácticas. (Lee la Sección 3 para más información sobre fertilizantes.)

Ventajas del uso de bancos en los organopónicos

El uso de bancos de siembra en los organopónicos presenta ventajas tales como:

- Permite crear una mezcla de sustrato óptima con mayor actividad biológica, textura y drenaje.
- Disminuye la competencia con otras plantas cercanas.
- Requiere menos esfuerzo para labrar la tierra.
- Mejora la aireación del suelo o sustrato aumentando el drenaje y evitando la compactación (lo que es crucial en climas húmedos y lluviosos).
- Facilita las tareas de mantenimiento como el deshierbe, por ejemplo.
- Enfoca el esfuerzo del agricultor en un área específica lo que aumenta la productividad del organopónico.

Una desventaja de los organopónicos es que pueden requerir un costo inicial mayor en comparación a otras técnicas de siembra. Sin embargo, a largo plazo entendemos que los beneficios superan la inversión debido al incremento en productividad y calidad de la cosecha.

Estilos más comunes de bancos de siembra

Existen variaciones en el estilo de bancos de siembra. Las opciones más comunes son:

Bancos de siembra tradicionales - Este diseño es el más fácil, económico y común; utilizado exitosamente por la mayoría de los proyectos demostrativos presentados en este manual, pero en nuestro clima tropical requiere más mantenimiento. Hay que desyerbar más a menudo, existe mayor riesgo de erosión en áreas inclinadas, requiere más materia orgánica, amor y tiempo para que el suelo se vaya acondicionando y por lo general, el terreno se compacta más rápido.

Banco de siembra en el Proyecto Agroecológico El Josco Bravo.

Bancos de siembras con paredes laterales o en contenedores - En este diseño se necesita un drenaje para evitar el exceso de agua en la zona de las raíces. Este tipo de banco puede tener paredes laterales en zinc, madera no tratada, piedras, bambú o cemento. También puede hacerse de neveras recicladas y drones plásticos cortados longitudinalmente con huecos en la parte posterior para el drenaje. En caso de no tener terreno, o de que el terreno esté contaminado puedes aislar el sustrato del organopónico con un material no permeable.

Siembra en contenedores: drones plásticos.

Bancos de siembra con paredes laterales en madera en Plenitud PR.

Bancos de siembra en mesas completamente elevados del terreno y sostenidos por un marco en metal, madera, bambú u otro material - Este diseño es el más costoso y puede limitar el tamaño del organopónico, pero tiene la ventaja de proveer un ambiente de trabajo cómodo ya que el agricultor no tiene que doblarse para trabajar ni labrar la tierra.

Bancos de siembra con albahaca en mesas elevadas en Plenitud PR.

Dimensiones

Las dimensiones del organopónico se determinan según el espacio disponible, el tipo de cultivo, la productividad deseada y las preferencias del agricultor. Una guía general es la siguiente:

Ancho - Si tienes acceso a ambos lados del banco, Warys del *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo* recomienda hacer bancos de 4 pies (1.22 metros) de ancho y pasillos entre bancos de 1.5 a 2 pies de ancho (0.5-0.6 metros) para maximizar el espacio. Por otro lado, Don Luis de *Finca Mi Casa* recomienda un máximo de 3 pies para los bancos (1 metro) para trabajar más cómodamente.

Largo - El largo de sus bancos dependerá del espacio que tiene disponible y su preferencia. Luis Sierra, del Proyecto Agroecológico el Josco Bravo, recomienda no hacer bancos demasiado largos (100 pies) para no desanimarse al darle mantenimiento y poder caminar eficientemente por la siembra.

Profundidad - Para hierbas y hortalizas pequeñas (ej. cebollín, culantro, cilantro, arúgula, lechuga, rábano, remolacha) se recomienda un mínimo de 6 pulgadas (15 centímetros) de profundidad mientras que para cultivos más grandes (ej. pimiento, berenjena, tomate, col rizada "kale" y pepinillo) se recomienda un mínimo de 12 pulgadas (30 centímetros) de profundidad.

Forma del banco – Los bancos en línea recta son la forma más fácil de trabajar. También se puede utilizar un diseño de "ojos de cerradura" ("key-hole gardening") que permite maximizar el espacio.

Mandala de siembra en la Finca El Paraíso, Pinar del Río, Cuba. El mismo permite maximizar el uso del espacio de siembra.

Ejemplo de organopónico con diseño de "ojo de cerradura", en la Finca El Paraíso en Cuba.

Terrazas

Si después de evaluar el diseño identificas que el lugar ideal para el organopónico es muy empinado, puedes hacer cortes de terreno a mano y preparar terrazas pequeñas, tal como hicieron Josué y Pamela en la *Finca La Jungla*. También se puede utilizar maquinaria para crear terrazas grandes en donde se pueden ubicar varios bancos de siembra o hasta un umbráculo. Es importante, en la medida que sea posible, conservar el suelo removido para utilizarlo en los bancos, en especial el topsoil. En el caso de *Plenitud PR* utilizamos dos incentivos del Departamento de Agricultura Estatal que ofrecen pagar hasta un 50% del costo de la maquinaria pesada y para los materiales del umbráculo (ve el Apéndice) para hacer las terrazas. (No tienes que ser agricultor bonafide.)

Terrazas de siembra al contorno en Finca La Jungla.

Mover terreno con maquinaria es una gran responsabilidad y debes seguir los siguientes pasos para hacer la terraza:

- Consulta con un permacultor (ve el Apéndice), un ingeniero civil y/o un agrónomo experto en movimientos de tierra para corroborar la seguridad del proceso según sea aplicado.
- Prepara un plano y un diseño antes de utilizar maquinaria. Asegúrate de diseñar la terraza más amplia del área planificada porque vas a necesitar un perímetro para trabajo y mantenimiento durante y después de la construcción.
- Contrata a un operador de máquina confiable, por lo que es importante pedir referencias, conocer a la persona y explicarle el diseño antes de contratarla.
- Antes de realizar el movimiento de tierra, debes remover y separar a un lado la capa de materia orgánica superior para luego re-aplicarla sobre la terraza.

Terraza sembrada con cúrcuma, jengibre y malanga en la Plenitud PR.

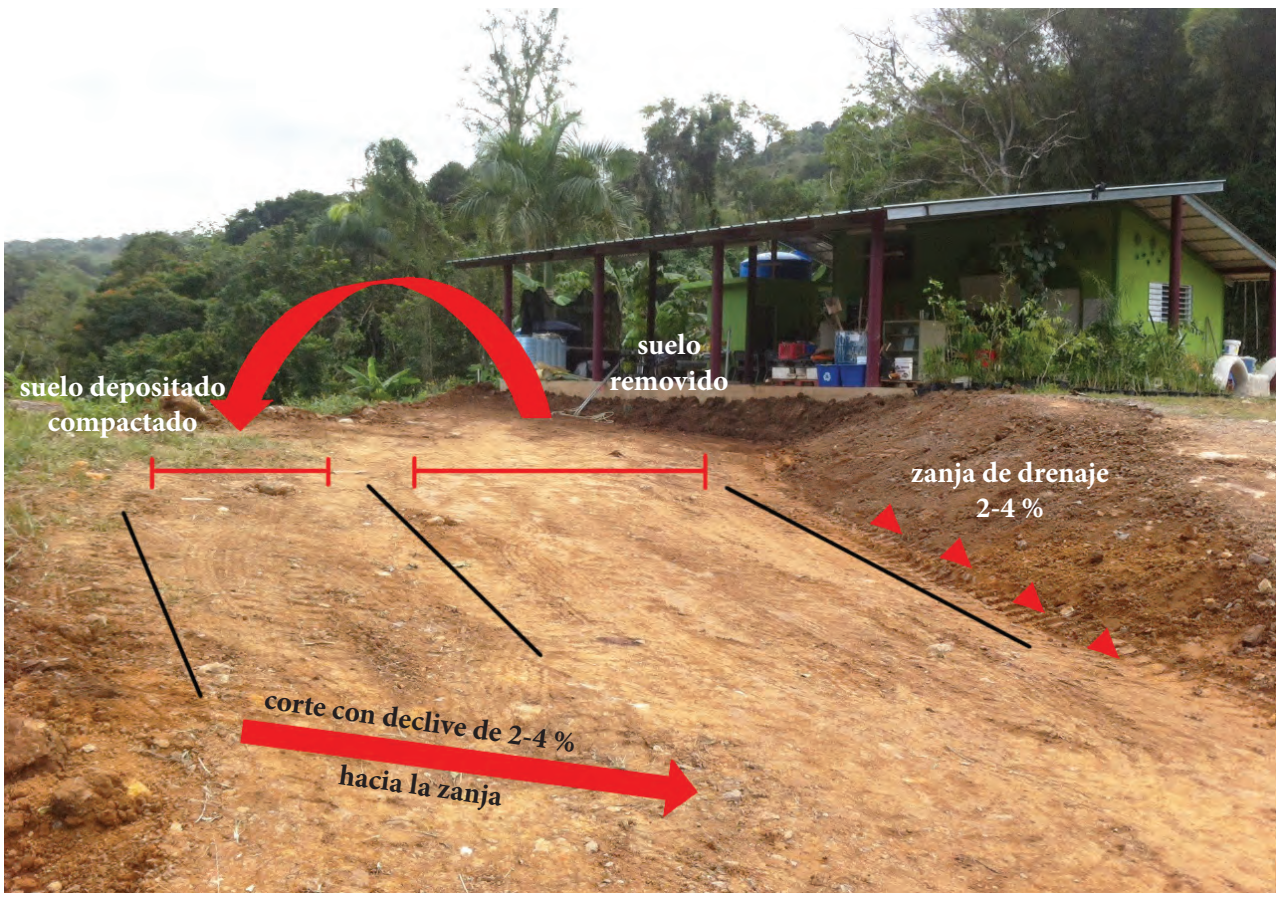
Notas para el diseño de una terraza

- Las terrazas amplias se crean al realizar un corte plano en una pendiente. El subsuelo de la parte superior es removido y depositado en la parte inferior de la pendiente. Esta combinación de hacer el corte plano de la pendiente en la parte superior y rellenar la parte inferior de la pendiente crea una terraza o área plana que no existía antes.

- Según el permacultor Goeff Lawton, evita trabajar en pendientes abruptas, o sea, que sean mayores de 20 grados pues las terrazas generalmente no tienen muros de contención y quieres evitar problemas de erosión y asegurar la estabilidad del terreno.

- Debes desarrollar un plan para manejar el agua en la parte superior (parte de atrás) de la nueva terraza para prevenir inundaciones o desprendimientos de terreno. Todas las terrazas deben tener una inclinación leve hacia la parte superior (*back-cut*) de 2% a 4% (lo cual equivale a ¼ pulgada de inclinación por cada pie recorrido) para drenar el agua. De ser necesario, utiliza la excavadora para hacer una canal o zanja que dirija el agua hacia un área adecuada. Puedes referirte a la imagen para más detalles.

- Compacta eficientemente el relleno en la parte inferior de la terraza para que la misma sea estable. Todo el subsuelo en la parte inferior de la pendiente debe ser compactado una y otra vez por la máquina. Debes instruir al operador acerca de esto y observar que compacte el relleno adecuadamente.



Terraza preparada con maquinaria para el umbráculo en Plenitud PR. Las flechas muestran la leve inclinación del terreno creada para drenar el agua hacia la parte superior de la terraza (lejos de la pendiente) y hacia un sistema de manejo de escorrentía a la derecha.

Estructuras de umbráculos

Como hemos mencionado anteriormente, los organopónicos pueden estar al aire libre, pero en el caso de tener los recursos, puedes invertir en la construcción de un umbráculo con techo de polietileno (estructura semiprotegida) el cual ayuda a tener una producción de buena calidad con menos esfuerzo al estar protegida de la lluvia excesiva. Este es el caso de Don Luis de *Finca Mi Casa*, quien aprovechó los incentivos del programa de *High Tunnels* de la agencia federal *Natural Resources and Conservation Service* (NRCS) para cultivar las hortalizas de su producción comercial.

Don Luis en su organopónico en Finca Mi Casa, incentivado por el NRCS.

Existen diversas opciones y diseños para la construcción de un umbráculo, entre las que se incluyen: comprar e instalar una estructura prefabricada, consultar con un contratista e instalar un sistema personalizado o hacerlo uno mismo con metal, bambú y/o plástico.

La estructura del umbráculo, independientemente del material de construcción que se utilice, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Estar anclada firmemente al terreno con zapatas en concreto para poder resistir vientos y lluvias fuertes.
- Si contiene mesas de siembra, estas pueden estar atadas a la estructura o ancladas al suelo.
- Tener los lados y las entradas de la estructura abiertas o con una tela de sarán para permitir la circulación de aire entre los cultivos y la estructura.
- La parte más baja del techo debe estar a un mínimo de 8 pies (2.44 metros) de alto pues en el trópico estos se calientan demasiado.
- Recomendamos un techo de dos aguas y con ventana cenital para promover ventilación.
- Tomar en cuenta la dirección del viento respecto a la orientación de la estructura para lograr una buena ventilación dentro del sistema organopónico. La dispersión del aire caliente que hay dentro de un umbráculo cubierto de plástico es importante para las plantas y las personas que trabajan en él.
- Sembrar barreras de plantas beneficiosas en los alrededores del umbráculo, las cuales ayudan a controlar las plagas. También, se debe sembrar plantas que atraen polinizadores y, de ser necesario, plantas que funcionen como rompevientos. De usar árboles, se deben colocar a una distancia que no causen daño a la estructura en caso de que caigan. Los árboles se deben mantener podados a una altura que no afecte la entrada de luz solar directa.
- Atar el plástico a la estructura de forma segura pero tomando en cuenta que en caso de huracán, deberá ser removido, preferiblemente sin que sufra daños para volverlo a instalar.

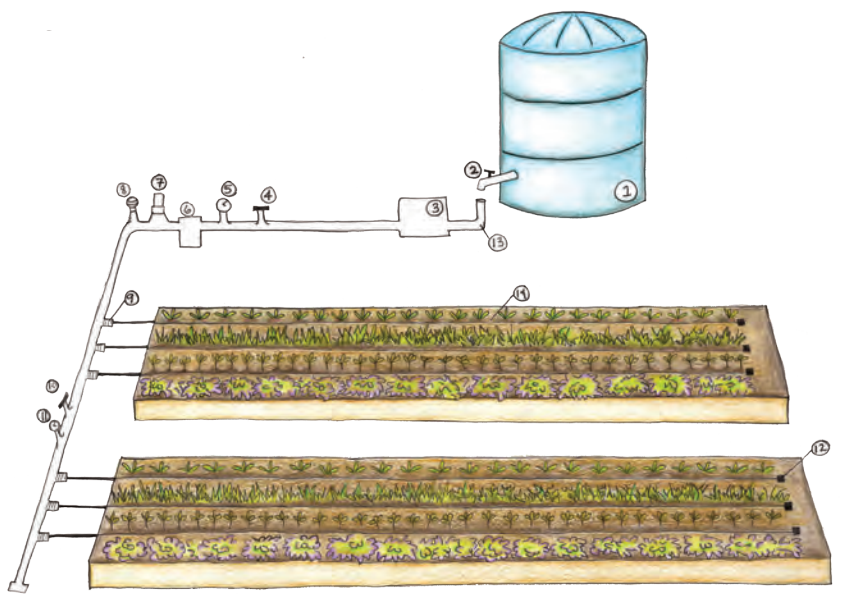
Sistemas de riego

El agua es vital para tu siembra. Disponer de un sistema de riego apropiado en el organopónico contribuye a tener plantas y frutos más saludables. Este puede ser desde simplemente utilizar regadera o manguera hasta instalar un sistema con tuberías que permite más control y eficiencia necesaria para sistemas intensivos. Al instalar un sistema de riego, debes tener en cuenta una serie de componentes principales que enumeramos a continuación:

1. Fuente de agua de calidad (ej. pozo, agua de lluvia, agua de acueducto como último recurso). De tener la posibilidad, es recomendable tener dos alternativas para minimizar riesgos.
2. Método de transportación de agua (ej. a mano, gravedad, bomba).
3. Sistema de plomería que transporte el agua desde su fuente al área de riego (ej. tubos de PVC).
4. Distribución del agua a los cultivos de manera eficiente y que no cause condiciones de alta humedad (ej. manguera, difusores, mangas).

En el proceso de diseño y ensamblaje del sistema de organopónicos, más allá de analizar estos componentes individualmente, se debe pensar en la interconexión de cada uno de ellos como parte de un sistema integrado. Los sistemas de riego con aspersores o difusores causan que el suelo salpique a las plantas. Esto podría dispersar enfermedades y hongos a los cultivos. Además, con el uso de aspersores se evapora una porción significativa del agua antes de hidratar las plantas. El riego de cultivos por sistema de goteo mediante mangas es recomendado y hasta el momento el más eficiente para los organopónicos por su alta eficiencia y facilidad de manejo. También permite que haya riego a cualquier hora del día sin amortiguar las plantas, economizando, a su vez, el agua ya que va directo a las raíces de la planta. Opcionalmente, se puede automatizar el sistema con un reloj (*timer*) que encienda el sistema a las horas deseadas. En la *Finca 5 Elementos*, el agricultor José Ricardo "Ricky" Cruz Ortiz utiliza el riego por goteo exitosamente.

Sistema básico por gravedad



Los componentes de un sistema de riego básico.

Leyenda

1. Fuente de agua
2. Llave
3. Bomba (opcional)
4. *Ball valve* (control manual de presión)
5. Reloj de presión
6. Filtro
7. Regulador de presión (opcional)
8. Válvula de escape de aire (opcional)
9. Conector
10. *Ball valve* (control manual de presión) (opcional)
11. Reloj de presión (opcional)
12. Tapón
13. Tubería PVC
14. Mangas de riego con goteras cada 8"

Consideraciones a tomar al diseñar sistema de riego por goteo:

- ¿Necesito un sistema de riego por goteo?
  En organopónicos pequeños muchas veces el riego se puede hacer manual utilizando regaderas o mangas, ya que no representa una labor ardua. En otras palabras, debe ser costo-efectivo.

- ¿A qué distancia deben estar los goteros entre sí?
  Hay que considerar la distancia de siembra. Las mangas de riego con goteros o *drip tape* vienen con los huecos por donde salen las gotas a diferentes distancias. Warys del *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo* recomienda los de 8 pulgadas (20 centímetros) de separación ya que cubren más área y se pueden usar para cultivos de hojas como de vegetales, entre otros.

- ¿Qué efecto tendrá mi topografía al sistema?
  En lugares con inclinación, la presión del agua será mayor en los puntos más bajos. Los *drip tapes* funcionan generalmente entre 8 y 10 libras de presión por pulgada (psi, por sus siglas en inglés). Puede solucionar problemas de presión muy alta usando un regulador de presión o llaves de paso, las tipo *ball valve* son las más recomendables.

- ¿Cómo puedo abaratar costos?
  Los componentes de estos sistemas son reusables y existen varias opciones para cada uno de ellos. El reusar piezas también evita introducir más plástico al ambiente.

Puedes referirte al proyecto demostrativo de *Finca 5 Elementos* más adelante. También puedes consultar con otros agricultores, agrónomos con experiencia o compañías que trabajan los sistemas de riego (ver Apéndice).

Una vez implementado, es importante observar e interactuar con el sistema de riego. Algunos factores que podrían impactar la frecuencia y la duración del riego son:

- capacidad de drenaje y retención de humedad del sustrato,
- nivel de evaporación en el área,
- tipo, tamaño y edad del cultivo y sus requerimientos de riego,
- humedad relativa, intensidad del sol y viento del lugar,
- época del año (verano, invierno), y
- horas de riego; algunos agricultores de zonas húmedas no recomiendan regar en horas de la tarde donde el tiempo y el calor no sean suficientes para evaporar o disminuir el exceso de agua del sustrato, mientras que otros agricultores de zonas áridas o durante épocas de sequía sí recomiendan regar de noche.

"Observa y piensa 100 horas por cada 1 hora de acción."

- Geoff Lawton, maestro de Permacultura

Proyecto Demostrativo: Finca 5 Elementos

Producción agroecológica en organopónicos semi-protegidos

Ricky Cruz Ortiz, agricultor de la Finca 5 Elementos en Naranjito, Puerto Rico.

En la *Finca 5 Elementos* en Naranjito, Puerto Rico, nuestro compañero agricultor Ricky Cruz lleva labrando la tierra desde el 2012. Él fue inspirado a sembrar alimentos saludables por su salud y la de otros.

Él decidió utilizar el sistema de organopónicos en umbráculo con riego por goteo. Esto le permitió controlar el agua para los cultivos y mantener una producción constante. La siembra semiprotegida por el plástico le permite evitar daños a los cultivos por exceso de lluvia. El riego por goteo también le permite controlar la humedad y le lleva una cantidad de agua bastante precisa directamente a las raíces de las plantas.

Sus siembras de arúgula y ensalada mixta de brásicas llevan las siguientes especificaciones:

- Bancos: 4 pies (1.2 metros) de ancho, 90 pies (27.4 metros) de largo, 1 pie (0.33 metros) de profundidad levantados con paredes de bloques.
- Espacio de 2-3” entre fila (cosecha las hojas pequeñas pues tienen mejor sabor y por lo tanto puede ser poco espacio).
- Cada banco tiene 12 líneas de riego por goteo con goteros a cada 4 pulgadas (10 centímetros).
- Cosecha de 21-28 días.

En su caso particular, el suelo es bastante arenoso y su rutina de riego es específica para ese contexto.

- Para plantas adultas, el sistema se mantiene prendido por 30-35 minutos, un día sí y otro no; con excepción del cilantrillo y la albahaca, los cuales se riegan todos los días ya que son plantas que necesitan más agua.

- Para plántulas, utiliza el riego 2 veces al día durante 20 minutos por dos días corridos. Luego, espera 2-3 días sin riego. Después de los días sin riego, repite el proceso.

Ricky recomienda un regulador de presión de 10 a 15 libras de presión por pulgada cuadrada (psi). Las mangas están diseñadas para trabajar entre 8-10 psi. Además, las mangas con orificios cada 4 pulgadas (mejor que los que tienen 1 pie de distancia entre los orificios) y el tipo de manga *aqua-traxx* ha resultado mejor en algunos organopónicos que el tipo de manga de plástico conocido como *t-tape*.

Ricky Cruz Ortiz, agricultor de la Finca 5 Elementos en Naranjito, Puerto Rico.

Sección 2
Recolección de agua de lluvia

Introducción

La recolección de agua de lluvia, o pluvial, es un término utilizado para describir la captación, el almacenaje y el uso de agua de lluvia lo más cercano posible a donde cae la misma. El diseño de un sistema de recolección de agua de lluvia busca imitar los ecosistemas saludables que naturalmente infiltran esta agua en el suelo, de manera que pueda continuar su ciclo a través de distintas formas de vida. A continuación, discutimos los beneficios, los métodos de captación de agua de lluvia y los componentes principales de estos sistemas. Esta sección te servirá de guía para diseñar tu sistema de recolección ya sea casero, para uso en tu organopónico o para tu finca.

Beneficios de la recolección de agua de lluvia

Recolectar agua de lluvia tiene numerosos beneficios. Aquí presentamos varios de ellos.

- Disminuye la erosión y la posibilidad de deslizamientos de terreno.
- Permite diferentes formas y recursos de agua.
- Reduce la cantidad de agua que se convierte en escorrentía superficial y por ende, disminuye las inundaciones.
- Permite acceso a agua de excelente calidad para riego, pues tiene un alto contenido de oxígeno que es bueno para la biología del suelo.
- Reduce la demanda del agua subterránea, cuyo abasto es limitado. Reduce o elimina los costos de preparación y mantenimiento de un pozo para la extracción del agua subterránea.
- Es una fuente natural y GRATIS, lo cual disminuye los costos no sólo para el riego sino también para uso y consumo humano si es debidamente filtrada y tratada.
- Disminuye la dependencia de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados.
- Disminuye los costos de acceso al agua.
- Permite que nosotros y nuestras comunidades seamos autosuficientes.

¡El agua es vida!

Aprovechar esta fuente de agua dulce es muy importante. El 97% del agua de nuestro planeta está en los océanos en forma de agua salada. Del 3% de agua dulce que existe en el planeta, casi toda está almacenada en hielo y nieve. De la que no está en hielo y nieve, menos del 1% se encuentra en la atmósfera y disponible como agua de lluvia. Esta cantidad menor al 1% es la fuente principal de agua fresca en nuestro sistema hidrológico y es la que suple a todos los sistemas secundarios de agua subterránea y de la superficie tales como ríos, lagos y manantiales. Si estas fuentes secundarias de agua dulce continúan siendo extraídas más rápido de lo que son reabastecidas, los periodos de intensas sequías que ya se están experimentando en diferentes partes del mundo, incluyendo a Puerto Rico se intensificarán. Hoy día, en nuestra sociedad, existe un patrón en el que se malgasta el agua que proviene de los acueductos y raramente se recolecta el agua de lluvia. Se debe hacer un esfuerzo para crear conciencia y conservar este valioso y escaso recurso. ¡El agua es vida!

Hielo y Nieve
~2%
Agua Dulce
>1%
Agua Salada
97%

Métodos de captación de agua de lluvia para uso agrícola

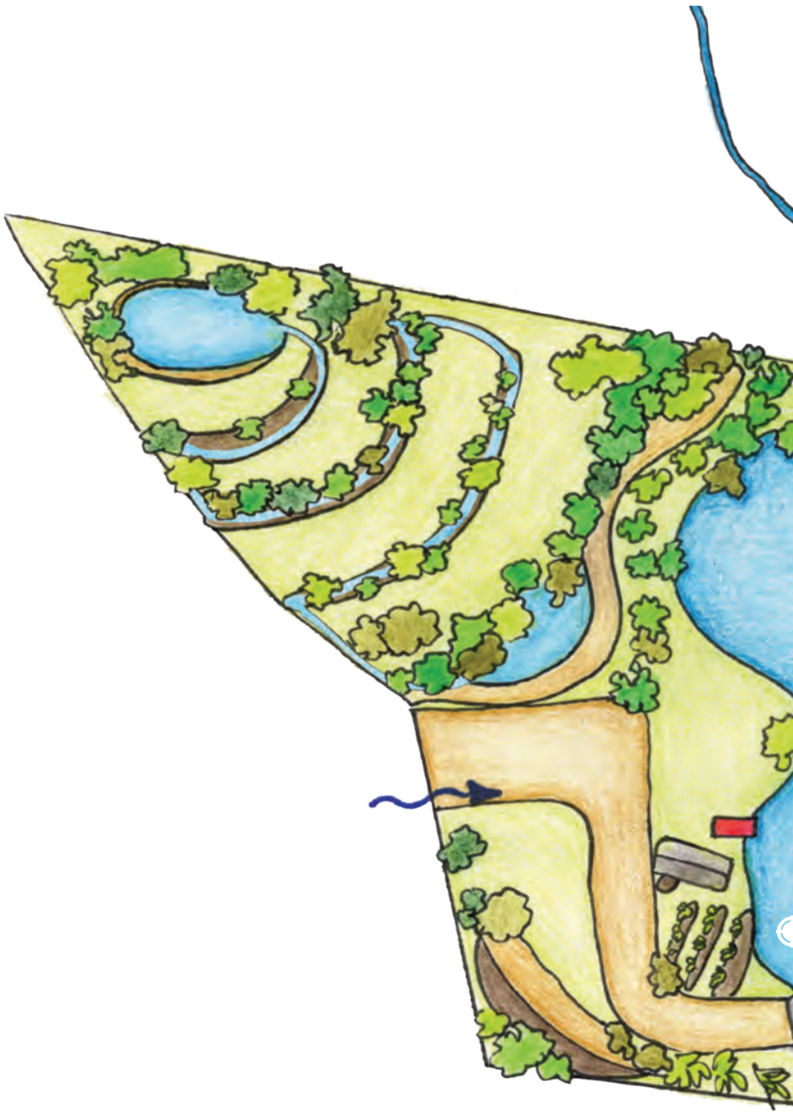
(Esta sección fue tomada y adaptada del libro *Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond* por Brad Lancaster, volúmenes 1,2 y 3, y del curso de Diseño de Permacultura que ofrece Geoff Lawton)

Existe una amplia variedad de métodos para recolectar el agua de lluvia y utilizarla para propósitos agrícolas. Estos métodos pueden ser de captación pasiva (en el mismo suelo) o de captación activa (en contenedores o cisternas). A continuación, explicamos en qué consisten estas formas de captación.

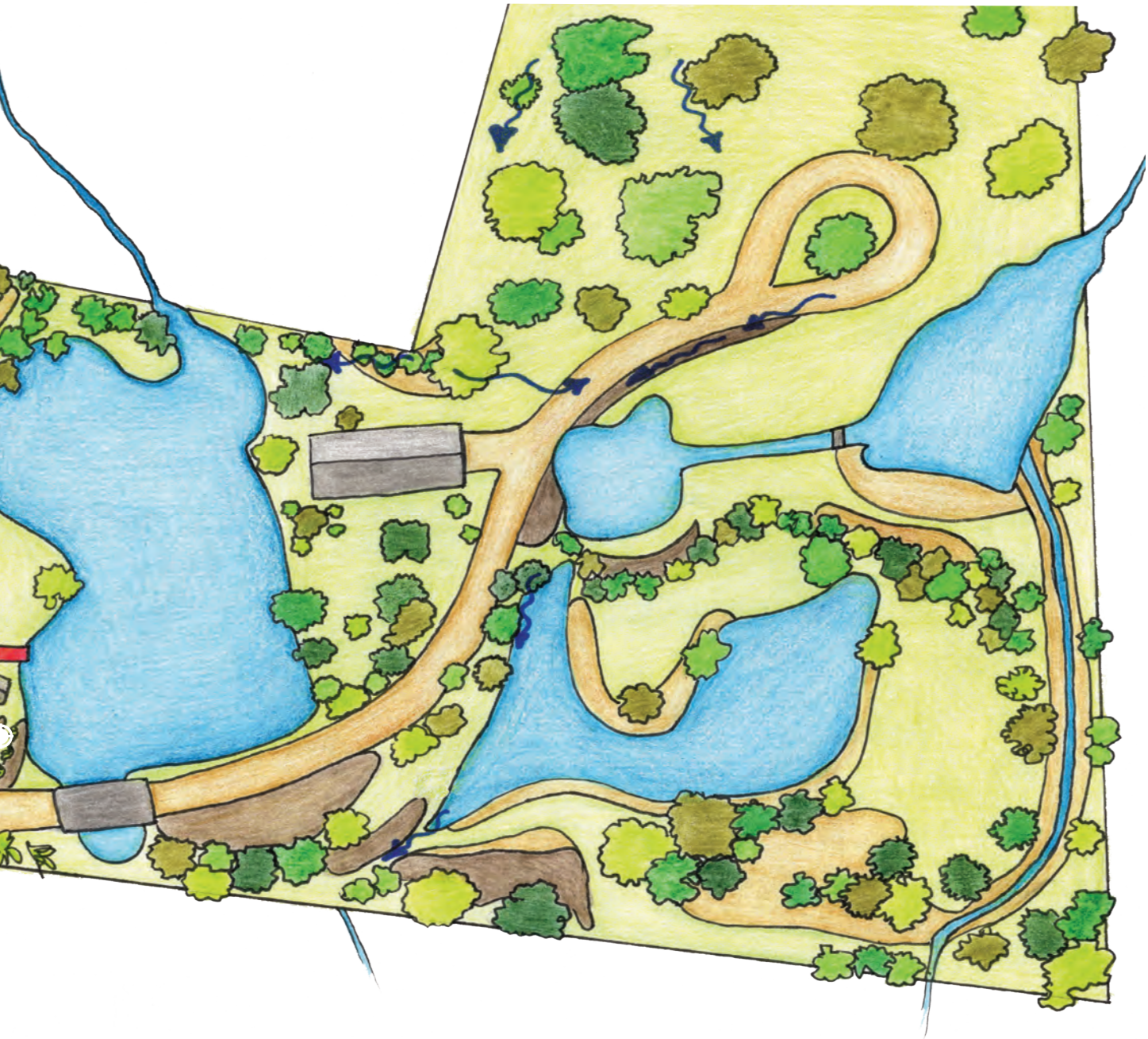
Captación pasiva

En *Plenitud PR* hemos observado cómo el agua ha sido la diseñadora de la finca porque según su movimiento, adaptamos nuestro diseño para dirigirla y aprovechar este recurso. Siguiendo la permacultura, dedicamos los primeros años a diseñar y realizar sistemas de captación pasiva, lo que son las zanjas de infiltración y los bancos de siembra (conocidas como *swale and berm* en inglés), las charcas de infiltración y las terrazas al contorno. Estos movimientos de tierra nos permiten disminuir la velocidad del agua, capturarla e infiltrarla en el terreno para aumentar la vida en el ecosistema. Estas prácticas pueden hacerse a nivel micro con herramientas de mano como picos y palas para manejar el agua en el área del organopónico, hasta a nivel macro con maquinaria para manejar el agua en toda una finca. Esta práctica ha sido de gran beneficio para nuestra finca y pudimos confirmarlo después del huracán María. Observamos cómo estos sistemas manejan un aproximado de 15 a 20 pulgadas (38 a 51 centímetros) de lluvia que según la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica), cayeron en nuestro pueblo de Las Marías durante este evento atmosférico, protegiendo el suelo y los cultivos de graves daños, en especial al evitar los deslizamientos.

Por esta vivencia, y en particular en estos tiempos en los que experimentamos extremos climatológicos de sequías e inundaciones, recomendamos que antes de sembrar dediques tiempo a diseñar y aplicar sistemas de captación pasiva para aprovechar sus beneficios a largo plazo. Algunos beneficios de la captación pasiva son:



- Permite una gran capacidad para almacenar agua ya que el suelo tiene una mayor capacidad que las cisternas y las tuberías, las cuales pueden ser caras.
- Reduce la velocidad de las escorrentías lo que disminuye el riesgo de erosión del suelo y deslizamientos de terrenos.
- Al reducir la erosión, disminuye la pérdida de suelo fértil.
- Favorece la actividad microbiana necesaria para que se dé la vida en el subsuelo.
- Al reducir la erosión, previene la sedimentación y la turbidez en los océanos. De esta forma, se protegen ecosistemas como las praderas de hierbas marinas y los arrecifes de coral.
- Irrigan los cultivos de forma pasiva mediante la infiltración del agua en el terreno.
- En lugar de que el agua fluya por la superficie y erosione el terreno, fomenta el drenaje del agua y así se van recargando los acuíferos.



Este es un ejemplo de un sistema integrado de captación pasiva. Según Geoff Lawton, nuestro maestro de Permacultura, “En la Permacultura, la captación pasiva es una herramienta para reparar la tierra y tu meta es capturar el 90% de agua que cae en el terreno”.

A continuación, presentamos algunos de los principales sistemas de captación pasiva que tienen buen potencial para uso en Puerto Rico.

Zanja de infiltración y banco de siembra (*swale and berm*)

Se muestra la forma en que las zanjas de infiltración en Plenitud PR manejan el exceso de agua.

Es una o un conjunto de varias zanjas interconectadas, diseñada para interceptar el agua que baja por una pendiente. La zanja se hace al contorno (perpendicular a la pendiente), lo cual disminuye la velocidad del flujo de agua, permite que el agua sirva como riego al infiltrarse en el terreno y sirve también como camino entre bancos. El suelo excavado de la zanja se amontona en la parte inferior de la pendiente para formar el banco de siembra. Esto puede variar en escala pero los bancos siempre deben estar cubiertos con vegetación para evitar la erosión. Estos sistemas son ideales para la siembra de árboles y cultivos ya que el agua irriga pasivamente el terreno y promueve el crecimiento profundo de las raíces de las plantas.

A-Frame, un método sencillo y accesible para marcar el contorno de una pendiente utilizando la figura de la letra A, con un hilo y una pesa.

Charca pequeña de infiltración (*infiltration basin*)

Esta foto muestra una charca de infiltración en la finca de Plenitud PR.

Es un hueco en la tierra diseñado para recibir e infiltrar agua de lluvia, escorrentía, **aguas grises** o flujo de agua desbordada de las chorreras, las cisternas o las zanjas. Esta charca debe estar nivelada y el suelo debe estar cubierto de vegetación para que infiltre el agua rápidamente. Alrededor de estas charcas se pueden sembrar plantas de guineo que absorben mucha agua y a su vez se benefician de los nutrientes acumulados en ella (a este diseño se le conoce como *banana circles*). Estas charcas se pueden utilizar al final de las zanjas de infiltración para recibir y retener el agua que se ha desbordado (*overflow*).

Terraza al contorno (*contour terraces*)

Una terraza es un área plana nivelada horizontalmente que se crea en una pendiente para tener un espacio llano de siembra, a esto se le conoce como el **contorno**. La terraza generalmente se inclina hacia dentro de la pendiente o de la montaña, para retener el agua y evitar la erosión. En áreas de mucha lluvia, se recomienda hacer una zanja con un pequeño declive de 2-4% en el lado interior de la terraza (lado pegado a la montaña o pendiente), lo que permite dirigir el exceso de agua fuera de la terraza y así evitar inundaciones en el área de siembra. El **talud** formado (la pendiente que queda en la parte inferior de la terraza formada) se debe cubrir con vegetación **perenne** para estabilizar el suelo en la pendiente.

En la finca de Plenitud PR hay varios ejemplares de bancos de siembra en terraza al contorno con zanjas para manejar el agua en exceso, pacholí (*vetiver*) en los bordes para proteger el suelo y los taludes sembrados de guineos, plantas leguminosas y otros cultivos perennes que evitan erosión en la pendiente y producen biomasa para cubrir y nutrir el suelo.

Zanja de desviación (*diversion ditch*) y represas de amortiguamiento (*check dams*)
Una zanja de desviación o diversion ditch es un canal que se hace en la tierra para redirigir el agua que cae sobre el terreno. Generalmente, estas zanjas se construyen a través del terreno con un pequeño declive (2-4%) que dirige el agua en la dirección deseada o lleva el agua a una próxima zanja o charca. En casos de lugares con mucha lluvia, es recomendable además añadir micro represas de amortiguamiento o *check dams* con piedras o estacas. Es recomendable implementar estas técnicas en los caminos de las fincas para reducir su degradación y la erosión de suelo.

Después de hacer cualquier movimiento de tierra para implementar las técnicas de captación pasiva, es clave cubrir el terreno inmediatamente con **arrope (*mulch*)** y/o plantas cobertoras. Es importante que estas plantas sean apropiadas para el clima y se siembren a la densidad adecuada. Esta práctica es crucial porque beneficia al ecosistema de las siguientes maneras:

- Sirve como protección ante la pérdida de humedad por evaporación.
- Amortigua el impacto de las gotas de lluvia, las cuales son las primeras causantes de erosión.
- Funcionan como reguladores térmicos ante eventos extremos de temperaturas en la superficie del suelo.
- El arrope se descompone poco a poco, así va aportando materia orgánica al suelo, lo cual es beneficioso para la fertilidad del suelo y su capacidad de retención de agua.
- A través de sus raíces, la vegetación de cobertura aumenta la infiltración y la estabilidad del suelo.

No existe un diseño estándar para la captación pasiva, pues cada terreno, sus habitantes y sus necesidades son únicos. Sin embargo, algunos principios importantes en la permacultura que sirven como guía son:

- Tener en cuenta la elevación- Inicia el diseño del sistema en la parte más elevada del terreno.
- Seleccionar el área cuidadosamente - Mide las pendientes, los predios de tu finca y los contornos marcándolos con estacas; escoge los contornos más largos y que están en el área más elevada ya que van a capturar mayor cantidad de agua.
- Conocer las condiciones del tiempo - Realiza los movimientos de tierra antes de la temporada de lluvia.
- Conocer el suelo y subsuelo - Identifica si el suelo es suficientemente arcilloso para hacer charcas y si se moverá terreno. Asigna áreas para colocar la capa superior del suelo (*topsoil*) donde no se pierda.

Zanja de desviación de uno de los caminos principales en Plenitud PR dirigida hacia la zanja de desagüe con micro-represas de amortiguamiento para reducir la velocidad del agua.

Estudiante cubre el talud creado por la terraza con una capa de heno en Plenitud PR.

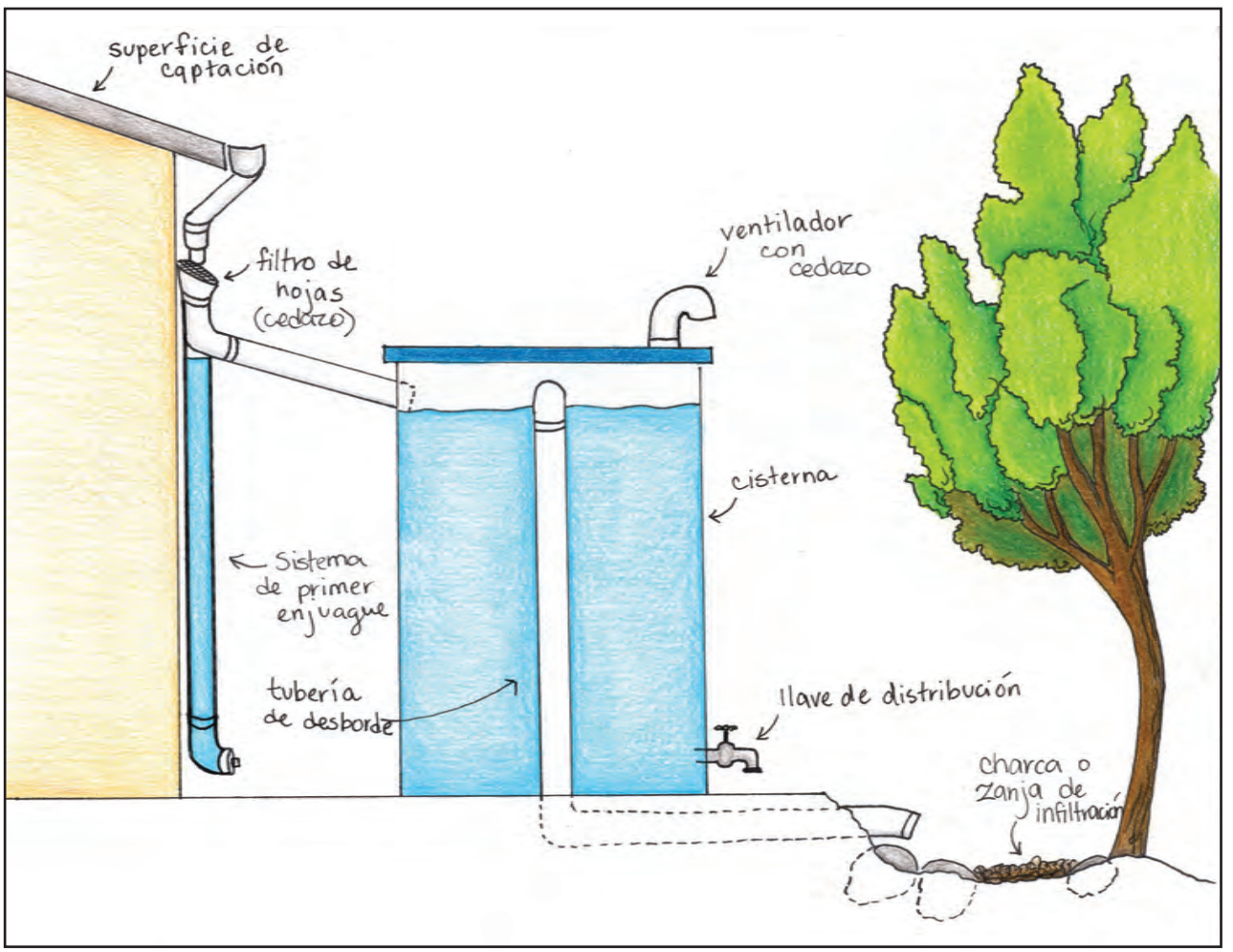
Esta charca de almacenamiento de agua del Proyecto Agroecológico El Josco Bravo se utiliza para propósitos de riego y fue incentivada por NRCS.

Captación activa

En la captación activa, se utilizan los techos o superficies planas con chorreras que dirigen el agua a un tanque o a una cisterna donde se almacena para el riego, uso doméstico y hasta agua potable (si se filtra correctamente). Este sistema se utiliza en los organopónicos. Sin embargo, a diferencia del suelo que, con buen manejo, puede aguantar miles de galones de agua en su interior, los sistemas activos están limitados a la capacidad de las cisternas y al presupuesto. Un sistema de recolección de agua de lluvia residencial tiene once componentes básicos que presentamos a continuación:

Captación activa de agua de lluvia en cisterna.

1. Superficie de captación
2. Chorreras y desagüe
3. Sistema de primer enjuague (opcional, según presupuesto disponible)
4. Cisterna
5. Tubería de distribución con válvula de cierre
6. Tubería de desborde
7. Ventilador
8. Cedazo
9. Filtros (opcional según uso)
10. Bomba (opcional según necesidad)
11. Equipo de mantenimiento: persona que instala e inspecciona el sistema



1. Superficie de captación

Este es el primer componente requerido. Puede ser un techo o cualquier superficie que reciba agua de lluvia, a la que se le pueda instalar chorreras y un desagüe que permite recolectar fácilmente el agua de lluvia y redirigirla. Esta superficie debe ser accesible para limpiar y no debe contener elementos tóxicos que pudiesen ser transportados a través del agua recolectada (ej. pintura tóxica o metales corrosivos).

Es importante que calcules el volumen de captación, es decir, la cantidad de agua que se puede recolectar en tu techo o superficie. Así sabrás cuánta agua puedes recolectar y el tamaño de la cisterna que necesitas. Para calcular el volumen en galones (V) que tu techo o superficie de captación puede recolectar, se utiliza la siguiente ecuación dada por el Caribbean Water Harvesting Tool Box (ve el Apéndice):

$$V = W \times Y \times Z$$

Donde:

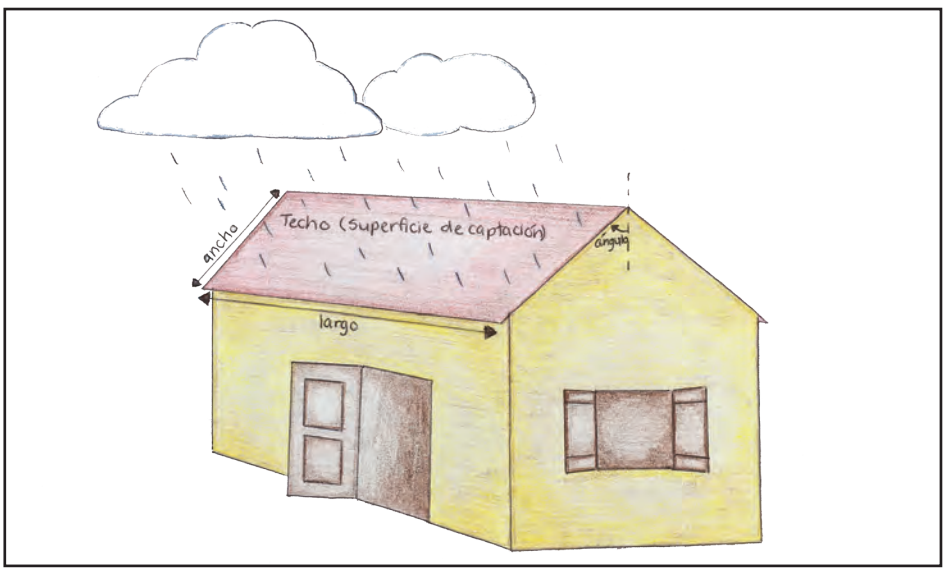
V= Galones de agua que puede recolectar su techo

W= Área de techo (m^2)
= largo (m) x ancho (m) x seno de ángulo

Nota: Refiérete al diagrama para identificar el ángulo de tu techo (superficie de captación), y luego utiliza la tabla para determinar el seno correspondiente al ángulo.

Y = Promedio anual de lluvia (mm/año)
Z = Coeficiente de escorrentía (por tipo de techo)

loza, madera, aluminio: 0.8 - 0.9
madera: 0.8 - 0.9
metal corrugado: 0.7 - 0.9
concreto: 0.6 - 0.8



Este diagrama muestra un ejemplo de una superficie de captación con ángulo; luego debes ver la tabla.

Seno de los ángulos del techo de 1 a 90 grados

Ángulo (grados)	Seno (ángulo)	Ángulo (grados)	Seno (ángulo)	Ángulo (grados)	Seno (ángulo)	Ángulo (grados)	Seno (ángulo)	Ángulo (grados)	Seno (ángulo)
1	0.0175	21	0.3584	41	0.6561	61	0.8746	81	0.9877
2	0.0349	22	0.3746	42	0.6691	62	0.8829	82	0.9903
3	0.0523	23	0.3907	43	0.682	63	0.891	83	0.9925
4	0.0698	24	0.4067	44	0.6947	64	0.8988	84	0.9945
5	0.0872	25	0.4226	45	0.7071	65	0.9063	85	0.9962
6	0.1045	26	0.4384	46	0.7193	66	0.9135	86	0.9976
7	0.1219	27	0.454	47	0.7314	67	0.9205	87	0.9986
8	0.1392	28	0.4695	48	0.7431	68	0.9272	88	0.9994
9	0.1564	29	0.4848	49	0.7547	69	0.9336	89	0.9998
10	0.1736	**30**	0.5	**50**	0.766	**70**	0.9397	**90**	1
11	0.1908	31	0.515	51	0.7771	71	0.9455		
12	0.2079	32	0.5299	52	0.788	72	0.9511		
13	0.225	33	0.5446	53	0.7986	73	0.9563		
14	0.2419	34	0.5592	54	0.809	74	0.9613		
15	0.2588	35	0.5736	55	0.8192	75	0.9659		
16	0.2756	36	0.5878	56	0.829	76	0.9703		
17	0.2924	37	0.6018	57	0.8387	77	0.9744		
18	0.309	38	0.6157	58	0.848	78	0.9781		
19	0.3256	39	0.6293	59	0.8572	79	0.9816		
20	0.342	**40**	0.6428	**60**	0.866	**80**	0.9848		

Adaptada del Caribbean Water Harvesting Tool Box. Luego de determinar el ángulo del techo tal como se muestra en el diagrama anterior, puedes utilizar la tabla para buscar el seno de ese ángulo, elemento necesario para completar la ecuación y determinar cuántos galones de agua de lluvia puedes capturar en tu techo.

2. Chorreras y desagüe

Las chorreras y el desagüe deben tener un tamaño adecuado para recibir la cantidad de agua que será captada de acuerdo al promedio anual de lluvia en la zona y al tamaño de la superficie de captación. En general, las chorreras y la tubería del desagüe no deben tener un diámetro menor de dos pulgadas para asegurar que el sistema no se tape fácilmente con hojas y sedimento del techo. El diámetro de la tubería del desagüe y de la tubería de flujo de entrada a la cisterna debe ser igual al diámetro de la tubería de desborde para evitar que el flujo en el sistema se detenga cuando la cisterna se llene. Puedes colocar un sistema para separar las hojas entre la chorrera y desagüe.

Chorrera recibe el agua del techo y la dirige por la tubería de desagüe a la cisterna.

Separadores de hojas entre la chorrera y el desagüe.

3. Sistema de primer enjuague

La tubería de primer enjuague recibe los primeros galones de agua del desagüe del techo con la mayor cantidad de sedimentos y residuos animales. Luego de llenarse, el agua más limpia comienza a entrar en la cisterna.

El sistema de primer enjuague recibe los primeros galones de lluvia que contienen la mayor cantidad de polvo y residuos animales (ej. excremento o residuos de comida de pájaros, ratones y lagartijos) recolectados de la superficie de captación. Es una tubería vertical con su apertura arriba para recibir el agua y abajo tiene una tapa o llave que se puede abrir con facilidad. Una vez está lleno, entonces el flujo de agua comienza a entrar a la cisterna. Se recomienda que el sistema de primer enjuague tenga una capacidad de 1 galón por cada 100 pies (30.5 metros) cuadrados de superficie de captación. Esta técnica básica de filtración sólo funciona con mantenimiento constante. Se debe vaciar la tubería del primer enjuague después de cada lluvia para que funcione eficientemente. Idealmente, el flujo de agua que se vacía de esta tubería se dirige a algún sistema de captación pasiva (charca o zanja de infiltración).

Se abre la llave del sistema de primer enjuague para botar esos primeros galones de lluvia contaminados.

4. Cisterna

La selección del tipo de tanque a utilizar depende mucho de su presupuesto, el espacio aprovechable y lo que está disponible en el mercado. Los tanques grandes de polietileno, aptos para alimentos, pueden costar aproximadamente $1.00 por galón y son recomendados para uso casero. Sin embargo, se pueden utilizar otros materiales reciclados tales como barriles, contenedores de hierro, contenedores cuadrados con rejillas o hasta se pueden hacer contenedores en hormigón o de ferrocemento (técnica que utiliza un mortero de cemento fuertemente armado con hilos de acero de pequeño diámetro o con tela metálica de malla fina en varias capas). Es importante que el tanque a utilizarse se pinte de un color oscuro para evitar el crecimiento de algas adentro. Para que el agua sea potable, debes asegurarte de que, si vas a utilizar material reciclado, este no tenga elementos tóxicos, pintura o residuos que puedan contaminar el agua. En otras palabras, debes saber qué sustancia contenía el contenedor originalmente. Si el agua va a ser para consumo es recomendable que los recipientes reusados sean de calidad alimentaria (*food grade*).

Para que sea conveniente, ubique el tanque cerca de la superficie de captación y cerca del destino del agua (ej. jardín, pluma o grifo). Así minimizará la cantidad de materiales, ahorrará dinero y será más fácil mantener una presión adecuada. Además, si

su entorno le permite, debe ubicar el tanque en una elevación más alta que el destino del agua, para así producir suficiente fuerza y lograr distribuir el agua con la energía gratis de la tierra: ¡la gravedad!

Al instalar un sistema de recolección de agua de lluvia activa utilizando cisternas, debes tomar en consideración las siguientes medidas de seguridad.

- ¡Las cisternas son pesadas! ¿Sabías que un galón de agua pesa 8.34 libras?
    - 600 galones pesan 5,004 libras (equivalente a una guagua)
    - 2,000 galones pesan 16,680 libras (más pesado que un elefante adulto)
- No se debe ubicar las cisternas a menos de 10 pies (3 metros) de una pendiente inclinada ya que su peso podría causar un derrumbe.
- Siempre se debe consultar a un ingeniero estructural o experto antes de ubicar cisternas encima de estructuras o estantes.
- No se debe beber el agua de lluvia sin filtrar y/o tratamiento necesario. Aunque su calidad es excelente, se contamina al tener contacto con la superficie del techo y en los drenajes se pueden acumular un sin número de animales muertos (insectos, roedores, pájaros, etc.) que pueden amenazar la calidad del agua. Es importante instalar un letrero que indique que es agua no potable.
- Deben tener un aliviadero por donde eliminar el fondo del tanque dado a que en el fondo es donde se depositarán la mayoría de los contaminantes y sedimentos. La toma de agua de los tanques debe estar al menos al 20% de la altura del fondo. Nunca debe ser extraída el agua de la parte de abajo del tanque.

Ejemplo de tubería de distribución soterrada con válvula de cierre.

5. Tubería de distribución con válvula de cierre

En sistemas que distribuyen el agua por gravedad sin utilizar una bomba, la tubería debe tener un diámetro interior de 1 pulgada (2.54 centímetros). Un tubo de media pulgada (1.27 centímetros) sería muy pequeño porque habría una pérdida de presión debido al aumento de la fricción entre el agua y el tubo. Se debe utilizar una llave de paso también de 1 pulgada (2.5 centímetros). En sistemas de distribución presurizada con bomba, se puede utilizar tubería con un diámetro interior de ¾ pulgada (1.9 centímetros). En este caso, la llave de paso debe ser de 3/4 pulgada (1.9 centímetros). En ambos sistemas, debes colocar la válvula a un mínimo de cuatro pulgadas (10 centímetros) más alto que el fondo de la cisterna para evitar que los sedimentos acumulados en el fondo de la cisterna salgan.

6. Tubería de desborde

Este componente va conectado a la salida del sobreflujo (*overflow*) que debe ubicarse en la parte superior del tanque, unas pulgadas debajo del borde

Ejemplo de cisterna con tubería de desborde y ventilador.

superior. Se utiliza para dirigir el exceso de agua lejos de la base de la cisterna, de otras estructuras y/o de pendientes donde pueda ocurrir erosión. En la medida que sea posible, se debe desviar el agua excedente hacia una charca o zanja con vegetación que reciba y aproveche el exceso de agua.

Nota: Todas las tuberías y drenajes deben ser cerrados y en las bocas tener rejillas y/o tela alámbrica. Esto minimiza el riesgo de contagio. También, reduce la posiblilidad de que los tanques de agua se llenen de sedimentos.

7. Ventilador

Todo tanque con tapa debe tener un ventilador para prevenir el efecto de vacío cuando grandes cantidades de agua se sacan del mismo. Debes asegurarte de que la apertura tenga un cedazo y que esté ubicado sobre la tubería de desborde para que el agua no salga por él.

Ejemplo de cedazo ubicado en la entrada de la cisterna para evitar la entrada de animales pequeños e insectos.

8. Cedazo

Para recolectar agua de lluvia de alta calidad, es clave añadir un cedazo en las aperturas de la cisterna. La cisterna debe estar sellada para evitar la entrada de animales pequeños incluyendo insectos que contaminen el agua con sus residuos. También es importante aislar el interior del tanque de la luz solar. Para esto se puede utilizar un tanque de material oscuro o puedes pintarlo. Las cisternas generalmente vienen con varias capas en sus paredes que cumplen con esta función. El tanque debe tener tapa o ser cubierto para evitar la evaporación.

9. Filtro

Si el agua de lluvia se utiliza para consumo humano y/o uso en el hogar, se necesita un filtro adecuado al igual que un mantenimiento consistente del sistema. No bebas agua de lluvia sin filtrar ni tratar. Aunque la lluvia es naturalmente destilada, es posible que se contamine con sustancias en la superficie de captación, chorreras y/o tuberías. Los filtros básicos de cerámica porosa y los de membrana de fibra remueven bacterias, protozoarios y sedimentos al igual que son convenientes para filtrar pocas cantidades de agua pluvial. Sin embargo, para suplir la demanda de un hogar, se recomienda utilizar un sistema de filtración extenso junto con una línea presurizada instalada profesionalmente.

10. Bomba

En general, las bombas varían de acuerdo al volumen que quieres mover y en especial de la distancia que se encuentran desde la toma hasta donde se use el agua. Para riego y piletas de exteriores, se puede usar una bomba sencilla de poco caballaje. Si el riego a utilizar es por goteo con mangas que rompen fácilmente, posiblemente se necesite un regulador de presión. Recomendamos buscar asistencia de alguien con experiencia y utilizar precaución al instalar las líneas de presión. Si es eléctrica se puede considerar suplir energía usando sistemas fotovoltaicos; estos ofrecen mayor resiliencia y permiten operar en áreas remotas sin acceso al tendido eléctrico.

11. Mantenimiento

El mantenimiento del sistema consiste en inspeccionar y limpiar los techos y las chorreras una vez al mes y hasta luego de cada episodio fuerte de lluvia. Los insectos, roedores y pájaros pueden hacer sus nidos en áreas del sistema de recolección y afectar la calidad del agua.

Para mantener el área limpia, se recomienda podar los árboles que puedan soltar hojas en el techo y sobre las chorreras. El techo y las cisternas también se deben limpiar con frecuencia. Los techos planos no cuentan con buen drenaje y tienden a almacenar mucha agua en la superficie, lo que fomenta el crecimiento de hongos. Estos hongos fácilmente pueden ser pasados a la cisterna, por lo que recomendamos que estos tipos de techos se laven frecuentemente.

Con el paso del tiempo, se debe ir verificando el sistema para asegurar que no hayan filtraciones, cedazos rotos ni acumulación excesiva de sedimentos en el tanque, y que todas las tapas estén bien cerradas. Es conveniente diseñar el sistema de manera que

se tenga acceso al interior de la cisterna para poder verificar el nivel del agua y su calidad.

Al aprovechar este recurso abundante de agua pura, reforzamos nuestra autosuficiencia y disminuimos nuestra dependencia de un sistema externo que a menudo puede fallar. Recomendamos empezar con sistemas pequeños y sencillos para ver cómo funcionan de acuerdo a sus necesidades y las particularidades de su hogar y de su finca.

1

2

3

Este es un ejemplo de un sistema simple de recolección de agua de lluvia, económico y excelente para un pequeño sistema de siembra. Se utiliza un dron de 55 galones (*food grade*) al cual se le corta el tope y se le instala una malla con grapas (ve las fotos 1 y 2). Para hacer la toma de agua, debes hacer una perforación y colocar una goma llamada *uniseal* de ¾ pulgadas e insertar un tubo de pvc de ¾ pulgadas. Ambas partes, el *uniseal* y el pvc debe estar sellados a presión. La llave de paso mostrada en la foto 3 permite que el agua salga más rápido que con una pluma corriente.

El agua es vida, conservémosla.

Proyecto Demostrativo: Plenitud PR

Organización sin fines de lucro con finca educativa

Plenitud PR está ubicado en Las Marías, Puerto Rico. Desde el año 2010, este proyecto se ha enfocado en ofrecer servicios educativos en diferentes temas de sustentabilidad incluyendo la agricultura ecológica y recolección de agua de lluvia.

En la finca, estando en una zona montañosa y lluviosa, ha sido muy necesaria la captación pasiva de agua de lluvia al igual que la activa. Estas han sido muy importantes para controlar y utilizar el exceso de agua, y así evitar la erosión del suelo y de los nutrientes.

Las técnicas utilizadas además mostraron ser muy eficaces tras el paso del huracán María pues no hubo problemas de erosión ni deslizamiento de terreno en las áreas de la finca donde se aplicaron estos sistemas hidrológicos.

En cuanto a captación pasiva, se utilizan las prácticas ya mencionadas en la sección. En la finca también se usa la captación activa en la zona 1 donde hay una siembra bajo umbráculo y mucha actividad. Tiene las siguientes especificaciones:

- La superficie de captación es un techo de galvalum de dos aguas de 32' X 42' (1,344 pies^2).
- Las chorreras que dirigen agua del techo a los tanques son de 5" X 5" (amplias por las lluvias tan intensas y área de captación tan grande).
- Tenemos dos tanques con una capacidad de 3,500 galones en total.
- El estimado anual de precipitación en Las Marías es de 90 pulgadas (229 centímetros).

Aquí presentamos una ecuación diferente a la que se utiliza en la sección que aunque menos precisa, es más sencilla para calcular la cantidad de agua pluvial que tiene la capacidad de cosechar (volumen en galones).

$$V_{(captación)} = A \times i \times E \times 0.623$$

A = Área de captación (pies^2)
i = Promedio anual de lluvia (pulg.)
E = Factor de error (utilizar .90)
0.623=Factor de conversión

$$V_{(captación)} = 1344 \text{ pies}^2 * 90 \text{ pulg.} * .90 * 0.623$$
$$V_{(captación)} = 67{,}822.3 \text{ galones de agua pluvial}$$

Cisterna de 1,500 galones en Plenitud PR.

Sin embargo, la capacidad de almacenaje está limitada por el tamaño de los tanques. Nuestra capacidad de 3,500 galones, prácticamente diarios en la época de lluvia, dan y sobran para riego diario de 5 bancos de 3' x 40', lavar el área cada dos semanas, preparación semanal de té y biofermentos y proveer agua para tomar luego de filtrada para alrededor de 10 personas diariamente.

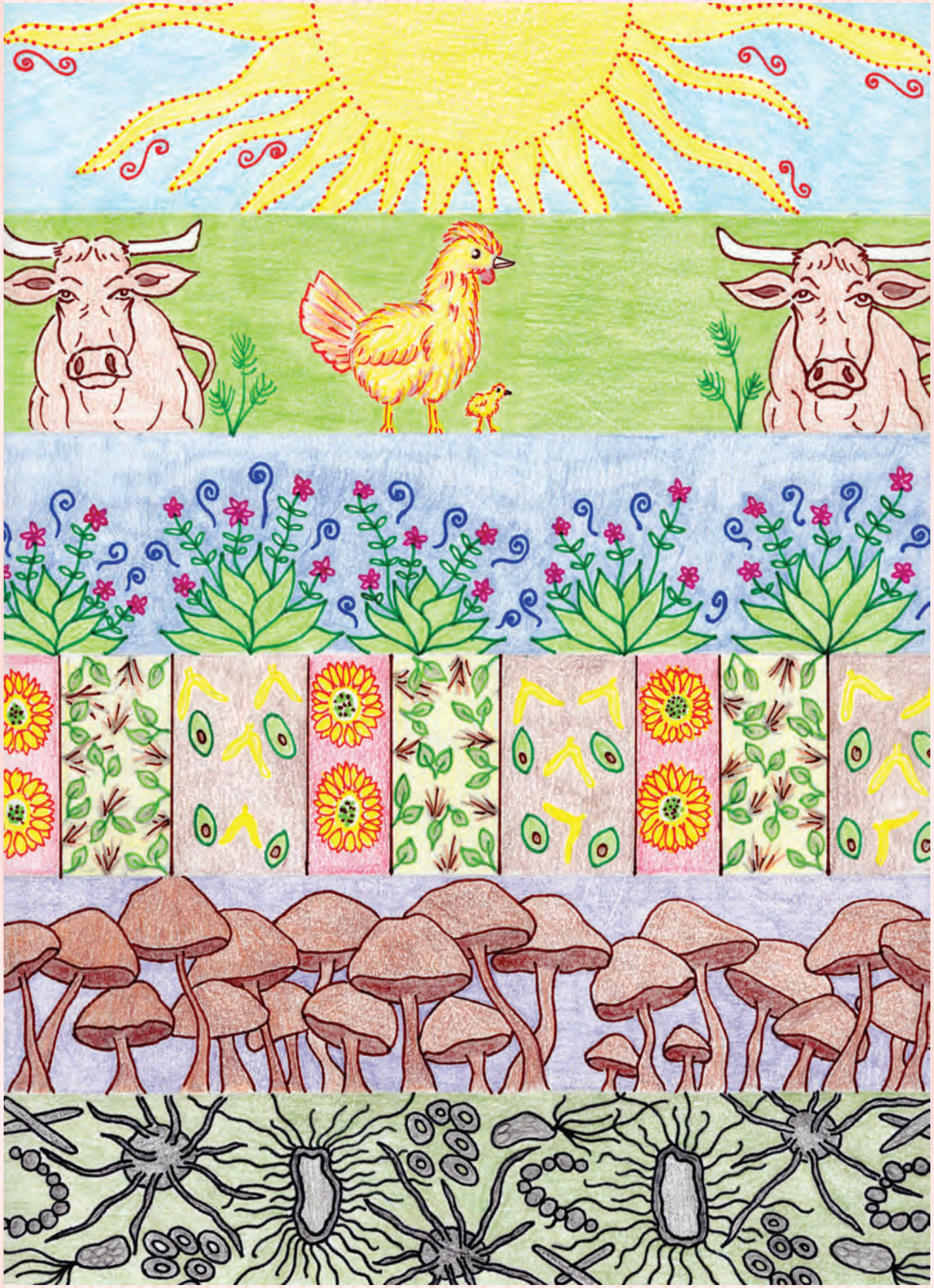
Como sobra tanta agua y los tanques se llenan en cuestión de minutos, se utiliza la tubería de desborde y zanjas de infiltración alrededor para manejar el agua acumulada y proteger el suelo y las estructuras en el área.

Para recolectar agua lo más limpia posible, la superficie de captación y las chorreras se lavan de acuerdo a las circunstancias particulares. En en el caso de *Plenitud PR*, hay lluvia constantemente lavando el techo, poco material cayendo en el mismo y cedazos que protegen las aperturas del sistema (filtro de hojas, ventilador y tubería de desborde). Por lo tanto, la superficie de captación, las chorreras y los cedazos se lavan cada seis meses y se observan periódicamente para ver que se mantengan limpios. El interior de los tanques se limpia y desinfecta una vez anualmente, ambos con manguera de presión.

La zanja de infiltración recoge agua en exceso de un tanque luego de un aguacero fuerte.

Métodos de captación activa y pasiva en Plenitud PR.

Sección 3
Sistemas de suelos



Introducción

El suelo es la base fundamental para el desarrollo de las plantas en sistemas de organopónicos. En esta sección ofrecemos una breve introducción a la biología del suelo y su relación con las plantas para tener un mejor entendimiento del rol fundamental que juega el suelo en la siembra. Explicamos distintas técnicas para crear sustratos recomendados para los organopónicos y que se pueden aplicar según tus necesidades y disponibilidad de recursos. Finalmente, esta sección abarca técnicas para aumentar la actividad biológica y la eficiencia en el uso de fertilizantes ecológicos que han funcionado en Puerto Rico con el fin de alcanzar una mayor fertilidad del suelo.

Interacciones en el suelo

Las plantas utilizan hasta un 50% de la energía que reciben del sol para **exudar** por sus raíces compuestos que contienen azúcares, carbohidratos y proteínas. Los azúcares, los carbohidratos y las proteínas alimentan a microorganismos tales como hongos y bacterias que son benéficos para el suelo y que a su vez, proveen a las plantas los nutrientes que ellas necesitan. Los **hongos** y las **bacterias** atraen depredadores tales como **nematodos** benéficos y **protozoarios**, quienes los consumen y excretan nutrientes alrededor de las raíces, lo cual provee alimento a las plantas. Todo este intercambio o reciclaje de nutrientes ocurre en la **rizosfera** (el área alrededor de las raíces de las plantas), tal como explican Goeff Lawton en su *Curso de Diseño de Permacultura* y Jeff Lowenfels en su publicación *Teaming with Microbes*.

Los microorganismos beneficiosos del suelo tienen incalculables funciones. Entre ellas se destacan las siguientes:

1. **Reciclaje de nutrientes** - Los microorganismos les proveen a las plantas los nutrientes que necesitan y ellas los alimentan con sus **exudados**. Las bacterias y los hongos son como bolsitas de fertilizantes que almacenan en sus cuerpos altas cantidades de nitrógeno y otros nutrientes que liberan al morir. Muchas veces los nematodos y los protozoarios funcionan como regadores de los fertilizantes porque al consumir y excretar los hongos y las bacterias, liberan nutrientes que alimentan las plantas. Más importante aún es que estos microorganismos son los responsables de procesar la materia orgánica que se encuentra en el suelo, de forma tal que hacen disponible a las plantas los minerales y otros nutrientes.

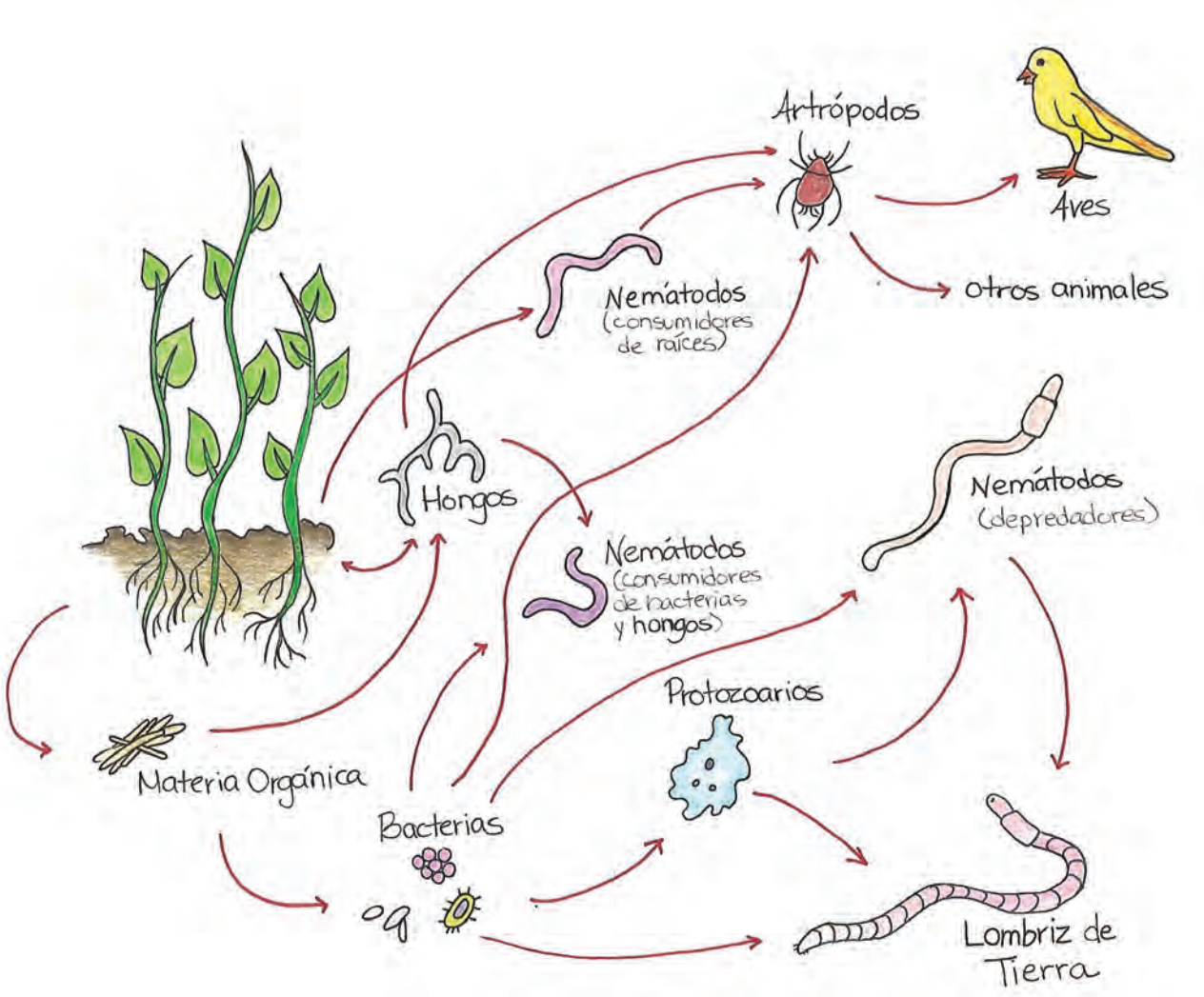
2. **Mejorar la estructura del suelo** - Los microorganismos, según van descomponiendo la materia orgánica y llevando a cabo sus funciones metabólicas, liberan sustancias que funcionan como pegamento para unir las partículas del suelo y así van creando **agregados**, lo que mejora la estructura del suelo.

3. **pH** - El **pH** indica la acidez o alcalinidad de una sustancia. La acidez o basicidad del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes inorgánicos para el crecimiento de las plantas. Mantener un suelo acondicionado con materia orgánica y buenas poblaciones de microorganismos, mejora el pH del suelo y aumenta la cantidad de nutrientes disponibles.

4. **Protección contra enfermedades y plagas** - El 70% de las enfermedades de las plantas provienen del suelo. Al tener una población alta y diversa de microorganismos beneficiosos en la rizosfera y en la superficie de las plantas, se evita que los **patógenos** ocupen esos **nichos** ya que son controlados por los microorganismos benéficos.

5. **Descomposición de toxinas y residuos de pesticidas** - Algunos microorganismos tienen la capacidad de procesar estos químicos y de esta forma limpiar los terrenos contaminados. Este término se conoce como biorremediación.

6. **Retención de nutrientes** - Los microorganismos almacenan los nutrientes en su cuerpo y detienen su **lixiviación**; eventualmente estos nutrientes estarán disponibles a las plantas.



Conoce tu suelo

Esta sección fue adaptada del Curso de Productores y Promotores Agroecológicos de El Josco Bravo y de la publicación de Órdenes de Suelos de Puerto Rico - Afiche de NRCS.

Es importante entender tu suelo para entonces saber cómo acondicionarlo y los tipos de cultivos mejor adaptados a esas condiciones. A continuación presentamos cuatro formas principales para conocer tu suelo.

La primera forma de conocer tu suelo la hemos realizado en *Plenitud PR*, haciendo pruebas de suelo para medir la actividad biológica y sus características químicas elementales (ej. pH, contenido de nutrientes).

(Ve el Apéndice para más detalles de pruebas de suelo incluyendo el protocolo para tomar muestras y laboratorios disponibles).

La segunda forma de conocer tu suelo es determinar el orden y la serie al que pertenece tu suelo. Existen doce órdenes de suelos en el mundo y en nuestro Puerto Rico, rico en diversidad, existen 10 de ellos. Los presentamos en la tabla de la siguiente página.

Doce órdenes de suelo en el mundo	
Suelos	**Descripción**
Alfisoles	Se forman bajo bosques de vegetación mixta. Son característicos de regiones semiáridas y húmedas. Facilitan la producción agrícola. Son marrón/rojizos.
Aridisoles	Son suelos altamente secos y comunes en la zona suroeste de Puerto Rico. Tienen colores claros.
Entisoles	Son suelos jóvenes con poco tiempo de formación. Son característicos de zonas áridas y escarpadas. También pueden ser encontrados en playas, dunas y planicies aluviales. Tienen colores claros.
Histosoles	Son suelos que están mayormente inundados todo el año. Poseen alto contenido de materia orgánica y presentan colores oscuros. Son de suma importancia para almacenar carbón y evitar inundaciones.
Inceptisoles	Es el tipo de suelo más abundante en Puerto Rico. Son suelos poco desarrollados en la agricultura. Se encuentran mayormente en pendientes graves y valles aluviales. Presentan colores claros.
Molisoles	Poseen un alto contenido de nutrientes y materia orgánica. Presentan colores oscuros y son generalmente cultivados.
Oxisoles	Se encuentran mayormente en las zonas montañosas de Puerto Rico y entre mogotes. Son suelos viejos, de baja fertilidad y ácidos. Presentan colores rojizos.
Spodosoles	Se encuentran en zonas húmedas. Exhiben una franja blanca que es producto de la combinación de materia orgánica y metales pesados en el subsuelo.
Ultisoles	Son suelos característicos de zonas húmedas montañosas de Puerto Rico. Son buenos para cultivos farináceos y frutales. Son suelos ácidos y la mayoría de nutrientes se encuentran en las superficies. Presentan colores rojizos.
Vertisoles	Poseen un alto contenido de arcillas expansibles que se expanden con la humedad y se contraen con en la sequía. Son suelos difíciles de trabajar cuando está húmedo. Son altamente fértiles y de color marrón.
Otros fuera de PR	
Gelisoles	Pasan por congelamiento.
Andilsoles	Están formados por ceniza volcánica reciente.

Luego de determinar el orden de suelo en su finca puede investigar a qué serie pertenece. Puede acudir información en las oficinas del NRCS o utilizando uno de sus recursos en línea, Web Soil Survey, en donde proveen información detallada de suelos luego de localizarlos en el mapa.

¿Y cuál es el mejor suelo? Recuerda nuevamente las palabras del agricultor Warys Zayas, "El mejor suelo es el que se tiene".

Identificar las propiedades físicas es la tercera forma de conocer tu suelo ya que estas pueden significar altos o bajos rendimientos. Las propiedades físicas del suelo influyen mucho en aspectos tales como la densidad, el drenaje y la retención de agua. Para determinar estas propiedades, puedes hacer pruebas a través de un laboratorio de suelo como las otras ya mencionadas, pero también puedes hacer pruebas caseras y observaciones visuales y de tacto. Al realizar las pruebas, recuerda utilizar el protocolo para tomar muestras de suelo que aparece en el Apéndice.

Primero, debes entender que el suelo se compone de tres tipos de partículas:

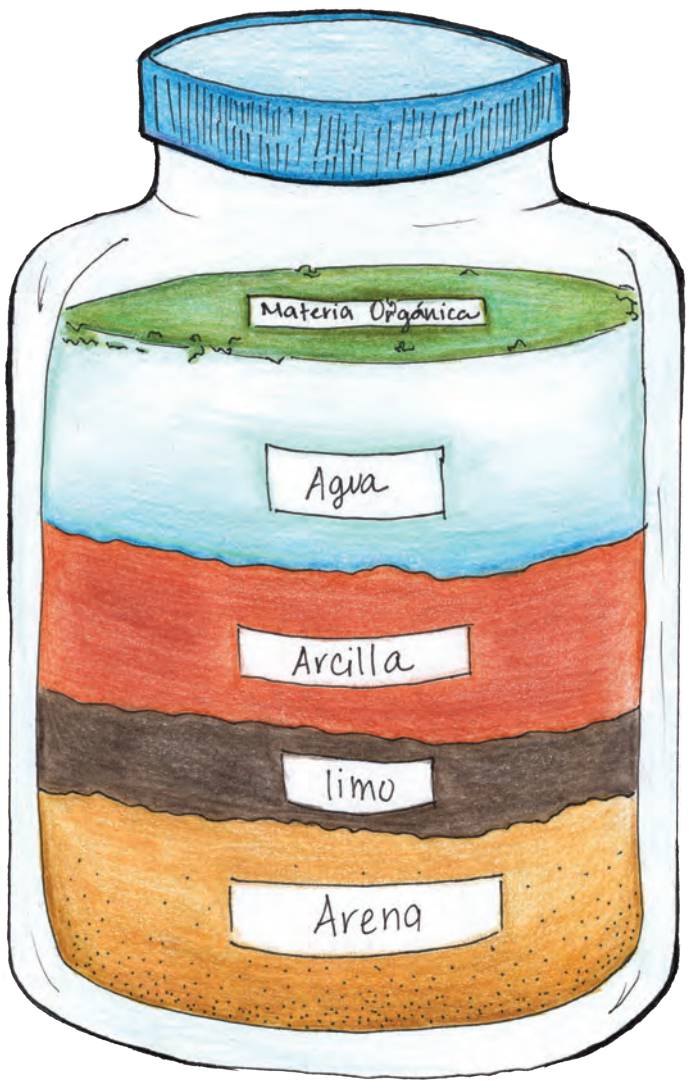
1. arcilla (más fina y liviana)
2. limo
3. arena (más grande y pesada)

En general, mientras más arcilla, más denso el suelo y más propenso a compactación pero mientras mayor contenido de arena, más suelto es el mismo. Por lo tanto, las proporciones de estas partículas en el suelo, determinan la textura del mismo. Los tres tipos de partículas traen beneficios y por consiguiente, lo ideal es un balance de todas aunque esto no es lo común, especialmente en Puerto Rico.

Puedes hacer observaciones visuales y táctiles. Humedece un poco de suelo y forma una bola para luego ver cuán fácil se rompe y cuán larga puedes estirar la bola y hacer una cinta sin que se rompa la misma. Mientras más resista la bola y/o más larga se estire la cinta, mayor contenido de arcilla tendrá el suelo. Para hacer esta prueba con mayor precisión, utiliza la guía de textura de suelo por tacto (ve el Apéndice).

Otra prueba casera que puedes hacer para determinar la textura del suelo es la prueba gravimétrica. Esta prueba consiste en colocar tu suelo en un contenedor y dejar que la gravedad separe las partículas (arcilla, limo y arena) según su peso (ve el diagrama). Para llevar a cabo esta prueba necesitas los siguientes materiales:

1. cubo limpio
2. pala
3. jarra o contenedor transparente con tapa
4. agua
5. suelo

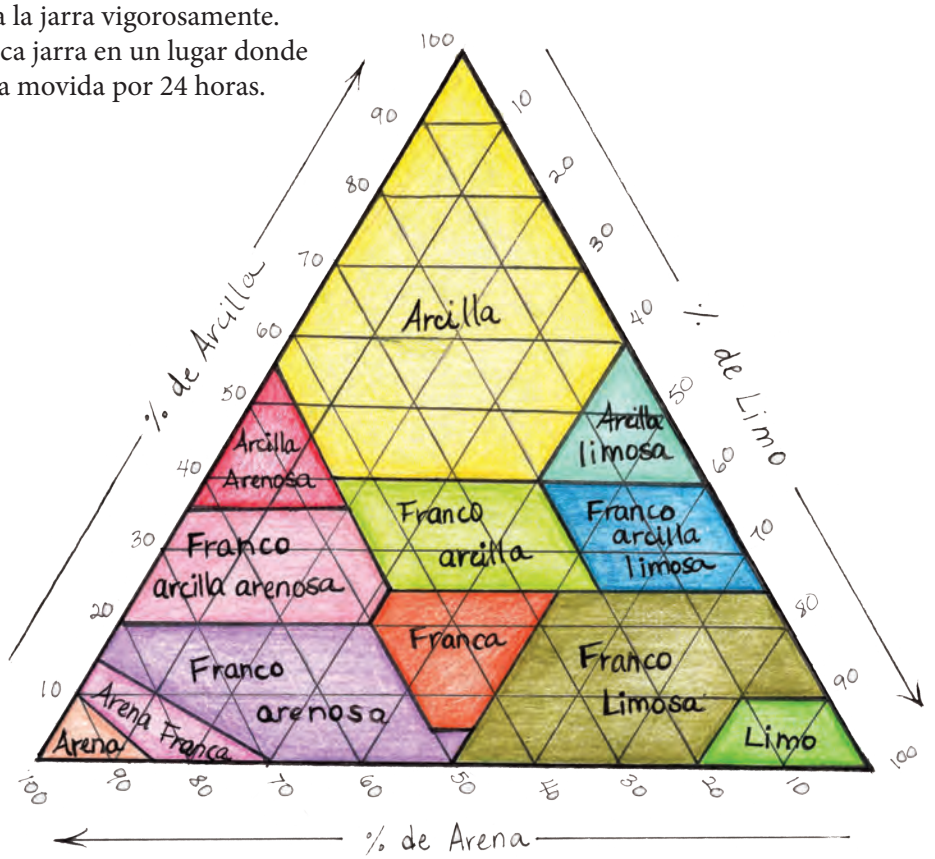


Este diagrama muestra la prueba gravimétrica en la jarra luego de las 24 horas durante las cuales se han ido asentando las capas; primero la capa de las partículas de arena, después, la capa de limo y por último, la de arcilla y la materia orgánica que no se logró eliminar de la muestra de suelo y quedó flotando en el agua.

Procedimiento para prueba gravimétrica

1. Identifica un área donde la vegetación e inclinación sea homogénea. Saca varias submuestras aleatorias en esta área para luego mezclarlas y tener una muestra representativa. Para cada submuestra elimina la capa de vegetación en la superficie del suelo primero y con una pala sacas el suelo. En un cubo limpio mezcla las submuestras y toma un puñado de la misma y échala en la jarra. (Elimina pequeñas rocas, plantas, palitos y cualquier objeto que no sea suelo.)
2. Llena el resto de la jarra con agua casi hasta arriba.
3. Agita la jarra vigorosamente.
4. Coloca jarra en un lugar donde no sea movida por 24 horas.
5. Observa las tres capas formadas (arena abajo, limo en el medio y arcilla arriba) y ver si hay alguna partícula predominante o si se ven las capas más o menos del mismo tamaño.

Nota: Para mayor exactitud, puedes calcular los porcentajes de cada partícula dividiendo la altura de cada capa por la altura del total de las capas y luego multiplicando cada una por 100. Después, con esos datos, utiliza la pirámide de textura que se muestra en la ilustración para determinar el renglón de textura al que pertenece tu suelo. (Ve recursos de textura de suelo en Apéndice para entender cómo usar esta pirámide.)



Esta pirámide muestra el renglón de textura al que pertenece tu suelo.

La cuarta forma de conocer tu suelo es identificar su estructura. Esto se define como el arreglo de partículas del suelo en agregados o terrones y su capacidad de mantener la integridad de los mismos. Esto afecta mucho la retención de agua, el drenaje, la susceptibilidad a erosión y compactación y el desarrollo de las raíces.

Para tener una mejor idea de la estructura de tu suelo, puedes hacer varias observaciones. Toma una muestra de suelo tal como hemos descrito anteriormente e identifica si hay una variedad de partículas pequeñas sueltas con terrones de más o menos media pulgada o terrones más grandes que son fáciles de romper. Si es así, probablemente cuentas con una estructura favorable. También puedes echar dos muestras de suelo en dos vasos y a uno de ellos añadirle el agua lentamente y ver si se mantienen los terrones. Esto también es un indicador de buena estructura.

Si luego de hacer las observaciones y las pruebas de textura y estructura de suelo, notas que tu suelo no cuenta con características muy favorables, la mejor manera de mejorarlo es añadiendo materia orgánica. Esta es un agente aglutinador de las partículas del suelo que favorece la formación de agregados, los cuales permiten una estructura saludable. Muchas veces optamos por mejorar la estructura del suelo mediante el arado. Esto se puede combinar con la adición de materia orgánica pero el arado excesivo puede a la larga destruir la estructura.

Preparación del suelo para los organopónicos

Existen varias técnicas para preparar el suelo según el diseño de bancos en el sistema organopónico. (Puedes referirte a la Sección 1 y repasar la porción acerca de los estilos más comunes de bancos de siembra.)

Banco de siembra

Un banco de siembra es un área que se prepara para sembrar los cultivos. Puede estar a nivel del suelo o elevado. Lo más recomendable es elevar el banco en montículos de 6 a 12 pulgadas de alto para que el suelo se mantenga suelto y, al mismo tiempo, ayudar a drenar el exceso de agua.

Pasos para preparar un banco de siembra
Dalma Cartagena, de la finca escolar *Agricultura en Armonía con el Ambiente*, enseña este proceso de preparación del terreno en bancos de siembra como una de las unidades principales de sus clases. Los pasos a seguir son:

1. Limpiar el área con azada.
2. Arar manual o mecánicamente. Existen distintas formas de arar. Algunas de ellas son:

    a. Picar suelo con azadón o picota.
    b. Romper suelo con trinche.
    c. Utilizar pala de corte para el método de cavado doble (ver el Apéndice para referencias).
    d. Roturar con *Rototiller*.
    e. Arar con animales.

3. Banquear (hacer el banco de siembra).
4. Incorporar materia orgánica como composta o estiércoles curados.
5. Utilizando el suelo nativo, se prepara el banco de siembra incorporando composta con cada siembra nueva.

Nota: El orden de estos pasos puede variar según las circunstancias de cada cual.

Don Luis, de *Finca Mi Casa,* recomienda el arado con trinche o cavado doble para ahorrar más energía y perturbar lo menos posible la **biota**.

Don Luis, de Finca Mi Casa, nos enseña a utilizar el trinche diseñado por él y hecho en casa.

Huerto en capas

El huerto en capas es una forma de preparar un banco de siembra añadiendo diferentes capas de materia orgánica. Esta técnica es ideal para organopónicos hechos directamente en el suelo. Aunque puede tardar más tiempo en prepararse, el huerto en capas es sencillo, más económico y resulta en alta fertilidad y producción. Los ingredientes para el huerto en capas son de diferentes fuentes de materia orgánica, según lo que haya disponible localmente. Es ideal iniciar el huerto en capas durante la época de lluvia. A continuación, enumeramos los pasos para la preparación.

Pasos para preparar un huerto en capas

1. Riega el área designada profundamente o espera a que caiga un aguacero.

2. Si estás haciendo el huerto directamente en la tierra, corta la vegetación del área y enmienda el suelo con una capa fina de cal y composta.

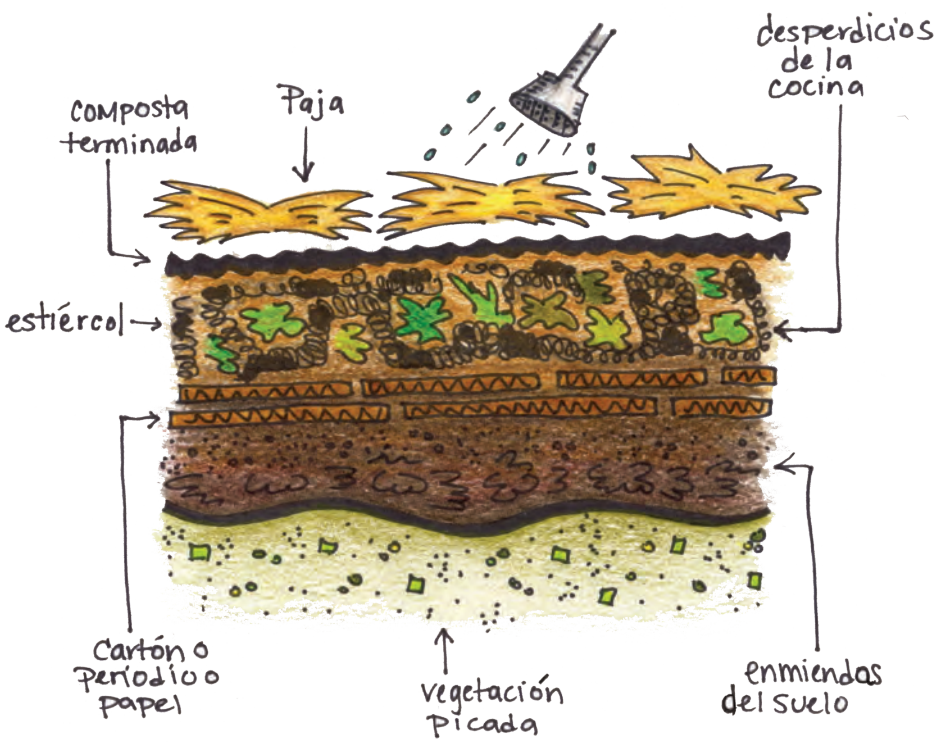
3. Coloca una capa de 1 a 4 pulgadas (2.5 a 10 centímetros) de cartón, papel de periódico blanco o negro o papel de computadora blanco reusado y previamente remojado. No utilices papel de colores porque la tinta puede ser tóxica.

4. Añade 12 pulgadas (30 centímetros) de estiércol, cáscaras de vegetales y frutas, grama cortada, borra de café y/o cualquier otro desecho orgánico. Debes humedecerlo bien.

5. Añade 4 pulgadas (10 centímetros) de hojas secas, madera triturada, aserrín, heno y/o papel triturado previamente remojado.

6. Repite estas capas hasta crear los bancos de 2 pies (0.6 metros) o más de altura. Puedes hacer todo en un mismo día o poco a poco según tengas acceso a los materiales. Es importante humedecer bien las capas.

7. Puedes proceder a sembrar inmediatamente solamente si añades una última capa de composta bien curada en la superficie del huerto y en el hoyo donde se va a sembrar. Solo debes sembrar plántulas, no semillas. En *Plenitud PR* esperamos unos meses a que se descomponga un poco el banco antes de sembrar. Aconsejamos que hagas lo mismo si estás empezando a sembrar.



Este diagrama muestra un huerto en capas.

Mezcla de sustratos y agregados

En caso de que desees preparar un sustrato de alta calidad rápidamente o si no estás trabajando directamente en el suelo, puedes preparar mezclas de agregados. Para preparar la mezcla se seleccionan componentes que proveen buen drenaje, nutrientes y microorganismos, retención de humedad y buena textura para que simulen un suelo vivo. Una vez se mezclan estos componentes, la mezcla debe usarse al momento. Esta técnica es más costosa porque requiere comprar los sustratos que se van a utilizar. Algunos ejemplos de agregados que se pueden utilizar para la mezcla incluyen: fibra de coco, hojarasca, topsoil, arenón, composta, cascarilla de arroz y perlita. A continuación, ofrecemos una breve descripción de algunos de ellos.

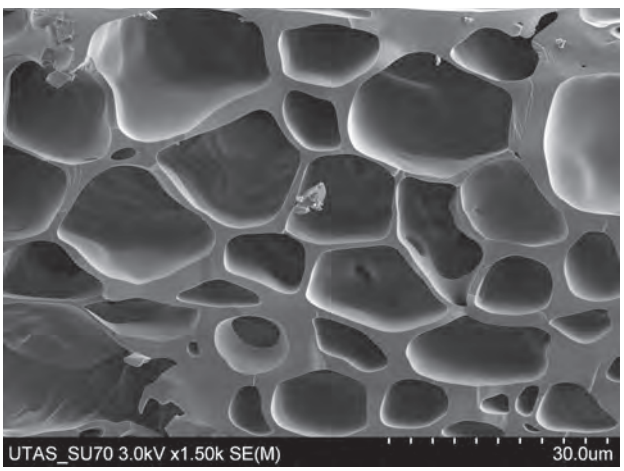
Fibra de coco - Es utilizada por su capacidad de retención de humedad, buen drenaje y pH de 6. Es más sustentable que el ***peat moss*** ya que es un excedente de la industria del coco, se descompone más lento y aguanta más compresión. La desventaja es que tiene un alto contenido de sal y se debe remojar en agua, idealmente caliente, y enjuagar antes de usar.

Composta - Añade nutrientes y vida a la mezcla de sustratos, lo cual aumenta la fertilidad por un largo periodo de tiempo. También balancea el pH y mejora la estructura del suelo, su retención de agua y drenaje. Debes asegurarte que la composta que utilices esté estable, lo que significa que ya se compostó por completo pues de lo contrario, causará un desbalance de nutrientes en las plantas. Esto es común que suceda cuando la composta es de madera. Una manera de asegurar que está lista es que la pila se mantenga a temperatura ambiente (que no esté caliente) y que tenga apariencia de "tierra", o sea, que no se pueda identificar el material del cual se preparó.

Lombricomposta - Contiene nutrientes solubles en agua disponibles para las plantas, un pH neutral, **elementos menores**, enzimas y microorganismos beneficiosos. Se deberá añadir lombricomposta al banco con cada siembra.

Perlita - Es estéril; tiene un peso liviano y un pH neutro. Se utiliza para reducir el peso de la mezcla de suelo y para aumentar la aireación y el drenaje.

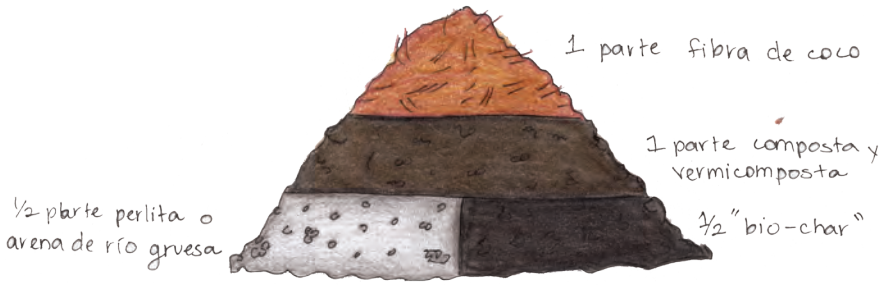
Bio-char - Se obtiene al hacer carbón de árboles maderables, así como de cáscara de arroz y de la cáscara interior del coco seco o el **endocarpo**. La carbonización ocurre al quemar el material en bajas concentraciones de oxígeno. Luego, el carbón se carga con nutrientes, ya sea remojándolo en té de composta aireado o mezclándolo con composta. Estudios en el campo de la permacultura muestran que añadir *bio-char* al terreno mejora la fertilidad y el pH, y sirve de hábitat para miles de microorganismos por su gran porosidad. (El término carbón activado—en inglés *activated charcoal*—no debe confundirse con el *bio-char*. El carbón activado es aquel que se activa luego de hacer el carbón a unas temperaturas más altas, mientras que el *bio-char* es carbón cargado con nutrientes.)



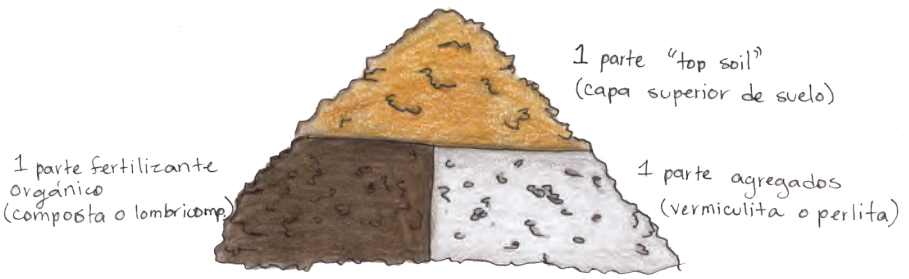
Imágenes microscópicas de *bio-char* que muestran la superficie y la porosidad del mismo. El *bio-char* sirve de hogar para los microorganismos. Esta imagen es cortesía de Charmaster Dolph Cooke de biocharproject.org.

Existen muchas combinaciones para crear un buen sustrato. Todo depende de los recursos y el material que se tengan disponibles, ya que se debe usar lo que tenemos más cerca y que no haga que incurramos en gastos excesivos de tiempo y dinero. En las ilustraciones, les presentamos dos guías sencillas para una mezcla de sustrato.

Mezcla de sustrato utilizada en Plenitud PR



Mezcla de sustrato comúnmente usada



Jóvenes de la Escuela Superior Luis Muñoz Marín en Añasco preparan la mezcla de sustrato durante un taller en Plenitud PR.

Fertilizantes

Los fertilizantes ecológicos alimentan la cadena biológica del suelo para que esta continúe activa, lo cual mantiene el suelo fértil y vivo. Los fertilizantes ecológicos principales que pueden ser producidos a nivel casero son:

- composta y lombricomposta,
- tés y extractos de composta,
- preparados de biofermentos y
- abono verde.

Composta

La composta es un producto que resulta del proceso controlado de descomposición aeróbica (con oxígeno) de materia orgánica. Las bacterias y los hongos aceleran el proceso de descomposición al alimentarse de la materia orgánica y así contribuyen a la multiplicación de microorganismos benéficos. Mediante este proceso de alimentación y reproducción de microorganismos, se genera combustión y por lo tanto, una alta temperatura que contribuye a la eliminación de plagas, enfermedades y semillas no deseadas. De esta forma, se produce una materia orgánica estable que sirve de enmienda para proveer nutrientes y actividad biológica al suelo como explica Elaine Ingham en su publicación The *Soil Biology Primer*. Coincidimos con el *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo* cuando dicen que la composta no es un abono, es un SÚPER abono. Pues además de aportar nutrientes de manera controlada (*slow release*), aporta microorganismos, balancea el pH y mejora la estructura del suelo, entre otras muchas cosas.

Nota: Composta cuya temperatura no sea monitoreada y simplemente se acumulen residuos, NO ES COMPOSTA.

Hay varios métodos de hacer composta. El método a usar depende mucho del tipo de materia orgánica disponible y la escala de producción que deseas. A continuación, les presentamos y describimos tres métodos: composta, lombricomposta y composta estática aireada. En el manual, profundizaremos en los dos métodos que recomendamos: composta y lombricomposta.

1. **Composta** - El proceso de compostaje básico es una técnica de descomposición controlada en la cual se aplican cantidades específicas de materia orgánica. La misma se mantiene aireada y humedecida durante el proceso de compostaje para alcanzar y mantener una temperatura óptima. Esto asegura la transformación de la materia orgánica a un fertilizante natural en pocas semanas. Se puede hacer comercialmente, en patios o en la finca.

2. **Lombricomposta** - La lombricomposta es una técnica de compostaje que utiliza lombrices para descomponer la materia orgánica y producir un fertilizante natural de alta calidad. Ofrecemos detalles sobre la lombricomposta más adelante.

3. **Composta estática aireada** - La composta estática aireada es una técnica de compostaje pasivo en la cual se ubican las pilas del material orgánico sobre una superficie porosa con tubos de PVC perforados que se extienden más allá de los límites de la pila de composta y la mantienen aireada sin necesidad de voltearla. Se hace generalmente a nivel comercial con pilas bien grandes que requieren maquinaria para poderlas mover, pero también se puede hacer a pequeña escala, sin necesidad de maquinaria.

Composta en pila tradicional siendo volteada para oxigenarla.

Receta para la elaboración de composta básica

Esta sección fue adaptada y traducida del portal Soil Food Web Inc.

En la elaboración de la composta básica manejamos la temperatura para mantener un control de **patógenos** y evitar problemas de salud tanto para quien elabora la composta como para el consumidor de los alimentos abonados con la misma. Además, este tipo de composta, aunque es más detallada, hemos visto que nos garantiza una **inoculación** apropiada de microorganismos beneficiosos y una producción de composta relativamente rápida, siempre y cuando seguimos las instrucciones. Recuerda que esta receta es una guía. Los materiales e ingredientes pueden variar según lo que tengas disponible. Lo que no debe cambiar son los principios y así el resultado será consistente.

Materiales para preparar la composta
Para preparar la composta se utilizan materiales variados. Con el propósito de simplificar su clasificación, los hemos agrupado de la siguiente forma: "fuego", "material verde" y "material seco".

- **Fuego** - Son los materiales altos en nitrógeno que van a aumentar la temperatura de la pila al iniciar una reproducción exponencial de microorganismos. Ejemplos: estiércoles frescos (excepto de cerdo, gatos o perros), **plantas leguminosas** y/o ciertas plantas bio-acumuladoras como el girasol mexicano (*Tithonia diversifolia*).
- **Material verde** - Son el alimento principal para las bacterias en la pila y proveen el nitrógeno, la proteína y las azúcares necesarias. Ejemplos: plantas, desperdicios de cocina, borra de café, grama y algas. (Debes dejar las algas a la interperie para que la lluvia le elimine parte de su contenido de sal. Si no llueve, utiliza una manguera.
- **Material seco** - Son el alimento principal para los hongos, son ricos en carbono y proveen energía. Ejemplos: aserrín no fresco, papel triturado, cartón, hojas secas y madera triturada.

Nota: Algunos materiales pueden percibirse como secos, cuando en realidad son verdes y viceversa. Por ejemplo, un árbol leguminoso como por ejemplo leucaena (*leucaena leucocephala*) o madre cacao (*gliricidia sepium*), puede ser triturado y parecer un material seco pero en realidad cae bajo la categoría "fuego" por su alto contenido de nitrógeno.

Para preparar estas compostas, idealmente se deben tener todos los materiales listos de antemano para montar la pila en un solo día ya con proporciones balanceadas de los ingredientes y lista para calentarse. Una vez se prepara, no se debe añadir más material, a menos que la temperatura lo indique (se explicará más adelante).

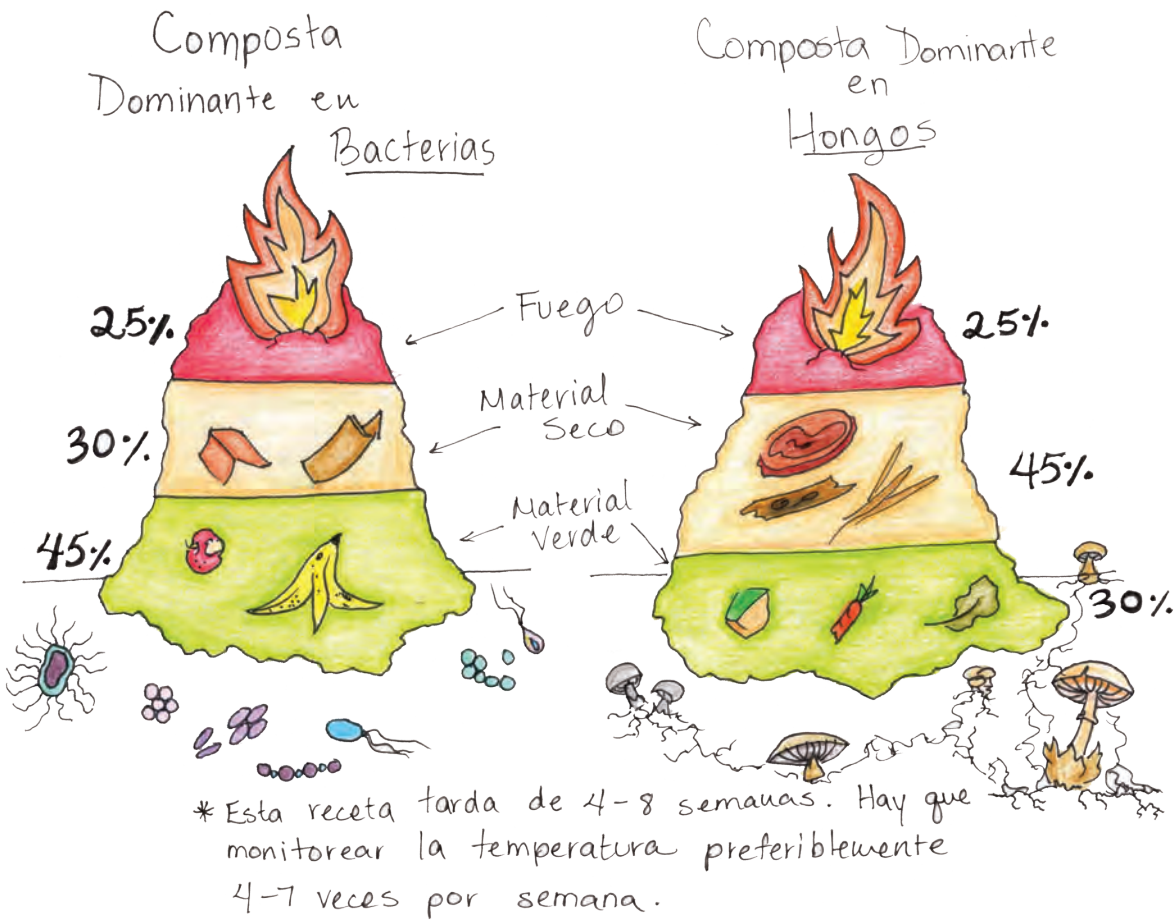
Sin embargo, si estás preparando una composta casera donde poco a poco vas acumulando desechos de cocina sigue los siguientes pasos:

1. Llena un contenedor (3 pies cúbicos) con una parte de material seco y otra parte de material verde.
2. Abre un espacio en el medio y añade la primera cantidad de desechos de cocina y cúbrelo completamente.
3. Cada vez que tengas una nueva cantidad de desechos de cocina, repite el segundo paso hasta llegar al tope y cubrirlo.
4. A las 2 semanas de la última cantidad añadida a la pila, entonces puedes añadir un 10% de material fuego y mezclar toda la pila.
5. Procede a hacer la composta como explicamos a continuación.

Proporciones
Las proporciones de los materiales para la composta varían según su uso y el tipo de cultivo. Aquí explicamos la diferencia en las proporciones dependiendo si el cultivo es perenne o anual según Elaine Ingham en *The Soil Biology Primer*.

- cultivos perennes (ej. guineo, papaya, café) - Prefieren un alto contenido de carbono y debe dominar el material seco en la composta para alimentar a los hongos. En la composta para los cultivos perennes deben predominar los hongos.
- cultivos anuales (ej. tomate, lechuga, berenjena, ají) - Prefieren un alto contenido de nitrógeno y debe dominar el material verde en la composta para alimentar a las bacterias. En la composta para los cultivos anuales deben predominar las bacterias.

Porcentajes de material para composta



Las dos imágenes muestran los porcentajes de materiales para hacer las pilas dominantes en bacterias o en hongos.

Equipo para elaborar composta

Necesitarás los siguientes materiales para elaborar la composta:

1. Termómetro de acero inoxidable (3 pies de largo mínimo)
2. Tenedor o trinche para virar la composta
3. Manguera o irrigación con agua sin cloro para humedecer la composta (si usas agua de acueducto, debes rociarla para que el cloro se evapore).
4. Contenedor para hacer la composta (opcional)
5. Cubierta para la pila de composta (ej. cartón, toldo)
6. Contenedores para remojar los materiales secos
7. Pailas de 5 galones para medir los materiales
8. Tubo PVC con huecos para aumentar la cantidad de oxígeno en la pila

(1) Termómetro en composta. (2) Tubo PVC. (3) Contenedor para hacer la composta.

Pasos e indicaciones para hacer la composta

Lleva a cabo los siguientes pasos para preparar tu composta:

1. Escoge un área fresca con sombra y acceso a agua sin cloro para hacer la composta.

2. Prepara un contenedor (opcional) y coloca un tubo PVC horizontal en el suelo en el área de la pila con los orificios hacia abajo. Recomendamos un contenedor de tela metálica enrollada en forma de un cilindro. Toda pila debe estar cubierta con un toldo o cartón para protegerla del sol y la lluvia.

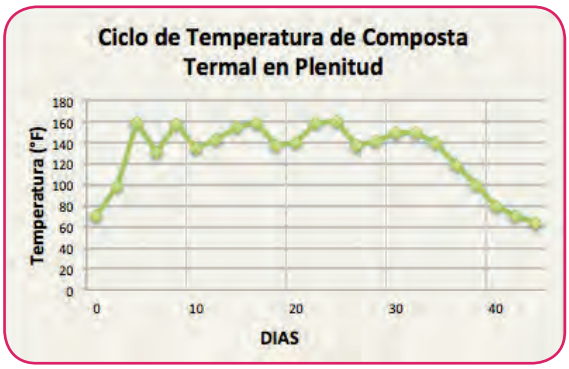
3. Determina las proporciones para la composta (dominante en bacterias u hongos) y los materiales que necesita.

4. El día antes de hacer la composta se debe:
    - Recolectar el "fuego" y el "material verde" ya que deben ser frescos.
    - Remojar en agua los materiales secos preferiblemente triturados. El nivel de humedad de los materiales debe ser 50% y el de la pila también.
    - Cubrir los materiales para protegerlos de los elementos.

5. Añade los materiales a la pila de forma intercalada. Para asegurarte de tener las proporciones correctas, debes medir los materiales en pailas para saber el por ciento de cada material que se va añadiendo. Si es necesario, los materiales se deberán ir mezclando y humedeciendo mientras se hace la pila. El volumen total debe ser de 3-4 pies (1 - 1.22 metros) de alto y de ancho. Al final, cubre la pila con un material que respire.

6. Monitorea diariamente la temperatura de la pila en tres lugares diferentes y a la misma profundidad. En los primeros 3-7 días, la temperatura debe alcanzar los 131°F (55°C) y luego debe mantenerse así por los próximos 10-15 días corridos. No debe sobrepasar los 155°F (68.3°C).

Nota: Mantener un registro diario de la temperatura de la pila te va a ayudar a determinar en qué etapa de desarrollo está la composta y poder hacer ajustes durante el proceso. Si la pila se calienta demasiado rápido y alcanza los 155 °F (68.3°C), quiere decir que hay una reproducción de microorganismos muy acelerada y se va a volver anaeróbica (sin oxígeno) al no haber suficiente oxígeno para todos. Al volverse anaeróbica, estaríamos reproduciendo organismos que pueden ser nocivos para las plantas y los humanos. Para disminuir la temperatura, hay que voltearla y añadirle más carbono o "material seco" a la pila. Si la pila calienta hasta llegar a los 131 °F (55°C) demasiado lento, se le debe añadir nitrógeno, o "fuego" a la pila y más agua si es necesario.



Está gráfica muestra el flujo de temperatura de esta composta según las semanas pasaban y se iba virando.

7. Deberás voltear la pila de composta:

    a. cuando la temperatura sobrepasa los 155 °F (68.3°C), para que la composta no se vuelva anaeróbica (sin oxígeno);
    b. si hay partes mojadas y otras secas o partes calientes y otras frías;
    c. si hay actinobacteria (se ve como una capa de ceniza blanca en la pila); y/o
    d. si huele mal.

Nota: Para lograr una descomposición homogénea, debes asegurarte de que el material que queda en el exterior de la pila llegue al centro de la pila y viceversa. Una composta bien hecha se debe virar solo 5 veces en el periodo que toma hacer la composta. Después de la quinta vez, no hay que voltearla más; se deja descansar hasta que madure. Cada vez que se voltea, se están cortando las hifas de los hongos.

8. Durante el proceso de temperaturas altas, mantén la humedad en un 50%. Se puede hacer un orificio dentro de la composta y sacar una muestra. Al exprimir la muestra de composta cerrando el puño con fuerza, no deben caer gotas y al abrir el puño se debe mantener la materia conjunta como una bola irregular. Al tirar la misma al suelo, se debe quebrantar. Si salen gotas y si no se quebranta al tirarla al suelo, el nivel de humedad sobrepasa el 50%. Si la materia no se mantiene conjunta al abrir el puño, hace falta agua. Esta es sólo una prueba porque varía de acuerdo al material que se está compostando y la etapa de compostaje. Si el nivel de humedad está bajo, se debe humedecer sólo cuando se voltea la composta. Se debe usar agua de lluvia o aireada para que esté libre de cloro.

Prueba de humedad: al cerrar el puño con fuerza, no deben caer gotas de agua. Al abrir el puño, se debe mantener la materia conjunta como una bola irregular.

9. Cosecha la composta entre 4-8 semanas cuando retorna totalmente a temperatura ambiente. Una buena composta termina con una población diversa de bacterias, hongos, protozoarios, nematodos y microartrópodos. La composta debe ser de color marrón oscuro y tener un olor a tierra. Puede durar almacenada hasta 2 años y se debe mantener húmeda.

Diferentes capas de materiales en la composta al inicio.

Composta lista para cosechar después de 6 semanas.

"Por lo general, yo no volteo la pila si está en 155°F (68.3°C). Si uno verifica el registro diario, podrá mantener la pila a esa temperatura sin pasar el trabajo de volteo. Si esto causa un colapso general de la temperatura, entonces la volteo. Por lo general, colocar el tubo perforado de PVC en el fondo de la pila permite la autorregulación de la temperatura y evita la necesidad de voltear la pila."

- Joaquín A. Chong, PhD

Lombricomposta

De acuerdo al ingeniero biológico y agricultural Hala Chaoui, la lombricomposta es materia orgánica descompuesta de forma acelerada por microorganismos y lombrices de tierra. El resultado de esta descomposición es estiércol de lombriz, un material estable y beneficioso para las plantas, también conocido como humus de lombriz, vermicomposta o lombricomposta.

Beneficios de la lombricomposta

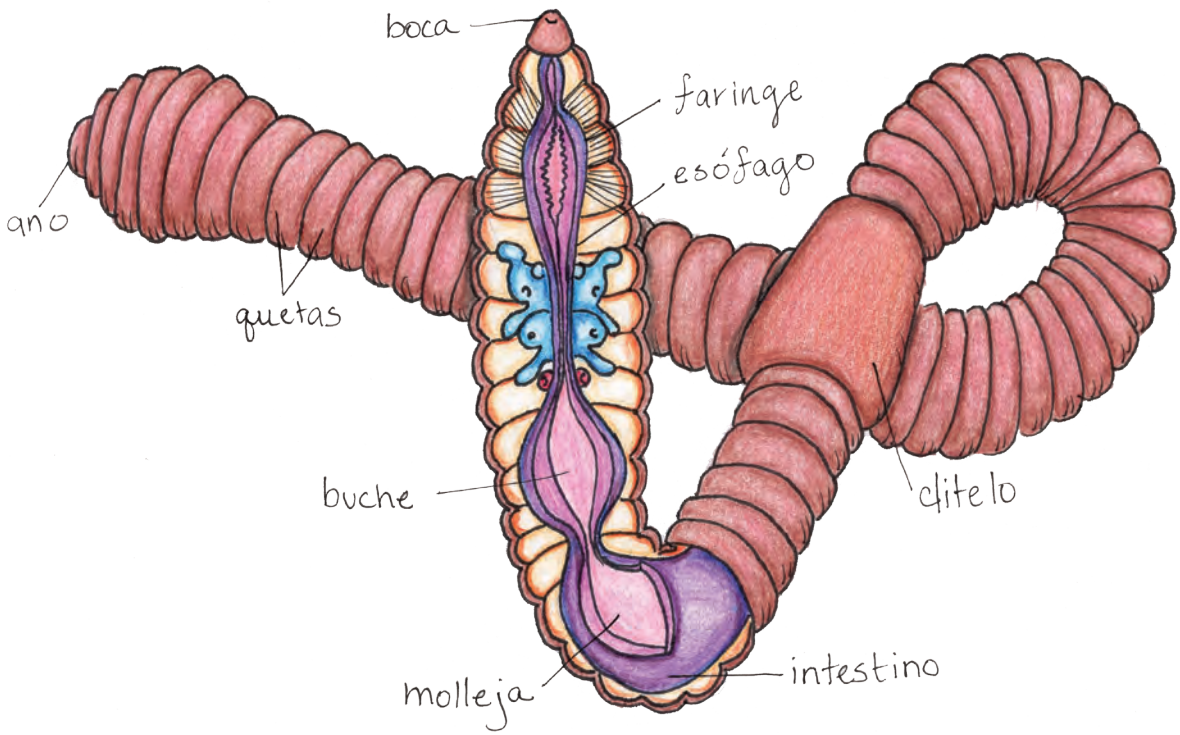
La lombricomposta es oro negro para el agricultor ecológico. En *Plenitud PR* hemos visto cómo con la aplicación de este abono las plantas se fortalecen y crecen de un día para otro. En Cuba, la lombricomposta ha sido un elemento clave para la producción en masa de los organopónicos. A continuación, detallamos estos beneficios:

- Contiene minerales y micronutrientes o elementos menores esenciales para los cultivos, tales como magnesio y calcio, que las plantas pueden absorber mejor que cuando se utilizan fertilizantes sintéticos.
- Contiene enzimas, pH neutro, hormonas de crecimiento para los cultivos y una alta población microbiológica benéfica, libre de patógenos (inhibe el desarrollo de hongos y bacterias que causan enfermedades).
- Reduce el volumen de desperdicios orgánicos y evita la acumulación de este material en los vertederos.

Lombrices de la especie *Eisenia fetida*.

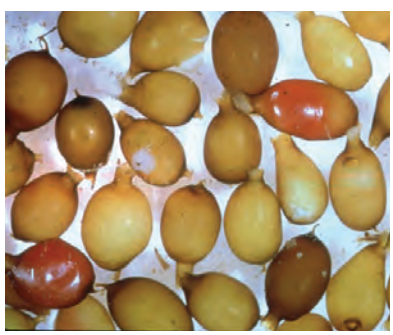
Especie ideal de lombriz para lombricomposta
En el mundo existen aproximadamente 1,800 especies de lombrices de tierra. La especie *Eisenia fetida*, mejor conocida como la lombriz roja californiana, es utilizada específicamente para la producción de vermicomposta por su fortaleza, alto nivel de reproducción y su capacidad de comer hasta 75% de su peso corporal diariamente de acuerdo a Hala Chaoui.

Anatomía de la lombriz *Eisenia fetida*



Algunos datos impresionantes de la *Eisenia fetida* según las investigaciones de Kim Hyun-Jung et al. son:

- Produce diferentes especies de bacterias en el género de las Pseudomonas que son capaces de descomponer muchos pesticidas y químicos tóxicos.
- La capa exterior de sus cuerpos, conocida como mucílago, mata a los patógenos que entran en contacto con su cuerpo, como el *E. coli* (bacteria fecal), y los reemplaza con bacterias beneficiosas.
- El aparato digestivo de la lombriz forma agregados que le tardaría a la naturaleza años en formar. Esto permite el crecimiento de hongos beneficiosos.
- Kim Hyun-Jung afirma que al finalizar su digestión, transforman el 60% de lo que consumen en nutrientes orgánicos.
- Pueden vivir hasta 16 años y son hermafroditas, o sea, tienen órgano sexual masculino y femenino, pero no son capaces de autofecundarse, se necesitan las unas a las otras para reproducirse.
- Maduran sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Se reproducen cada 7 a 14 días y depositan un huevo que contiene de 2 a 20 posibles lombrices, que en promedio solo 3 eclosionan pasados los 21 días. Una lombriz adulta es capaz de tener 1,500 crías al año.



La imagen muestra los huevos de lombrices, foto cortesía de NRCS.

En el *Manual Cría de la lombriz de tierra: Una alternativa ecológica y rentable*, presentan otras especies de lombriz como la *Eudrilus eugeniae*, también conocida como la lombriz roja africana la cual es muy útil para la composta. Esta lombriz está adaptada a climas tropicales a diferencia de la *Eisenia* que resiste climas templados. En un ambiente adecuado, la lombriz roja africana puede tener mayor tasa de reproducción y comer hasta el 150% de su peso. Sin embargo, si se encuentra en condiciones adversas, no es muy resistente y tienden a escapar o morir.

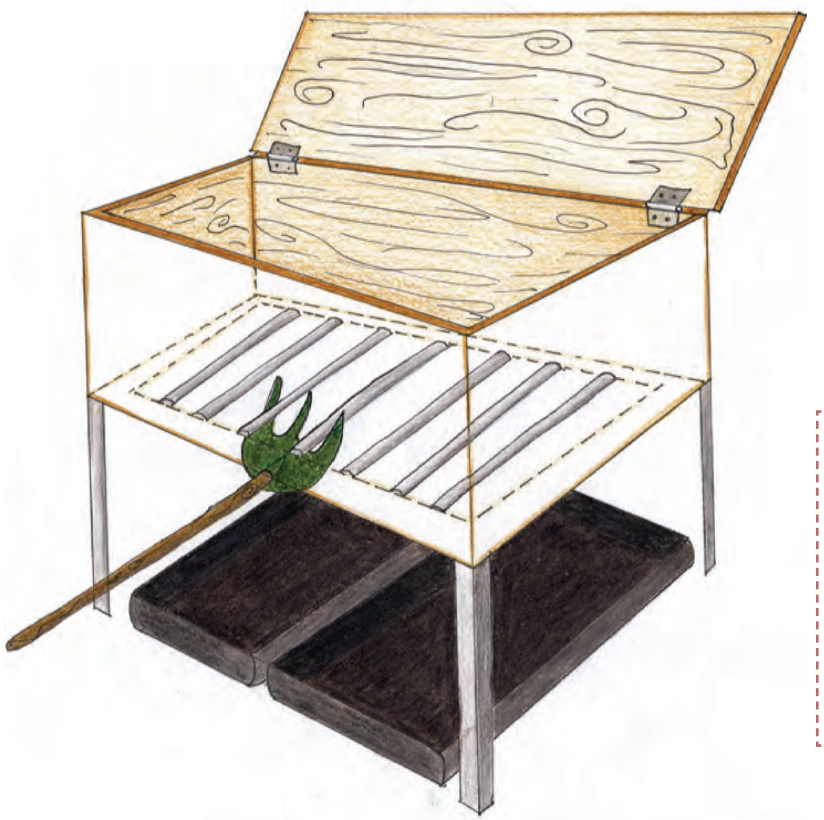
Sistemas de lombricomposta

En los sistemas de lombricomposta se crían lombrices que, mediante sus procesos naturales de alimentarse y defecar, generan composta. Los elementos para una lombricomposta son:

- lombricompostera o una estructura confinada en un área fresca y protegida de la lluvia y el sol y con la humedad necesaria,
- 1 libra (0.45 kilogramos) de lombrices por cada pie cuadrado de la lombricompostera,
- camada y alimentos, y
- un sistema para separar a las lombrices de la lombricomposta.

Existen varios sistemas de lombricomposta desde baldes perforados, bañeras recicladas hasta sistemas industriales. Aquí compartimos dos sistemas principales de lombricomposta.

Sistema de flujo continuo



Sistema de flujo continuo cuyo tamaño recomendado es de 2 pies de ancho por 2 pies de profundo por 4 pies de largo, elevado a 2 pies de alto. La parte de abajo de la caja es una reja a la cual se le puede pasar un pequeño rastrillo para ir raspando la vermicomposta y que esta caiga en las bandejas de cosecha que están debajo.

Sistema de flujo continuo

- En este sistema las lombrices viven en una caja rectangular.
- La materia orgánica es introducida en la parte superior y la cosecha de la vermicomposta es recogida en la parte inferior.
- Al raspar la lombricomposta, esta va cayendo a través de una tela metálica, o un material similar, y se deposita en unas bandejas. El raspado de la lombricomposta se puede hacer con una herramienta similar a un rastrillo pequeño o también se puede menear la misma con una máquina, dependiendo del diseño seleccionado para tu lombricompostera (ver videos citados en el Apéndice).
- La ventaja de este sistema es que se cosecha la lombricomposta continuamente sin trastocar a las lombrices pues se mantienen arriba donde hay alimento.
- Este sistema puede ser un modelo simple hecho por uno mismo apto para un huerto casero, huerto escolar o hasta comercial y mecanizado para producción a gran escala.

Corrales o contenedores

- En este sistema las lombrices están en unos corrales o contenedores con una profundidad y ancho máximo de 4 pies (1.2 metros) y el largo deseado.
- Los corrales pueden ser de cemento o madera no tratada. Los contenedores pueden ser bañeras reusadas, cajas plásticas o pailas.
- Se colocan las lombrices en una sección del contenedor o corral y se añade la materia orgánica cernida y "limpia" (sin hormigas) en capas de 2 pulgadas (5 centímetros) en la parte superior del sistema.
- Se repite el proceso una vez esas 2 pulgadas (5 centímetros) estén totalmente procesadas, hasta llegar a la parte superior del contenedor de la lombricompostera.
- Se añade agua al sustrato cuando sea necesario y sólo en el área que las lombrices utilizan.
- Para cosechar la lombricomposta se deben retirar las lombrices. En el momento de la cosecha, reduzca la humedad.
- La manera menos estresante para retirar las lombrices es colocando una tela de sarán o saco de yute (típico saco de tejido que se utiliza para transportar café) con materia orgánica adentro y que tenga humedad apropiada. Esto atraerá a las lombrices al saco o la superficie. Es importante controlar la humedad para que sea fácil moverlas de una sección a otra y poder cosechar.
- Luego de un día, se remueve la tela o saco con las lombrices y se colocan en otro contenedor para conservarlas.
- Esto se puede repetir tres días corridos para asegurarse de sacar la mayoría de las lombrices y luego se cosecha la lombricomposta que queda en el corral.

Sistema de corrales: Aquí se aprecia uno de los corrales en Plenitud PR hecho de cemento y puertas de madera.

Estudiantes entrando al área de lombricomposta en los corrales de Plenitud PR.

Manejo del sistema de lombricomposta

Esta sección es adaptada y traducida de Red Worm Composting: Guide to Vermicomposting

La observación y el monitoreo es de suma importancia ya que las lombrices son seres vivos. Existen nueve (9) factores principales que debes manejar.

1. **Camada y alimentación** - Cuando hablamos de camada, en este caso, nos referimos al medio en que se desarrolla la lombriz. El hábitat natural de la lombriz de composta es un bosque con un suelo rico en materia orgánica y nuestra

meta es imitar este sistema. Las 3 opciones más comunes de camada y alimentos son:

a. **Estiércol**: Se pueden colocar jaulas de conejos o güimos encima de los corrales para que el estiércol alimente directamente las lombrices. Otra forma, popular en Cuba, es colocar 2 pulgadas (5 centímetros) de estiércol pre-compostado y cada vez que es procesado por las lombrices (luego de 1 a 2 semanas) se añade la siguiente capa. En estos casos, la camada viene siendo sólo el estiércol.
b. **Combinación de materiales desmenuzados:** Se puede utilizar papel o cartón triturado, hojas secas, peat moss y/o fibra de coco. Lo importante es que la camada sea liviana, aireada y que mantenga una relación de C:N de más o menos 30:1. En la parte superior se añade una capa de desechos de cocina crudo y/o material vegetativo de la finca (hojas, yerbajos, etc.). Luego, esta capa se cubre con hojas secas o heno para no atraer animales ni perder la humedad.
c. **Pre-compostaje (ideal):** Se hace una composta primero y luego, una vez la composta alcanza temperatura ambiente, se utiliza esta composta como camada y alimento para las lombrices. Esta opción es recomendada porque elimina semillas de malezas, enfermedades o patógenos.
d. **Alimento energético mensual (ñapa):** Se puede preparar una mezcla seca de 6 cáscaras de huevo secadas al sol, 2 tazas de avena y 2 tazas de harina de maíz. Estos ingredientes los debes moler en batidora hasta que todos sean un polvo bien fino. Lo aplicas en la superficie y luego lo rocías con agua o una solución de agua con melaza (1 litro de agua con 2 cucharadas de melaza). Esta agua con melaza ayuda a promover el crecimiento de bacterias de las cuales se alimentan las lombrices. Luego, cubre el área con un periódico para conservar la humedad.

Alimentos de lombrices

Alimentos deseables	Alimentos no deseables
• Estiércol (excepto de gatos y perros) • Desperdicios de cocina (como por ejemplo, cáscaras de frutas, vegetales y viandas, cáscaras de huevo trituradas, sobras de comida, etc.) • Material vegetativo	• Grasas • Cítricos, Cebollas, Ajos • Frutas en exceso (para no atraer hormigas) • Derivados de animales (con excepción de las cáscaras de huevos)

Nota: Espera a que procese todo el alimento antes de volverlas a alimentar. De lo contrario, el exceso de comida puede volverse putrefacto y **anaeróbico**, lo cual atrae moscas e insectos no deseables y hasta mata las lombrices.

En el *Organopónico Vivero Alamar* en Cuba, nos aconsejaron tener un pequeño contenedor para probar la seguridad del material a utilizarse para la alimentación. En este se pueden colocar un mínimo de diez lombrices y si después de varios días más del 90% de estas sobrevivieron, esto indica que el material es apto para uso.

2. Humedad - Las lombrices viven en ambientes húmedos. La humedad del sistema de lombricomposta deberá ser de 60-70% (que al exprimir un puñado, salgan aproximadamente 3 gotitas de agua). Si la humedad está por debajo del 55%, será mortal para las lombrices. Recuerda utilizar agua sin cloro para no matar los microorganismos. Se recomienda utilizar agua de lluvia recolectada.

3. Temperatura - Las lombrices son sensitivas a los cambios en temperatura. Es por ello que debe mantenerse bastante estable. Idealmente debe oscilar entre los 75-77 °F (23.9-25 °C).

4. **pH** - La lombriz tiene un rango de tolerancia de pH de 5 a 8.4, siendo el ideal de 7 (neutro). Si el pH es ácido, la lombriz entra en una etapa de hibernación y se desarrolla una plaga llamada planaria. Para evitar esto, debes darle una dieta balanceada (alimentos diversos) y/o utilizar un medidor de pH. Al ofrecerles a las lombrices distintos tipos de alimentos, estamos integrando a la composta diferentes tipos de bacterias y nutrientes.

5. **Aireación** - Las lombrices absorben el oxígeno por su piel por lo que requieren un ambiente fresco con flujo de aire. Se recomienda mover con un tenedor el sustrato o camada cada dos semanas para promover la aireación. Se debe monitorear el olor para asegurarse que el sistema se mantenga aeróbico.

6. **Depredadores** - Los depredadores más comunes son coquíes, ciempiés, hormigas y alacranes. Es normal que otros organismos estén en los sistemas, pero en una población controlada. Para evitar las hormigas, se debe mantener un pH de 7, la humedad de 60-70% y una dieta baja en azúcar. Sin embargo, si ya hay problemas de hormigas, se puede humedecer el sistema hasta un 80% para alejarlas. En Plenitud PR, hacemos trampas con una una pasta de arroz crudo triturado con miel, el cual produce un hongo que mata a la reina en su nido cuando las hormigas le llevan a esta el alimento. En el *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo*, utilizan altas cantidades de borra de café para eliminar las hormigas.

7. **Lixiviados** - La descomposición de materia orgánica en la lombricompostera producirá líquidos residuales conocidos como lixiviados. Estos líquidos se pueden recoger de la lombricompostera para utilizarlos lo antes posible como fertilizantes en las plantas. También se pueden añadir a otros fertilizantes líquidos.

8. **Aplicación** - Una vez esté preparada la lombricomposta, se puede agregar al suelo directamente, combinarla con otro sustrato o utilizarla para hacer un té de composta aireado.

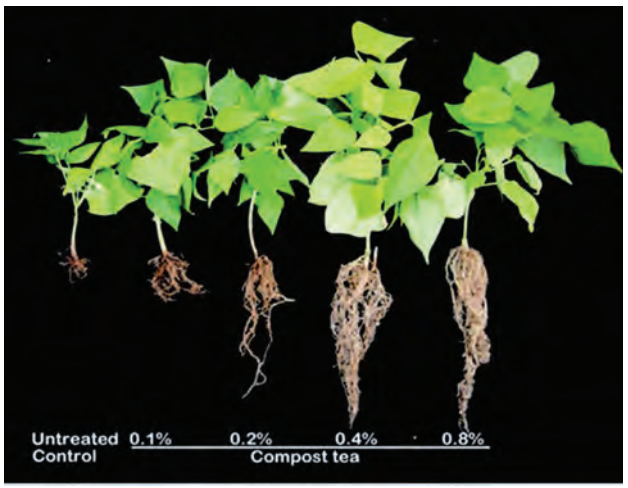
9. **Almacenaje** - Si no vas a utilizar la lombricomposta inmediatamente, debes almacenarla en un contenedor no sellado para que respire.

Notas importantes al introducir las lombrices por primera vez a la lombricompostera:

- Si la lombricompostera ocupa un espacio grande, debes colocar la camada (cernida preferiblemente) en un espacio pequeño para que las lombrices se establezcan y se mantengan cerca y les sea fácil reproducirse. Según pasa el tiempo y la densidad aumenta, vas utilizando más espacio.
- Obsérvalas para asegurar que no estén bajo estrés. Cuando se mantienen juntas como en una bola, quiere decir que están en estrés.
- Observa que no comienzan a salirse, esto es indicativo de que que hay algo en su ambiente que no es favorable. Verifica que esté suficientemente húmedo, que no haya hormigas, etc.
- El primer día debes mantenerlas bien hidratadas en su camada y no alimentarlas para darles tiempo a que se acostumbren a su nuevo espacio. Si después las escuchas y se están moviendo normalmente, debes alimentarlas según las indicaciones dadas.
- Las lombrices no deben estar por mucho tiempo en su propio estiércol porque es tóxico para ellas. Debemos aplicar una capa de camada cuando sea necesario.

Té de composta aireado (TCA)

Esta sección es tomada y adaptada del "Manual de preparación de té de composta" por Elaine Ingham.



Esta imagen muestra las raíces de varias plantas de habichuelas de soya a las que se les aplicaron diferentes soluciones de TCA y una control (la primera) a la cual no se le aplicó. Esta imagen es cortesía del estudio hecho por el *Plant Pathology Journal*.

El té de composta aireado (TCA) es un extracto de composta en el cual se propagan los microorganismos ya existentes dentro de la composta. Es un abono excelente que además de aportar nutrientes sirve como **inoculador** de microorganismos esenciales en la red de alimentación del suelo. Se prepara colocando composta de alta calidad en agua, a la que luego se le incorpora una fuente de azúcares simples como la melaza por ejemplo, lo que funciona como alimento para los microorganismos y provee oxígeno para multiplicar la población de bacterias, hongos, nematodos y protozoarios. Estos microorganismos se reproducen en un periodo de 12 a 24 horas, dependiendo de la calidad de la composta utilizada y el clima. Luego de colar el té se aplica a las plantas.

El TCA es muy efectivo porque te permite añadir a las plantas y al suelo el mismo tipo de microorganismos que añades al aplicar composta pero con menor mano de obra y con mayor rendimiento. La doctora Elaine Ingham, en *The Soil Bioloy Primer*, recomienda un mínimo de 800 libras de composta de alta calidad, (compuesta de **sustancias húmicas**) por cada cuerda anual.

Esta excelente cosecha de zanahoria de Finca La Jungla es el resultado de un buen manejo y cuidado del suelo.

En Cuba aplican muchas miles de libras más por cuerda lo que puede representar una cantidad bastante grande de producir y aplicar dependiendo de tus circunstancias y cantidad de terreno. Sin embargo el equivalente a las 800 libras de composta de alta calidad en TCA son solo 39 libras de composta para hacer 130 galones de TCA por cuerda. Es decir, hacer TCA te permite un requerimiento menor de composta y facilita la producción y la aplicación de abono con los recursos que tienes disponibles.

Otros beneficios de la aplicación del TCA

- Es un potente abono para las plantas.
- Mejora la estructura del suelo, pues sus microorganismos producen sustancias que promueven la formación de agregados.
- Sus microorganismos ocupan espacios en las superficies de las plantas, lo cual evita que sean ocupados por organismos no-beneficiosos y causantes de enfermedades.

Esta ilustración muestra la cantidad de tiempo, esfuerzo, y recursos que te ahorras tener que generar al usar TCA. Con 39 libras de composta aplicadas al terreno mediante TCA, le aportas los mismos nutrientes al suelo que si aplicaras 800 libras de composta directamente.

Receta básica para preparar el TCA

Equipo para preparar el TCA

1. **Biorreactor** de té de composta (puede ser casero o una comercial), se puede usar una paila o contenedor que tenga el tamaño adecuado según sea el caso, una bomba de aire (de las que se usan en las peceras) para suplir el oxígeno, manga y difusor de aire.

2. Tela de nilón (para la bolsa de composta y/o para filtrar el TCA terminado) con una porosidad de 400-800 micrómetros para extraer los microorganismos de mayor tamaño deseados en el té (opcional).

3. Regadera, una bomba de espalda de 5 galones o atomizador para aplicarlo.

4. Microscopio para determinar la microbiología del TCA (opcional).

5. *Hach Dissolved Oxygen Test Kit* para medir los niveles de **oxígeno disuelto** (opcional).

Bio-reactores de TCA en pailas de 5 y 55 galones sencillos hechos en *Plenitud PR* y uno comercial conocido como *Vortex Brewer* utilizado por el doctor Joaquín Chong.

Ingredientes para un TCA balanceado entre hongos y bacterias

- 3 galones (11 litros) de agua sin cloro, preferiblemente agua de lluvia
- 1 libra (0.5 kilogramos) de composta termal o vermicomposta.
- 1 onza de biofermento (ver receta más adelante) o extracto de ortiga (*Urera baccifera*) o consuelda (*Symphytum officinale L.*) o cualquier jugo de frutas (opcional)
- 0.5-1 onza de melaza sin azufre (opcional)
- 1/3 de taza de avena o salvado de trigo (opcional para aumentar poblaciones de hongos)

La melaza provoca un rápido crecimiento de bacterias, el cual puede causar condiciones anaeróbicas. Por lo tanto, es necesario monitorear cuidadosamente el nivel de **oxígeno disuelto** utilizando el kit o verificando que el té tenga buen olor a fermentación de azúcares (no anaeróbico o, como decimos coloquialmente, "abombado").

Nota: Algunos materiales pueden ser sustituidos por materiales similares encontrados localmente y la receta debe ser ajustada según la cantidad de té que desees producir. Al ajustar las cantidades a proporción, recuerda que siempre se debe dejar espacio para que el té burbujee dentro del envase utilizado. Por lo tanto, si usas una paila de 5 galones como envase, entonces solo usa 3 galones de agua.

Pasos para preparar el TCA

1. Coloca la composta y el resto de los ingredientes en el biorreactor. La composta puede estar en una bolsa de nilón o suelta en el agua. La ventaja de tener la composta suelta en el agua es que es más fácil lograr una buena aireación y extracción de la misma. La desventaja es que es necesario colar el TCA antes de aplicarlo.

2. Inicia la aireación y mantenla por un periodo de 16-24 horas. La espuma blanca formada es un indicador de que el TCA está listo porque muestra la presencia de microorganismos. En *Plenitud PR* nos hemos percatado de que en el verano el TCA está listo en 16 horas, pero en días fríos se tarda hasta 22 horas en desarrollar la espuma. Monitorea el nivel de oxígeno disuelto (DO2) (lee la sección de "Aireación" más abajo para mayor detalle). Si no tienes cómo lograr este monitoreo, debes estar pendiente a las señales que indiquen que el TCA no esté anaeróbico (ej. un olor amargo a putrefacción es indicativo de condiciones anaeróbicas).

Esta foto muestra el TCA ya casi listo después de 20 horas con la espuma blanca ya formada.

3. Filtra el TCA para eliminar cualquier partícula gruesa.

4. Aplica inmediatamente el TCA de forma foliar (cubriendo ambos lados de la hoja) y/o directamente al suelo. La aplicación debe ser en las tardes o en las mañanas temprano y es ideal que el terreno esté húmedo (después de una lluvia o riego). Dependiendo de la condición del suelo, para una cuerda de terreno se debe aplicar un mínimo de 5 hasta 20 galones (19 a 76 litros) de TCA. Lo ideal sería una aplicación semanal para suelos pobres o para operaciones de siembra intensiva o comercial. El TCA se puede aplicar puro o diluido con una relación máxima de 50 partes de agua a 1 parte de TCA (siempre y cuando se aplique un mínimo de 5 galones del TCA por cuerda bisemanalmente).

5. ¡Limpia extremadamente bien el equipo en el cual preparas el té y con el que lo aplicas! De lo contrario, se pueden acumular bacterias anaeróbicas capaces de afectar de forma negativa los próximos TCA y eventualmente, a las plantas.

Criterios importantes para la producción de TCA

La producción del TCA requiere de condiciones óptimas para su elaboración. La aireación, la calidad de la composta, la forma en que se extrae, la presencia de espuma blanca y la temperatura son criterios importantes para la producción del TCA los cuales explicamos a continuación:

1. **Aireación** - El oxígeno es esencial durante la preparación del TCA, de lo contrario se pueden producir microorganismos anaeróbicos que pueden enfermar las plantas. El nivel de oxígeno disuelto (DO2) debe marcar más de 6 ppm (mg/L) durante la preparación del TCA. Por otro lado, en *Plenitud PR* no tenemos el *Hach Dissolved Oxygen Test Kit* pero sabemos si el nivel de aireación es aceptable por medio del olor. No puede ser un olor amargo a putrefacción o vinagre pues esto es indicativo de condiciones anaeróbicas. Por el contrario, un olor de fermento de azúcares indica que hay un buen nivel de aireación.

2. **Calidad de la composta** - Es de suma importancia que la composta utilizada sea hecha apropiadamente para asegurar que haya una población diversa de microorganismos beneficiosos (véase los temas de composta y lombricomposta).

3. **Extracción y agitación** - Es importante agitar la superficie del agua con la aireación y/o con una caída de agua para romper la tensión superficial, de forma tal que se permita la salida de dióxido de carbono (CO_2) y la entrada de oxígeno (O_2) al agua. El color marrón oscuro es indicador de que la extracción de microorganismos fue exitosa en el TCA.

4. **Espuma blanca** - Es una señal positiva cuando se forma en la superficie del TCA porque muestra la presencia de microorganismos.

5. **Temperatura** - En Puerto Rico, por su clima tropical, es importante utilizar agua fresca con una temperatura de 70 °F (21.1°C) y hacer el TCA en la sombra para que la temperatura del agua no exceda los 100 °F (37.8 °C), teniendo en cuenta que el equipo también genera calor. En nuestro clima, el periodo requerido para hacer el TCA es de 16-22 horas (menor que en un clima templado) y hay que ser más vigilantes con los niveles de oxígeno disuelto.

Preparados de biofermentos

Los **biofermentos** son el producto de un proceso de fermentación (anaeróbica) de materiales orgánicos. Son creados a base de una **inoculación** de microorganismos en materia orgánica en la cual estos se multiplican y se diluyen. Luego, son aplicados en forma líquida a las plantas y/o el suelo. De esta manera, se proveen más microorganismos beneficiosos al sistema, mejorando así la disponibilidad de nutrientes y evitando microorganismos dañinos en los cultivos.

Aquí les presentamos una selección de biofermentos que varios eco-agricultores en Puerto Rico utilizan en sus prácticas de manejo y que les han dado excelentes resultados. Por ejemplo, Don Luis de *Finca Mi Casa* abona su finca comercial cada 15 días con composta y uno de los biofermentos que se mencionan a continuación. Al emplear los biofermentos en tus cultivos, debes utilizar una bomba de aspersión para aplicar el biofermento foliarmente o una regadera para aplicarlo al suelo. Al momento de aplicarlo, se debe añadir, por cada galón preparado, 1 cucharadita de jabón no antibacterial para que el mismo se adhiera a las hojas. Se debe aplicar en la mañana antes de las 9:00 a.m. o después que la intensidad del sol haya bajado.

Gabriela, estudiante de internado en Plenitud PR, abona el organopónico con biofertilizante.

Biofermento de guineo para plantas en etapa de floración

- Ingredientes y materiales

  - guineos bien maduros (tiene mucho potasio y ayuda con la floración)
  - majador o procesador
  - melaza o azúcar sin refinar
  - paila
  - agua sin cloro
  - cedazo
  - botella de cristal oscuro

- Procedimiento

1. Pica bien fino o maja las frutas sin lavar ni pelar. Se puede usar también un procesador para hacer el puré de la fruta.

2. Coloca el puré de la fruta en una paila. Se debe llenar a la mitad.

3. Añade melaza (equivalente a ⅓ parte del volumen del puré de fruta).

4. Deja fermentar los ingredientes por 7 días, tapados con un cedazo y un panel encima (no sellado) y sin mezclar, en un sitio fresco con sombra.

5. A los 7 días, diluye la mezcla con igual cantidad de agua sin cloro, preferiblemente agua de lluvia.

6. Deposita la mezcla en una botella de cristal oscuro sin cerrar totalmente por una semana. Recomendamos cristal oscuro porque la mezcla se conserva mejor al estar protegida de la luz solar. Luego de la semana, debes taparla más, pero sin sellar por completo. Úsala antes de un año.

7. Para aplicar: Se cuela y se usan 2-4 cucharadas por galón de agua sin cloro como solución nutritiva para animales o plantas.

Guineo listo para utilizarse en la preparación del biofermento.

Biofermento de consuelda
(*Symphytum officinale L.*)

El biofermento de consuelda añade fertilidad al suelo y además sirve como repelente para las plagas.

- Ingredientes y materiales

  - consuelda triturada (se puede sustituir por otra planta saludable bioacumuladora que crezca en el área cerca del huerto como la ortiga, por ejemplo)
  - paila
  - agua sin cloro
  - melaza o azúcar sin refinar
  - cedazo
  - tapa
  - bomba de aire (opcional pero recomendable)

- Procedimiento

  1. Cosecha consuelda u ortiga idealmente cuando está florecida y pícala en trozos lo más pequeños posible.

Planta de consuelda ya picada y lista para añadir junto con el resto de los ingredientes en la paila y preparar el fermento.

2. Llena ¾ partes de la paila con las hojas picadas presionandolas para añadir la mayor cantidad posible.

3. Añade suficiente agua para que cubra todas las hojas.

4. Añade 4-8 onzas de melaza o azúcar sin refinar y mezclar.

5. Conecta a la bomba de aire por 24 horas o muevela lo más posible durante ese día.

6. Déjala fermentar por 7 días, mezclándola todos los días en espiral para un lado y luego para el otro lado por 3-5 minutos. La paila debe estar tapada con un pedazo de madera o tapa, pero no sellada herméticamente.

7. A los 7 días, debes colar la mezcla y aplicar 2 onzas por litro o una parte de consuelda por 20 partes de agua sin cloro.

8. En caso de que no se pueda aplicar rápidamente, se puede colar y envasar por 3 meses.

Plantas de consuelda.

Biofermento de lactobacilos

Este biofermento es uno de los favoritos de Don Luis de *Finca Mi Casa* en Camuy. Se puede aplicar a la composta, a las hojas y al suelo para proveerles una diversidad de microorganismos que ayudan a la fertilidad de estos y a crear resistencia a hongos dañinos. Al poblar el sistema con microorganismos beneficiosos, se reduce el espacio que puedan poblar los que son dañinos.

- Ingredientes y materiales

  - 1 taza arroz orgánico crudo (puede ser integral o blanco)
  - 2 tazas de agua sin cloro
  - 2 galones de leche de vaca, cruda (sin pasteurizar) preferiblemente (puede ser de otro animal también pero no puede ser de origen vegetal)
  - paila
  - agua sin cloro
  - cedazo
  - tela metálica o de sarán
  - melaza
  - botella de cristal oscuro
  - 2 galones para almacenarlo puro

- Procedimiento

1. Remoja 1 taza de arroz crudo por 12 horas en 2 tazas de agua sin cloro.

2. Cuela el arroz y luego recolecta el agua del arroz y descarta el arroz (que se puede usar para cocinar).

3. Coloca el agua de arroz en un envase que solo se llene hasta la mitad, para que circule el aire y los microorganismos entren y pueblen esa agua.

4. Tapa el envase con tela metálica o sarán y encima con un metal para que respire pero que quede protegido. Colócalo en un lugar fresco que no le dé el sol directo. Déjalo fermentar por 7 días.

5. Al séptimo día, cuela la mezcla con un cedazo fino para separar las partículas.

6. Después de colar la mezcla, mide la cantidad del agua de arroz y deposita esa agua en una paila de 5 galones.

7. Añade 10 partes de leche cruda por cada parte del agua de arroz y deja la mezcla fermentar por 7 días más. Cuando se cosecha el agua de arroz, hay muchos microorganismos diferentes y al echar la leche, estás obligando a que se desarrollan mayormente los microorganismos lactobacilos.

8. A los 7 días de fermentada la mezcla, remueve manualmente o con un cucharón todo el sólido que se forma (carbohidratos, proteínas y grasas) en la parte superior.

Don Luis muestra todos los sólidos que se forman (carbohidratos, proteínas y grasas) en la parte superior de la paila.

9. Luego, el líquido o suero amarillo se cuela con un cedazo fino. Descarta el sólido y el líquido restante son los lactobacilos puros.

10. Guarda los lactobacilos puros en la nevera o fuera de la nevera en un lugar fresco. Si los vas a guardar fuera de la nevera, deberás diluirlos en partes iguales de azúcar no refinada o melaza. Se deben almacenar en un lugar fresco y sin luz del sol. Pueden durar de 6-12 meses dependiendo de las condiciones en que los hayas guardado. Mientras más protegidos del calor y del sol hayan estado, más durarán. Después de 6 meses, aliméntalos con una cucharadita de melaza.

11. Para aplicar, se hacen 2 diluciones. Para la primera dilución, se echa 1 parte de lactobacilos en 20 partes de agua sin cloro. Recomendamos que esta primera dilución sea una cantidad pequeña (como 2 tazas en total ya que se vuelve a diluir). Luego se vuelve a diluir 4 cucharadas de esa dilución inicial en 1 galón de agua sin cloro.

Harina de cáscara de huevos

Esto es una fuente de calcio importante para las plantas cuando están en crecimiento y antes de florecer. Don Luis, de *Finca Mi Casa,* nos comparte que él utiliza esta práctica como parte de su manejo de fertilidad, siguiendo estos simples pasos:

1. Después de utilizar el huevo, lava la cáscara y guárdala en un purrón sellado.
2. Cuando se llena el purrón, saca las cáscaras y las colocas en una bandeja a secar al sol por varias horas.
3. Luego las mueles en un pilón o procesador y las pasas por un cedazo o colador.
4. La harina o polvo que obtengas se guarda en un pote de cristal.
5. Aplica aproximadamente 7 onzas por una carretilla de tierra o aplica una cucharadita al terreno cuando las plantas están en la etapa de plántula y luego a los 15 días cuando están en pleno desarrollo vegetativo.

Abono verde

El abono verde se refiere a plantas con alto contenido de nutrientes, sembradas con el propósito de luego cortarlas y dejarlas sobre el suelo o incorporarlas en el mismo como fertilizante. Además de proveer algunos nutrientes importantes como el nitrógeno (N), el cual es clave para el desarrollo saludable de los cultivos, el abono verde es otro modo de añadir materia orgánica al suelo. También existen plantas que ayudan a mejorar la estructura del suelo, a esto se le llama arado biológico. Los abonos verdes son recomendables para periodos de barbechos (descanso del terreno) donde en vez de dejar que crezca la vegetación espontánea, se siembran estos con poco o ningún mantenimiento, convirtiéndose en un barbecho controlado.

Técnica de *chop and drop*
(cortar y dejar sobre el suelo)
Al utilizar esta técnica, se siembran plantas bioacumuladoras (que acumulan nutrientes) y/o leguminosas (fijadoras de nitrógeno) cerca o sobre el banco de siembra. Estas luego se podan (idealmente en su punto de floración) y se colocan sobre el suelo que se quiere nutrir. En *Plenitud PR*, muchas veces colocamos el material alrededor de los árboles frutales para así abonarlos. En las próximas fotos, se ven algunas de las plantas utilizadas para esta práctica.

Incorporación de abono verde
Cuando la intención es incorporar las plantas al suelo, estas se siembran en el predio donde se quiere abonar y al momento de florecer, se cortan y se integran al suelo al arar. En el *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo*, rotan los cultivos al sembrar leguminosas entre temporadas, antes de siembras de cultivos de alto consumo de nutrientes. Para esta práctica se utilizan plantas leguminosas fijadoras de nitrógeno como las mostradas en las próximas fotos.

Nota: Para mayor eficiencia en la fijación de nitrógeno, las leguminosas pueden ser inoculadas.

(1) *Mucuna pruriens* (2) *Crotalaria juncea* (3) *Vigna unguiculata* (4) *Canavalia ensiformis (canavalia o jack bean).*

¡Un suelo feliz es igual a plantas felices!

Proyecto Demostrativo: Proyecto Agroecológico El Josco Bravo

Finca educativa y productiva de Promotores y Productores Agroecológicos

Este proyecto se dedica a producir alimentos ecológicamente y a masificar la agroecología para impulsar la soberanía alimentaria en Puerto Rico. Al momento de publicar este manual, han adiestrado a más de 175 productores y/o promotores agroecológicos. El proyecto comenzó en la *Finca El Josco Bravo* en Toa Alta con Ian Pagán Roig y se ha expandido ya que ahora también se ofrecen cursos en la Universidad de Puerto Rico (UPR), Recinto de Mayagüez con el agricultor Warys Zayas y en la Estación Experimental de Gurabo de la UPR con el profesor Alfredo Aponte. Los estudiantes toman cursos intensivos sobre agroecología en los que se incluye la teoría y la práctica al desarrollar, manejar y cosechar una siembra.

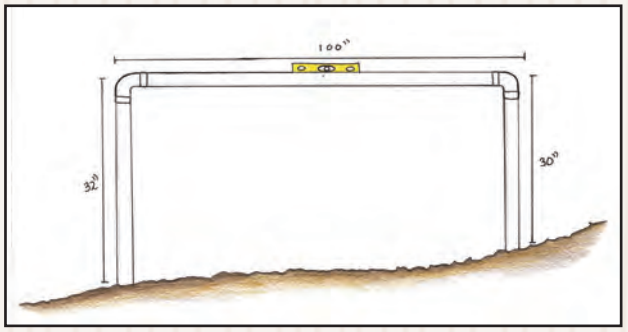
Actualmente, Ian maneja la finca del proyecto en Toa Alta y considera que la conservación del suelo es un aspecto que todo agricultor, como protector de la tierra, debe tener presente y tomar en sus manos pues este es el recurso más importante de la humanidad y no es renovable. El suelo provee varios servicios ecológicos vitales como:

- mantener el agua y aire limpios,
- proveer espacio para bosques, humedales y otros ecosistemas,
- proveer hogar y sustento para la diversidad de flora y fauna,
- filtrar sustancias orgánicas e inorgánicas,
- participar en el reciclaje de nutrientes y
- proveer tierras cultivables.

Organopónicos en bancos con zanjas al contorno en la finca El Josco Bravo. Foto cortesía de Juan David Figueroa.

Si una pulgada de suelo tarda en promedio 500 años en formarse, no podemos darnos el lujo de dejar que el suelo se degrade y/o erosione y que perdamos los servicios ecológicos ya mencionados. Por esto en el *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo* se llevan a cabo y se enseñan varias prácticas clave para proteger el suelo. A continuación, proveemos una lista de estas prácticas.

- Zanjeo - Cavan zanjas al contorno, tal y como se ven en la foto anterior, para redirigir y disminuir la velocidad del agua, lo que evita que esta erosione el suelo y ayuda a que drene y riegue los cultivos. Estos son los pasos para el zanjeo:
    1. Arar suelo.
    2. Marcar contorno con 2-3% de inclinación con un caballete.



Este caballete de 100 pulgadas de largo tiene los tubos de las patas con dos pulgadas de diferencia en altura, lo cual permite una inclinación de 2% ya que cada 100 pulgadas recorridas se bajan 2 pulgadas. Puedes cambiar el largo de los tubos de acuerdo a tu conveniencia, manteniendo la proporción que te permita el 2-3% de inclinación.

Estudiantes del Curso Avanzado del Proyecto Agroecológico El Josco Bravo utilizan un caballete para marcar el contorno en una pendiente, el cual iban marcando con banderines en donde caían las patas del caballete al rodarlo.

Nota: Si quieres crear un contorno de 0% de inclinación, utiliza los tubos laterales del mismo tamaño.

    3. Cavar zanjas con un mínimo de 6 pulgadas (15 centímetros) de profundidad.

Estudiantes arando con bueyes en el curso guiado por Ian Pagán.

- Arado con bueyes - Se usa labranza mínima para proteger la estructura del suelo y evitar erosión.
- Bancos permanentes - En vez de arar y hacer bancos al contorno en cada siembra, solo se prepara el suelo de esta manera la primera vez y luego se les da mantenimiento a esos bancos para hacer menos movimiento del terreno y enfocar los nutrientes en los bancos de siembra. El mantenimiento de estos consiste en remontar (reorganizar) los bancos después de varias siembras e incorporar composta, preferiblemente, o estiércol curado al suelo antes de cada siembra.

- Acolchado - Se cubre la superficie del suelo para evitar erosión y pérdida de humedad. Se recomienda utilizar grama recortada o plástico de cobertura.

Siembra en bancos permanentes en la cual algunos están cubiertos con plástico de tipo *ground cover*, con huecos solo donde se sembrarán las plantas, lo cual minimiza el crecimiento de malezas, la erosión y la pérdida de humedad.

- Uso de abono verde - Se siembran plantas bioacumuladoras o fijadoras de nitrógeno tales como el frijol Caupi o la Crotalaria para luego triturar e integrar al suelo.

- Rotación de cultivos - Cada dos siembras de cultivos de una familia, se cambia el tipo de familia de cultivo en el banco. Esto ayuda a conservar la fertilidad del suelo y a evitar que se gasten todos sus nutrientes. También ayuda a evitar las plagas, ya que se rompe con el ciclo de estas, puesto que muchas plagas atacan a cultivos dentro de la misma familia.

- Aplicación de microorganismos eficientes - Se propagan microorganismos beneficiosos en forma de té para luego aplicar a las plantas y al suelo. Estos microorganismos evitan enfermedades al ocupar el espacio de posibles microorganismos dañinos. Además, pueden enfermar insectos que afectan las plantas y facilitan la nutrición al descomponer la materia orgánica y hacerla disponible para alimentar a las plantas.

Receta de microorganismos eficientes utilizada en el *Proyecto Agroelógico El Josco Bravo*

Ingredientes y materiales

Fase sólida
- 10 libras de cascarilla de café o arroz (aproximadamente medio saco)
- ½ litro de leche cruda (leche sin pasteurizar)
- 1½ libras de harina o pulido de arroz o maíz
- ½ libras de cenizas de madera de monte
- ½ litro de melaza
- 2 lb de inóculo (tierra oscura debajo de hojarasca con red blanca de hifas de hongo)
- paila de 5 galones con tapa que selle bien (que anteriormente no haya tenido químicos peligrosos)
- bolsa plástica (opcional para sellar más)

Hifas blancas de hongo de bosque bajo materia orgánica.

Fase líquida
- 2 libras de fase sólida
- 5 galones de agua de lluvia
- 1 ½ tazas de melaza
- saco o bolsa porosa
- dron de 10-50 galones
- bomba de aire (opcional)

Estudiantes del Curso de Productores y Promotores de El Josco Bravo mezclan ingredientes para la fase sólida de la preparación de microorganismos eficientes.

Procedimiento

Preparación

1. Mezcla bien los seis ingredientes.
2. Echa la mezcla en la paila de 5 galones compactando el material durante el proceso. Debes llenar la paila y compactar el contenido hasta arriba. Luego, séllala para que se cree un ambiente anaeróbico. Si la paila no sella adecuadamente puede ponerle un plástico como una bolsa sobre la mezcla compactada y luego colocar la tapa encima. Puede sobrar material que entonces se puede meter en un envase más pequeño y compartir con el agricultor vecino.
3. Guarda la paila en un lugar con poca humedad y bajo sombra por 40-45 días. Un indicativo de que el material se procesó adecuadamente es que en la superficie se desarrolla un hongo algodonoso blanco que se debe eliminar antes de utilizar la fase sólida.

Nota: La fase sólida se puede ir utilizando poco a poco y se puede almacenar en una zona fresca hasta por un año.

Preparación de fase líquida

1. Echa el agua primero y luego coloca la fase sólida (ya procesada después de los 40-45 días) dentro de la bolsa porosa. Deposita en el agua, la bolsa con el contenido pero no dejes que caiga al fondo como en el procedimiento del TCA. La bolsa debe quedar flotando.

Bolsa con fase sólida dentro, flotando en agua en el proceso de preparación del té de microorganismos eficientes.

2. Coloca la bomba de aire para mantener la mezcla oxigenada por 2 días. Si no tienes bomba, puedes menear la mezcla la mayor cantidad de veces posible durante 4 días.
3. Finalmente, para aplicar a las plantas y al suelo, la fase líquida se diluye a un 50% si es para aplicación directa al suelo y de 10-20% si es para aplicar con atomizador al follaje (debajo de hojas).

   Nota: La fase líquida se puede almacenar por 19 días y la diluida se debe utilizar al momento.

En la finca *El Josco Bravo*, se aplican microorganismos eficientes semanalmente por las tardes entre 5:00 p.m. - 6:00 p.m.

Sección 4
Cultivo y manejo de plantas

Introducción

El cultivo de plantas es el propósito fundamental de un organopónico. En esta sección examinamos los detalles a considerar para la selección de cultivos y el diseño de siembras, cómo mantener una producción saludable e intensiva y finalmente, cómo aprovechar la cosecha.

Selección de cultivos

En Finca La Jungla siembran y seleccionan una gran variedad de habichuelas.

Seleccionar los cultivos apropiados para el entorno en el que se va a sembrar es vital para el éxito de tu siembra. En el caso de Puerto Rico, se recomienda seleccionar cultivos tropicales que crezcan con facilidad en el **microclima** donde se encuentra tu terreno. En su libro Oro Verde, el autor Sadhu Govardhan presenta una lista de vegetales y hierbas tropicales con un alto potencial comercial que puedes usar como guía para tu selección de cultivos.

Existe además una diversidad de semillas "criollizadas" o adaptadas a Puerto Rico al pasar por un proceso de selección y conservación en manos de jíbaros como Don Luis Soto. Por esto es importante compartir con agricultores experimentados en tu zona, investigar de variedades desarrolladas en las estaciones experimentales y compartir semillas de variedades productivas y resistentes. Más adelante, presentaremos el proyecto de Don Luis y su manejo de semillas.

Al momento de seleccionar los cultivos para tu sistema organopónico, es importante investigar los siguientes aspectos:

- información del cultivo (la **familia botánica** con sus características y requerimientos),
- mercadeo de los productos y su demanda cerca de tu localización,
- experiencias de otros agricultores,
- el nivel de facilidad con el que crece el cultivo en el microclima donde estás sembrando y
- las ventajas y desventajas de ese cultivo en particular.

De igual manera, es importante conocer que existen tres tipos de cultivos: anuales, bianuales y perennes. Es importante identificarlos para así poder planificar mejor la siembra. El enfoque de esta sección es en cultivos anuales y bianuales.

Cultivos anuales

- Son cultivos que duran entre 2-6 meses.
- Son más susceptibles a plagas y enfermedades que los perennes.
- Son de crecimiento rápido con cosecha en corto tiempo.
- Son ideales para cultivar intensivamente en organopónicos.
- Ejemplos: lechuga, habichuela, pepinillo, calabaza, maíz, rábano, cilantrillo y tomates.

Cultivos bianuales

- Estos se desarrollan igual que los anuales.
- Necesitan un invierno frío para producir semillas.
- Ejemplos: zanahoria, repollo, brócoli, acelga, apio (*celery*), perejil y cebolla.

Cultivos perennes

- Son cultivos que se pueden establecer y producir por varios años.
- Requieren menos atención.
- En un sistema de organopónicos, por lo general no requieren estar bajo un umbráculo.
- Ejemplos: cebollines, yerba buena, guineos, plátanos, yuca, malanga y yautía.

Diseño de siembra

Siembra de policultivo de lechuga acompañada con cebollines en Finca La Jungla.

Luego de seleccionar los cultivos, debes hacer un diseño de siembra. Como nos comparte Josué de *Finca La Jungla*, para un huerto casero con uno o dos bancos, lo ideal es un policultivo o cultivos intercalados con acompañamiento de plantas que sean beneficiosas entre sí en los mismos bancos. Pero para siembras de mayor producción, es más simple tener 1 a 2 cultivos por banco y sembrar flores y otras plantas beneficiosas a los alrededores.

Asociaciones de plantas[1]

	Positivas	**Negativas**
Tomate	cebollín, cebolla, perejil, flor de tagete (*marigold*), nasturtium, zanahoria, albahaca, ajo, yuca	hinojo (*fennel*), repollo, maíz
Berenjena	habichuelas	
Pimiento	albahaca, quimbombó	
Pepinillos	girasol, lechuga, habichuela, maíz, rábano, eneldo	plantas aromáticas
Perejil	tomate	lechuga
Zanahoria	lechuga, cebollín, cebolla, romero, salvia, tomate	eneldo
Remolacha	cebolla	habichuelas
Cebollín	zanahoria, tomates	habichuelas
Cilantrillo	col rizada (*kale*), coles (*collards*), pimientos	
Albahaca	tomate	
Collard (coles)	plantas aromáticas, apio (*celery*), eneldo, salvia, romero, remolacha, cebolla, cilantrillo	habichuelas trepadoras, tomate
Calabaza	maíz	plátano, pimiento, ají dulce

[1] La tabla muestra una guía (que varía por ecosistema) basada en las recomendaciones de John Jeavons en *How to Grow More Vegetables* y nuestra experiencia en *Plenitud PR*.

A pesar de que los monocultivos son muy promovidos en la agricultura industrial por su fácil diseño, manejo y rotación (con maquinaria y sólo viable a gran escala), el diseño en policultivos provee muchas oportunidades para pequeños proyectos:

- maximiza espacio,
- permite que las plantas benéficas crezcan mejor[2],
- suprime yerbajos,
- ahuyenta plagas,
- atrae insectos beneficiosos,
- ofrece mayor diversidad de cultivos/alimentos/nutrientes y
- permite mayor diversidad genética.

Cuando vas a integrar varios cultivos en un organopónico, es recomendable seguir los siguientes principios de diseño:

- Estar pendiente de no sembrar cultivos altos donde puedan tapar el sol para otros cultivos pequeños que lo necesiten.
- Intercalar vegetales grandes de crecimiento lento (ej. tomate, berenjena y kale) con cultivos pequeños de crecimiento rápido (ej. lechuga, cilantro, acelga, arúgula, mizuna y rábano) para que mientras el cultivo grande crece, los pequeños utilicen el espacio y mantengan el suelo protegido del sol.
- Sembrar permitiendo que cada cultivo tenga el espacio necesario para producir un buen rendimiento.
- Intercalar cultivos que se beneficien mutuamente.

Familias de plantas comunes en los huertos

La familia se refiere a la categoría de clasificación de plantas. Estas comparten características y requerimientos similares. Las plantas pueden tener apariencias diversas y sin embargo, pertenecer a la misma familia si comparten ciertas características.

Saber a qué familia pertenecen los cultivos que siembras puede ayudar a:

- conocer tus plantas para poder darles el cuidado necesario,
- determinar la rotación de cultivos para no repetir la misma familia y
- evitar intercalar cultivos de la misma familia.

(Ve la sección de manejo de plagas más adelante para la explicación de estos dos últimos puntos.)

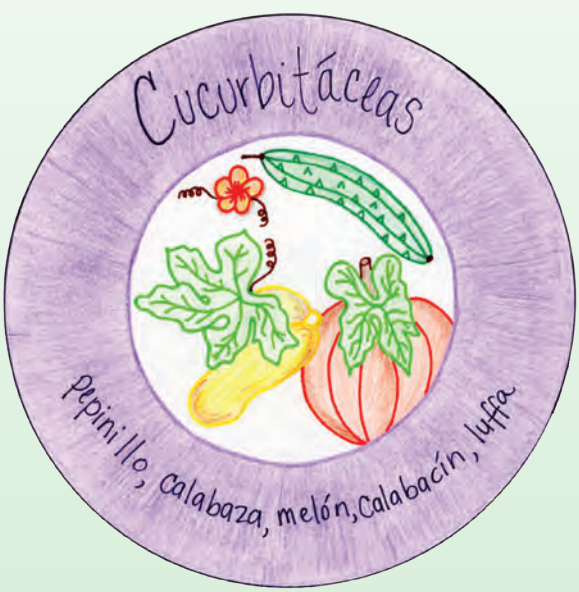
Las siguientes mandalas (ilustraciones) representan las familias de plantas más comunes que sembramos en Puerto Rico: Asteráceas, Crucíferas, Cucurbitáceas, Solanáceas, Lamiáceas, Apiáceas, Liliáceas, Fabáceas, Malváceas y Amarantáceas.

[2] Crea microclimas con más sombra, proveen protección del viento, ofrecen soporte físico y aportan nutrientes, entre otras cosas.

Asteráceas
Lechuga, tarragón, girasol, marigold, zinnias, cosmos, calendula

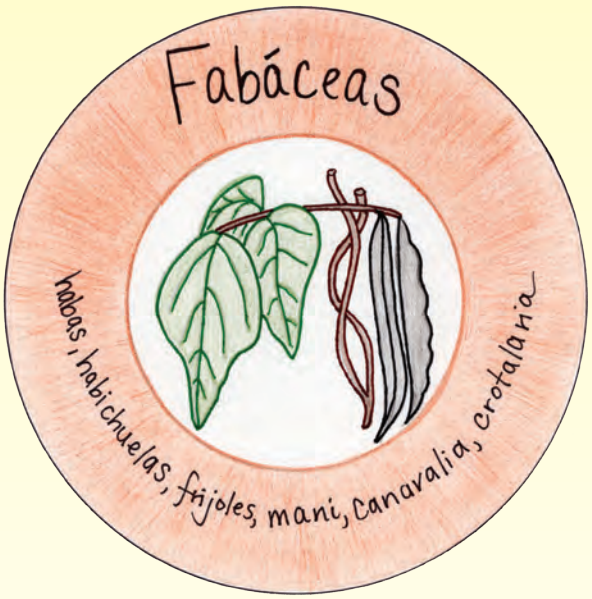
Crucíferas
kale, berza, repollo, arugula, pak choi, col, rábano, brocoli, mostaza

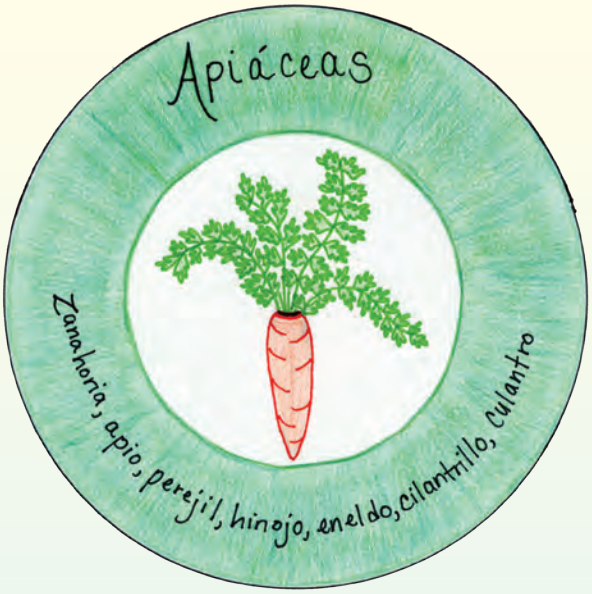
Lamiáceas
menta, albahaca, romero, hierba buena, tomillo


Cucurbitáceas
pepinillo, calabaza, melón, calabacín, luffa

Solanáceas
tomate, berenjena, aji dulce, pimiento, tabaco

Liliáceas
Cebolla, ajo, cebollines, puerro, aloe, espárragos, chalote


Fabáceas
habas, habichuelas, frijoles, maní, canavalia, crotalaria


Apiáceas
Zanahoria, apio, perejil, hinojo, eneldo, cilantrillo, culantro

Amarantáceas
amaranto, remolacha, espinaca

Malváceas
quimbombó, hibiscos, flor de Jamaica, cacao

Manejo de cultivos

Las seis actividades principales en el manejo de un sistema organopónico son: (1) preparación de suelo (2) siembra, (3) fertilización y riego, (4) manejo de plagas si es necesario, (5) cosecha y (6) mercadeo o consumo. A continuación, presentamos una descripción de cada una.

1) Preparación de suelo

Esta actividad es fundamental para el éxito de tu siembra y por lo tanto, se dedicó la Sección 3 a la preparación y acondicionamiento del suelo. Te invitamos a volver a esa sección para aprender más y repasar.

2) Siembra

Existe una diversidad de métodos de siembra que pueden aplicarse según los cultivos seleccionados, los recursos y materiales disponibles y la preferencia personal. Aquí presentamos siembra en semilleros, siembra directa y siembra escalonada.

Siembra en semilleros

Se recomienda sembrar las semillas en bandejas o semilleros en vez de directamente en el suelo para maximizar el uso del espacio en el organopónico, hacer un uso más eficiente de la semilla y ahorrar tiempo y dinero. Con esta práctica, las plántulas deben estar listas para trasplantar tan pronto se cosecha el cultivo anterior. La profundidad a la cual se siembra la semilla debe ser el doble del diámetro de la semilla. Adicional a estos motivos, hay plantas que prefieren semilleros. Por ejemplo, los tomates, las berenjenas, los pimientos, la cebolla, el quimbombó (molondrón) y el perejil son plantas que germinan y se fortalecen mejor en semilleros para luego ser trasplantadas al suelo.

Ejemplo de siembra en semillero.

Siembra directa

En este tipo de siembra, las semillas se sitúan directamente en su lugar definitivo en el banco. Esta técnica es mejor para cultivos de crecimiento rápido (ej. mezclum, arúgula, cilantro y habichuela) y las raíces (ej. rábanos, remolacha y zanahoria). Para áreas con condiciones climáticas muy intensas y/o suelos poco acondicionados, se recomienda iniciar las plantas en semilleros para que lleguen fuertes al campo.

Ejemplo de siembra directa de ensalada mixta.

Siembra escalonada

La siembra escalonada permite la siembra y cosecha constante de un mismo cultivo. El tiempo de cosecha indica cuán a menudo se deben preparar nuevas siembras. Por ejemplo, para cultivos como la lechuga el tiempo hábil de cosecha es de 1 mes aproximadamente. Por lo tanto, se deben preparar semilleros mensualmente para siempre tener cosecha. Es bueno sembrar diversas variedades del cultivo pues tienen diferentes tiempos de cosecha y te puede ayudar a tener más biodiversidad y desarrollar una buena siembra escalonada.

Ejemplo de siembra escalonada de lechuga.

Ejemplo de un calendario de siembra
El ejemplo que mostramos está basado en una siembra de tomates. Puedes sembrar tomates que tardarán alrededor de 2 meses en comenzar a producir frutos. Mientras estos frutos se desarrollan, puedes sembrar otros cultivos tales como la arúgula, la cual puede estar lista dentro de un mes. De esta manera, puedes tener cosecha de otros cultivos en lo que el tomate está listo; así aprovechas el espacio vacío en lo que el tomate crece y ocupa más espacio.

Este calendario muestra cómo se logra planificar una siembra escalonada en la que se obtiene cosecha continua. En el ejemplo presentado, hay una siembra de tomates en dos espacios diferentes como dos mitades de un banco. Si se continúa el calendario, se puede tener cosecha todo el año.

Diagrama de un plan de siembra escalonado de tomate

Espacio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.
1									
2									

Leyenda:
- Semana de preparación de semillero
- Semana de trasplante a un espacio del huerto
- Semana de cosecha

Este es un ejemplo de una siembra intensiva que requiere abono constante. Se recomienda cambiar de cultivo después de la primera o segunda cosecha en un mismo espacio.

Nota: Es importante recordar que hay factores tales como la lluvia y el calor, que pueden afectar el cultivo de los tomates. Por ejemplo, en la época lluviosa y caliente es difícil sembrar tomates ya que estos son susceptibles a enfermedades, a hongos, al exceso de humedad y al calor. Por tal razón, debes asegurarte de que los tomates tengan una cobertura que los proteja de la lluvia y les provea un poco de sombra. Esto se puede lograr en un umbráculo o añadiendo sarán sobre la siembra. También se pueden alternar cultivos de acuerdo a la época del año y así no tener que preparar estructuras.

Proyecto Demostrativo: Finca Mi Casa

Finca productiva con enfoque en conservación de semillas

Don Luis Soto, más que un sabio jíbaro, es un amoroso tío para muchos de la nueva generación de agricultores. Con su ternura, devoción y amor por la agricultura jíbara y los agricultores en formación, nos ha guiado en estos últimos 10 años de nuestra jornada y nos ha brindado semillas conservadas por generaciones, adaptadas a las condiciones ambientales de Puerto Rico.

Don Luis considera que es sumamente importante que las semillas resistentes y de buena producción estén en manos de los agricultores pues implica seguridad y soberanía alimentaria. Mientras enseña a los nuevos agricultores les recuerda que "El orgullo del jíbaro antes eran sus semillas, las variedades que habían logrado desarrollar y conservar".

Semillas de habichuela rosada conservadas por Don Luis por muchos años.

Él ha cuidado y distribuido a muchos agricultores, una variedad de chalota (*shallot*) que heredó y lleva alrededor de 100 años en Puerto Rico. Esta ha mostrado dar excelente rendimiento, tener buen sabor y fácil manejo.

Aquí él nos guía paso a paso en cómo seleccionar y conservar las mejores semillas:

1. Seleccionar el cultivo de donde se extraerán las semillas. El fruto del cultivo debe:
   - tener buen tamaño,
   - mostrar buen color y brillo,
   - ser firme y
   - estar sano y sin deformaciones.

2. Identificar el tipo de semilla para saber cómo procesarla. Se pueden identificar tres tipos de semillas:
   - semillas húmedas (ejemplo: tomate, calabaza)
   - semillas secas (ejemplo: habichuela, maíz)
   - semillas vegetativas (ejemplo: batata, yuca)

<u>Semillas húmedas</u>

a. Cosecha el fruto completamente maduro para obtener semillas de buena calidad. *Utiliza tijeras limpias para realizar un corte preciso y limpio, previniendo con esto lesiones a la planta por donde puedan entrar patógenos.
b. Abre el fruto y extrae las semillas.
c. Coloca las semillas en agua por 3 a 5 días para que se fermente y despegue la pulpa pegada a las mismas. Las semillas más viables tienden a hundirse al fondo del envase.
d. Procede a "colar" las semillas y a enjuagarlas con agua limpia.
e. Coloca las semillas limpias en un plato para dejarlas secar. El plato se pone en un lugar cálido y sin sol directo (encima de la nevera) por aproximadamente 3 días. Debes ir moviendo las semillas para que estas se sequen de manera uniforme.

f. Luego de secas, echa las semillas en una bolsa de papel pues les permite respirar (son seres vivos). Se debe rotular la bolsa con la fecha en que se empacó, el nombre de la planta, y algún detalle relevante, como por ejemplo, "sembrada en la finca por más de 3 años".
g. Coloca la bolsa de papel con las semillas en un envase de cristal hermético en el refrigerador. Se debe verificar el envase con las semillas a los 3 o 4 meses para asegurarse de que estén bien.
h. Debes abrir el pote de vez en cuando (como a los 3 meses más o menos) para que respiren.

Semillas secas

a. Extrae las semillas, en el caso de la habichuela, de la vaina.
b. Déjalas secar en un lugar cálido y sin luz directa del sol durante 3 a 4 días para que estas se sequen completamente.
c. Empaca, rotula y almacena las semillas de la misma manera que se hace con las semillas húmedas.

Semillas vegetativas

Este método varía por planta pues cada cual se desarrolla de manera diferente. Aquí les presentamos los ejemplos de la batata y la yuca.

Batata

a. Se corta un pedazo de aproximadamente 1 pie de largo del bejuco, teniendo en cuenta que debe tener varias yemas (brotes de hojas nuevas).
b. Luego se deshoja el bejuco. Solamente se dejan 2-3 hojas en el tope y se colocan en un lugar fresco donde queden dispersos, no muy apiñados, manteniéndolos aireados; de esta manera, duran más tiempo.
c. Este tipo de semilla no dura mucho tiempo almacenada (puede durar hasta 1 mes), por lo que se recomienda planificar bien la siembra.
d. Otro método para conservar y tener una fuente de dónde obtener la semilla de la batata, es sembrar las "batatitas" más pequeñas o las que se partieron durante la cosecha y tomar la semilla del bejuco que esta produzca.

Yuca

a. Al momento de la cosecha de la raíz, esta se corta separándola del tallo.
b. Este tallo, o ahora semilla, se corta en pedazos de 6-8 pulgadas (15 a 20 centímetros), conocidos como "cangres", se colocan "de pie" o de forma vertical en un lugar fresco y en la sombra, manteniéndolos en contacto con el suelo. Esto los mantiene frescos y prolonga su conservación hasta por 3 meses.

Espacios de siembra en Finca Mi Casa, Camuy.

"Pero siempre recuerden que la mejor manera de conservar la semilla es sembrándola."

– Don Luis Soto

3) Fertilización y riego

En la sección anterior se discutió extensamente cómo mantener el suelo saludable y nutrido. Esto es muy importante para desarrollar siembras saludables y productivas. Como mínimo, se debe aplicar composta y/o té de composta aireado (TCA) cuando la planta está en su etapa de plántula, luego cuando es joven y está en crecimiento, y finalmente en su etapa adulta. Idealmente, también se aplica el TCA y/o biofertilizantes semanalmente. De esta manera, se incrementa la fertilidad del suelo y se protegen los cultivos de plagas y enfermedades. Luego de cosechar, también se recomienda aplicar composta de alta calidad al suelo y rotar los cultivos para mantener el suelo nutrido. (Más adelante se profundiza en esta práctica. Ve la información sobre los suelos provista en la Sección 3 para más información acerca de fertilización).

El riego, por su parte, es bien importante porque tanto demasiada como muy poca agua puede enfermar a las plantas y limitar la cosecha. Debes observar las plantas y el suelo para dejarte llevar de la cantidad de agua que requieren. Por lo general, si tomas un poco de tierra de las capas inferiores y está seca quiere decir que las raíces no tienen suficiente agua. Ve a la Sección 1, a la parte sobre el tema de riego y a la Sección 5, al perfil de cultivos, para más detalles. Para tener una idea, Ian del *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo* enseña en sus cursos que una cuerda de vegetales requiere aproximadamente 13,180 galones o media pulgada de agua semanalmente.

Estudiante de la finca escolar Agricultura en Armonía con el Ambiente regando los bancos con agua de lluvia.

4) Manejo de plagas

Las enfermedades y las plagas pueden ser causadas por seres vivos (ej. patógenos tales como hongos, nematodos, bacterias, virus y/o insectos) o por otros factores (ej. químicos, estrés, sequía, exceso de humedad y/o deficiencia de nutrientes). Muchas de estas se pueden prevenir si las plantas están bien nutridas y tienen las condiciones necesarias para crecer saludablemente (aire, luz, humedad, suelo fértil). Esta es la teoría de trofobiosis de Francis Chaboussou, quien explica que una planta alimentada y cuidada adecuadamente se mantiene sana y se puede defender de plagas y enfermedades. Por otro lado, si la planta está débil por deficiencias, las plagas aprovechan la oportunidad. Es similar a lo que nos ocurre como humanos: se nos debilita el sistema inmune al no estar bien nutridos.
A continuación, presentamos una tabla que incluye algunas de las plagas más comunes en el organopónico.

Esta lechuga cultivada con amor ha sido resistente a plagas porque ha recibido una buena dosis de tierno cuidado.

Plagas comunes en el organopónico		
Tipo de ataque	**Descripción**	**Plagas comunes**
chupadores	Chupan la savia de la hoja, dejándola sin jugo.	áfidos, ácaros
fruta comida	La fruta se ve mordida.	ratas y aves
mordeduras u hojas comidas	Comen la hoja; se nota mordida.	minadores, gusanos y mariposas: mosca blanca, orugas, larvas, hormigas
crecimiento detenido o **clorosis**	La planta deja de crecer o las hojas se tornan amarillentas.	gusanos de suelo: nematodos, gusano blanco
manchas	Hacen manchas amarillas, negras o blancas en las hojas o en el fruto.	hongos: roya, añublo (*mildew*), antracnosis

Existen una diversidad de prácticas biológicas, sanitarias y culturales para la protección de los cultivos.

La combinación de estas prácticas es llevar un manejo integrado de plagas. Se basa primero en la prevención mediante la promoción de un ecosistema saludable y luego el uso de las siguientes prácticas de control de poblaciones (no erradicación) al identificar presencia de plagas en etapa temprana de infestación.

Prácticas biológicas
Las prácticas biológicas se basan en el uso de la misma naturaleza para trabajar con ella y proteger nuestros cultivos. Ejemplos de estas prácticas son:

- Aplicación de biofermentos
  Estos contribuyen a aumentar las poblaciones de microorganismos beneficiosos que mantienen las plantas nutridas y, al mismo tiempo, ocupan los nichos de microorganismos dañinos que causan enfermedades (Ve la Sección 3 para más detalles sobre biofermentos).

- Sembrar plantas que atraen insectos beneficiosos y/o adquirirlos si fuese necesario.
  Las flores y algunas plantas aromáticas atraen insectos que se alimentan de las plagas tales como las hormigas, las arañas, las mariquitas (*ladybugs*) y las avispas.

- Sembrar en policultivos
  Esto promueve más biodiversidad de organismos y por lo tanto un ecosistema balanceado, sin la sobrepoblación de alguna plaga.

- Sembrar barreras vivas
  Se pueden separar plantas de asociación antagónicas mediante el establecimiento de una barrera de plantas entremedio. Esto también dificulta a las plagas el acceso a las plantas. También sirven de protección del viento o sol fuerte.

Barrera viva en el Proyecto Agroecológico El Josco Bravo que muestra hinojo y detrás una barrera de flores atrayentes y repelentes.

Algunas barreras vivas comunes que verás en cualquier finca agroecológicas son las siguientes:

Tipo de planta	Función típica	Ejemplos
Plantas repelentes	Alejan insectos que dañan la producción.	limoncillo, citronela, artemisa, manzanilla, eneldo, mejorana, romero, hierbabuena, menta, albahaca, orégano, flor de tagete (*marigold*), poleo
Plantas atrayentes	Atraen insectos polinizadores o que depredan plagas.	flor de tagete (*marigold*), poleo, albahaca santa, hinojo, flores
Plantas trampas	Distraen a las plagas de la producción.	zinnias, maíz, rábano, amaranto
Plantas alelopáticas	Producen sustancias químicas que repelen o matan plagas como nemátodos en el suelo.	anís, tarragón y flor de tagete (*marigold*)

Prácticas sanitarias

Las prácticas sanitarias sirven para evitar el esparcimiento de plagas y enfermedades. Es bien importante observar los organopónicos a diario y llevar a cabo las siguientes prácticas sanitarias:

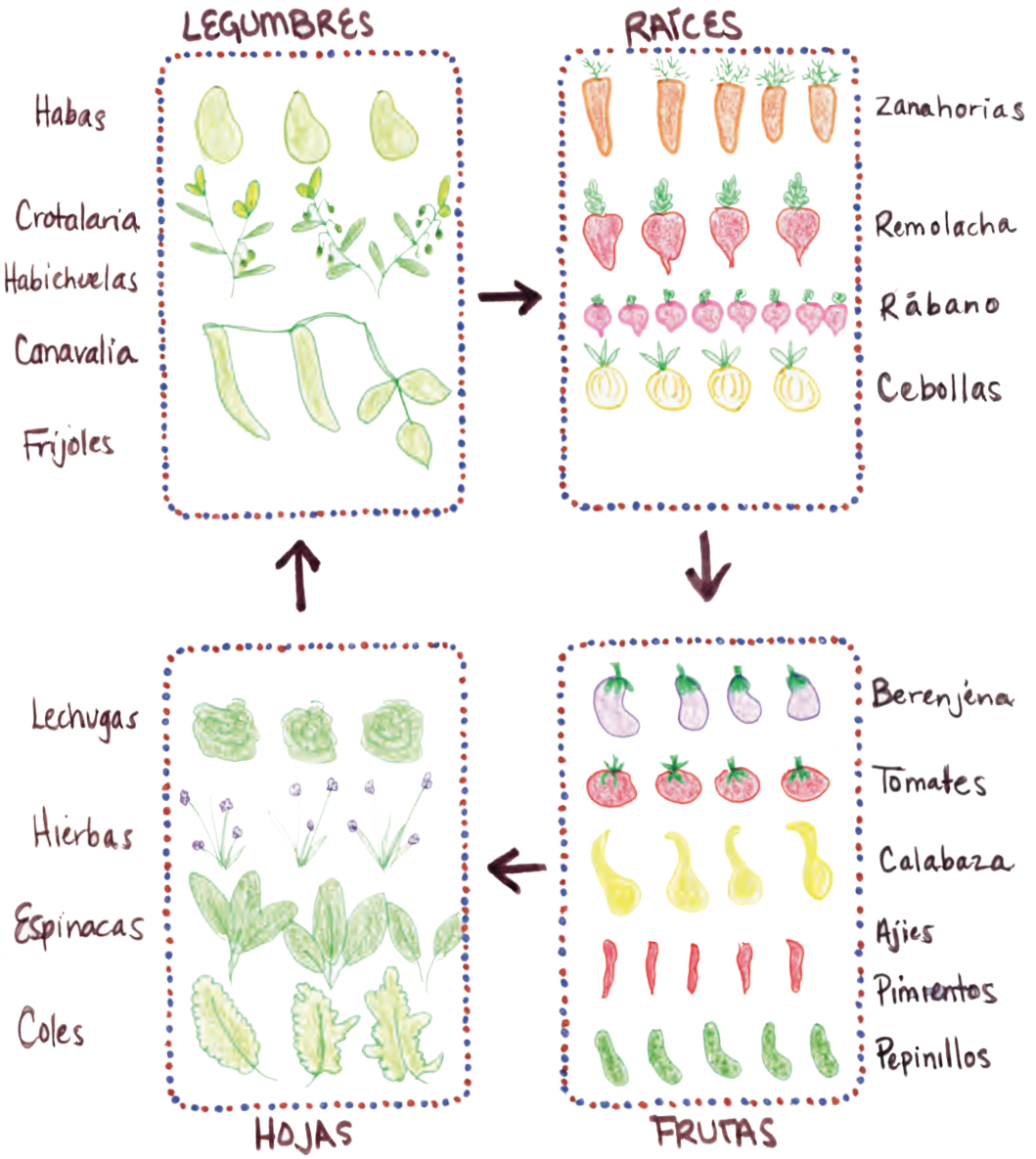
- remoción de plantas enfermas y poda de hojas afectadas por insectos u hongos,
- remoción de insectos manualmente,
- desinfectar materiales y herramientas (con alcohol o agua oxigenada), y
- limpiar y organizar constantemente el área del huerto y las áreas de almacén de herramientas y materiales.

Trampa de melaza en Plenitud PR para atrapar mariposas y alevillas, que son los adultos de los gusanos que se comen las hojas en los organopónico.

Prácticas culturales

Estas son otras técnicas desarrolladas por agricultores de acuerdo a sus observaciones, circunstancias y materiales disponibles para mantener las plantas saludables y controlar las plagas. Recalcamos que muchos problemas se pueden prevenir dándole el amor y cuidado que el suelo y las plantas requieren como cualquier ser vivo. Ian Pagán del *Proyecto Agroecológico El Josco Bravo* recomienda las siguientes prácticas en su curso agroecológico:

- Coloca material pegajoso en una superficie amarilla (paneles, cartulina, etc.) para atraer y atrapar insectos perjudiciales como algunos tipos de mariposas y moscas (ver foto pág.118).
- Mantén el área libre de yerbajos ya que estos tienden a atraer plagas y limitan el crecimiento de las raíces de los cultivos.
- Cubre el suelo para proteger la biota y la humedad del suelo.
- Evita la compactación de los bancos (no pisarlos).
- Escarifica o suelta con una herramienta de mano el suelo en la superficie del suelo que se endurece.
- Aterra o amontona suelo o composta alrededor de las plantas.
- **Entresaca** para dar el espacio apropiado a cada planta.
- Siembra cultivos vulnerables como el tomate, en la época de menos lluvia (de noviembre a mayo) ya que durante la época de lluvia abundan los hongos, las bacterias y los mohos que atacan a las plantas. En la finca *El Josco Bravo*, cuando llega el verano caliente y lluvioso, la producción de hortalizas baja y se trabaja mayormente con viandas y algunos vegetales resistentes como la berenjena, calabaza, maíz, fríjol y habichuelas tiernas.
- Siembra semillas resistentes a enfermedades y adaptadas al microclima.
- Rota cultivos en el mismo banco de siembra para prevenir el desarrollo de enfermedades y agotamiento de nutrientes. O sea no siembres el mismo cultivo o de la misma familia en el mismo banco de corrido. Debes establecer una rotación donde los cultivos que requieren muchos nutrientes sean reemplazados en la próxima siembra por cultivos que requieren menos nutrientes o que nutren el suelo como abonos verdes.



Ciclo de rotación de cultivos recomendados para mantener el balance de nutrientes y microorganismos en el suelo.

Métodos de control de plagas

Es importante entender que ningún insecto es bueno o malo, pues todos tienen funciones importantes en el ecosistema. Por lo tanto, en vez de querer erradicar cualquier insecto, uno debe intentar mantener un balance de las poblaciones utilizando las prácticas preventivas ya discutidas. Sin embargo, sucede a veces que suben las poblaciones de insectos que depredan las plantas. Cuando te das cuenta de que van apareciendo esos insectos, debes ir considerando utilizar algún método de control. También lo puedes utilizar preventivamente si ya has observado que en ciertas épocas surgen altas poblaciones de algún insecto no deseado. Por otro lado, si aún teniendo un sistema bastante equilibrado, observas la alza en la población no deseada, debes entonces considerar rotar el cultivo, sembrar una variedad más resistente o sembrar cultivos más adecuados a la zona y batallar menos contra la naturaleza.

Trucos caseros del manejo de plagas

Materiales	Procedimiento	Plaga que controla
manguera	Riega la planta afectada con manguera para que el insecto salga disparado.	lapas, áfidos, hormigas, moscas, gusanos
cal o ceniza	Haz una barrera de cal o ceniza de 2 pulgadas (5 centímetros) de ancho y un ¼ pulgada (0.63 centímetros) de grueso alrededor de las plantas.	lapas y caracoles
vaso, agua y cerveza o levadura de pan	Llena un vaso con la mitad de cerveza y la otra mitad de agua o levadura de pan y agua y entiérralo. El olor de esta mezcla atrae a los caracoles y se hunden en el vaso. Al otro día puedes poner la mezcla con los caracoles en la composta.	lapas y caracoles
papel de lija, cartón o plástico	Coloca collares de papel de lija, cartón o plástico a la base del tallo de la planta (parcialmente enterrados).	gusanos y changas que se comen el tallo de las plantas
cáscaras de guineo	Coloca cáscaras de guineo maduro cerca de las plantas afectadas para atraer los insectos a las cáscaras en vez de a la planta. Luego, se pueden depositar las cáscaras en la composta.	áfidos y moscas blancas
cd's, hilo o soga	Cuelga los cd's en ramas de árboles para alejar pájaros de las frutas.	aves
contenedor con melaza	Coloca contenedores con un poco de melaza para atrapar insectos voladores.	mariposas, sus larvas (orugas) comen hojas
trampa pegajosa	Coloca objetos pegajosos alrededor del huerto.	mariposas que pueden producir hasta miles de larvas que se alimentan de plantas

En esta siembra se ven unas trampas pegajosas en pequeñas láminas y en las columnas alrededor de los bancos donde se han atrapado muchas mariposas, lo que ayuda a controlar la población al evitar la puesta de muchos huevitos.

Plaguicidas naturales

Estos, aunque naturales, en exceso pueden ser dañinos y usualmente son el último método a utilizar pues tienden a matar no solo a los organismos dañinos sino también a los beneficiosos lo que causa desbalances ecológicos.

A continuación, les presentamos algunas soluciones que se pueden preparar artesanalmente en caso de ser necesario. Estas mezclas varían de acuerdo a las circunstancias, preferencias y observaciones de cada cual al igual que existen muchas otras recetas que otras personas han elaborado.

Recetas de plaguicidas naturales

Mezcla básica

Objetivo
Mata insectos menores de ¼ de pulgada (ej. queresas, chupadores, áfidos, ácaros), bacterias y hongos.

Instrucciones
Mezcla:
- 4 cdas. de aceite de cocinar o neem
- 2 cdas. de jabón no antibacterial
- 2 cdas. de bicarbonato de soda
- 1 galón de agua

*Se puede aplicar en las horas calientes para que la evaporación del agua queme los insectos.

"Spray" de ajo

Objetivo
El azufre en el ajo sirve como bactericida, fungicida, insecticida general y repelente.

Instrucciones
Licúa, deja reposar 1 día y cuela:
- 5 dientes de ajo ajo
- 5 ajíes picantes
- 1 puñado de plantas medicinales disponibles (ej.caléndula, *marigold*, romero, limoncillo)
- 1 litro de agua

Diluye 3 cdas. de la mezcla en 1 litro de agua.

*Se puede preservar en la nevera hasta 5 días.

"Spray" de neem

Objetivo
Combate hongos, gusano cogollero del maíz, polilla de col, mosca blanca, minador, gusano del pepino, gorgojos, ácaros, nematodos, áfidos y queresas. No afecta a insectos beneficiosos como las mariquitas ni a las abejas pues estas no lo consumen.

Instrucciones
Existe el producto comercial en agrocentros.
Para hacerlo a nivel casero necesitas:
Secar semillas amarillas de Neem por 3 a 4 días.
Menear en el mortero para abrir la cáscara sin romper la semilla y descartar la cáscara.
Moler las semillas y por cada 3 puñados de semilla molida, mezclar con 5 litros de agua.
Dejar reposar por 24 horas y colar.
Asperjar.

*Esta preparación da para 400 metros cuadrados.

*También se puede preparar una infusión con las hojas.

5) Cosecha

Se debe cosechar en las mañanas cuando las plantas están hidratadas, o en la tarde después que el sol haya bajado su intensidad. Para almacenar, algunos frutos requieren bajas temperaturas y por lo tanto se deben cosechar y utilizar rápido. Si no, se deben guardar secos en la nevera dentro de contenedores o bolsas para evitar quemaduras de frío. Este es el caso para las hojas, pues se amortiguan rápido. Una buena práctica es sumergirlas en agua fría justamente después de cosechar para mantenerlas túrgidas (abultadas y firmes) por más tiempo y luego dejarlas secar en una área fresca antes de guardar.

Cosecha del organopónico en Plenitud PR.

Otros frutos menos frágiles como los ajíes se pueden dejar fuera de la nevera pero en áreas sombreadas y ventiladas para evitar deshidratación y pudrición.

Existen distintos tipos de cosecha que pueden tomarse en consideración al momento de diseñar su siembra. Entre ellas están:

- **Cosecha de un solo pase**
  Se refiere a la cosecha de cualquier cultivo que da un solo fruto como por ejemplo, el maíz, el repollo, la remolacha y las zanahorias. Se completa en una sesión de cosecha y luego se puede eliminar la parte vegetativa de la planta que no se consume y que no producirá más fruto.

- **Cosecha de múltiples pases**
  Se refiere a cultivos que producen varios ciclos de frutos y se van cosechando cada cierto tiempo a medida que se van madurando en diferentes sesiones como por ejemplo, los tomates y pimientos.

- **Cosecha continua**
  Se refiere a cuando se cosechan hojas o tallos individuales de una planta, dejando que la planta siga creciendo en el sistema.
  - Corte de hojas y tallos como la albahaca, coles y apio (*celery*), en el cual se van cosechando ramas pero dejando la planta principal.
  - Corte de mini hojas o *baby greens* como *baby kale*, lechuga, arúgula, mostazas y mezclum, los cuales se recortan a una pulgada del suelo cuando tienen el tamaño deseado (2 pulgadas de altura o 5 centímetros). Se pueden dejar crecer nuevamente y se recortan otra vez aproximadamente a las dos semanas. Se pueden cosechar alrededor de 3 veces.

Repollo lila fue cultivado en Plenitud PR.

Los tomates son una planta que produce frutos por varios meses y se cosecha de múltiples pases.

Esta foto muestra la cosecha continua de arúgulas en su primer pase.

6) Mercadeo de productos agrícolas

Cuando mercadeamos un producto debemos tener en cuenta las 4 Ps del mercadeo: producto, precio, plaza (lugar donde vendemos el producto) y promoción.

Producto
Al hablar del producto, nos referimos a lo que vendemos y a las cualidades de lo que vendemos. En este caso, cosechamos y vendemos productos agrícolas que pueden ser viandas, vegetales y/o frutas, por ejemplo. Además de lo que se cosecha directamente, podemos generar productos con valor añadido. Esto se logra procesando la materia prima que obtenemos en los cultivos y convirtiéndola en un producto mercadeable. Ejemplo de ello es hacer pique con el ají picante que sembró, pesto con la albahaca o aceite de citronella con la hierba de citronella. Esta puede ser una de las formas más costo-efectivas de vender productos agrícolas. También, es una buena manera de utilizar excedentes de cosecha fresca que no se logró vender. Para procesar estos productos se necesita una cocina certificada. Puedes equipar tu cocina para ese propósito o puedes alquilar una cocina.

Precio
Fijar el precio de tu producto puede ser una de las tareas más complejas. Al ponerle precio a tu producto, debes tomar en cuenta lo siguiente:

- costos de producción - Esto incluye mano de obra, preparación de fertilizantes, materiales, tiempo que tomó el fruto en cosecharse y distribución, entre otros factores.
- precios que otros agricultores dan al mismo producto.
- precios que los clientes están dispuestos a pagar.

Plaza o lugar donde vamos a vender el producto
Cuando tenemos un producto que queremos vender, debemos identificar quiénes son nuestros clientes y dónde vamos a vender el producto. Existen múltiples posibilidades de clientes y lugares, tales como:

- personas que cocinan en casa.
- cocineros privados y servicios de catering.
- personas que venden productos con valor añadido (ej. panes, bizcochos, mermeladas),
- restaurantes - Permite también la venta directa de los productos y tienden a pagar mejor que los supermercados. Esta venta es práctica y de fácil distribución.
- mercados agrícolas (familiares, ecológicos, orgánicos y ferias, entre otros) - En Puerto Rico existen varios mercados alrededor de la isla y la ventaja es que se vende directamente al consumidor al precio justo. (ve al apéndice)
- CSA (cajas de incentivo agrícola, por sus siglas en inglés) - Preparación de un surtido de cultivos para clientes que pagan una membresía semanal o mensual para recibir una cosecha diversa de productos de época, semanalmente. Por lo general, el surtido tiene un valor de $25-$40 según la cantidad de cosechas. Este método es la preferencia de algunos agricultores, porque la compra es más certera. Sin embargo, requiere más coordinación.

Promoción
La promoción siempre es importante para dar a conocer tus productos. Hoy día, existen diversos de medios gratuitos o poco costosos que puedes utilizar. A continuación, te presentamos una lista:

- redes sociales (GRATIS)
- correos electrónicos (GRATIS)
- hojas sueltas (*flyers*)
- radio
- periódicos
- televisión
- foros sobre agricultura orgánica
- ferias
- mercados

Ian Pagán del *Proyecto Agroecológico el Josco Bravo* es uno de los agricultores que aprovecha muy bien las redes sociales como Facebook e Instagram para promocionar su proyecto y productos antes de vender en los mercados agrícolas. No sólo publica fotos de productos y precios, sino que también hace cápsulas educativas y artísticas sobre la agroecología, las prácticas que emplea y sus observaciones. Así logra mantener a su red de apoyo informada e interesada.

Otros aspectos clave de la promoción son:

- conocer tu audiencia y mercado,
- resaltar las mejores cualidades de los productos y las más apreciadas por clientes,

- presentación de tu producto,
- sacar fotos atractivas de tu finca, cultivos, cosechas y/o productos (¡una imagen vale más que mil palabras!),
- servir y satisfacer al cliente y ellos mismos te promocionarán.

Recuerda siempre que un buen mercadeo va de la mano con: (1) un excelente servicio al cliente, (2) la presentación del producto, su variedad y su calidad y (3) la consistencia del servicio y del producto.

"El fin último de la agricultura no es la producción de alimentos, sino el cultivo y perfeccionamiento de los seres humanos."

- Masanobu Fukuoka

Proyecto Demostrativo: Finca La Jungla

Agroecología familiar

Policultivo al contorno en las laderas de Orovovis en Finca La Jungla.

Pamela y Josué junto a sus dos hijas alimentan a muchas familias de Puerto Rico y a su vez, mantienen a su familia a través de la venta de cosechas de su finca agroecológica familiar, en *Finca La Jungla* en Orocovis. Ellos venden sus cosechas y huevos frescos en el Mercado de La Cooperativa Madre Tierra en la placita de la Roosevelt tres veces al mes. Ellos son un claro ejemplo de que se puede mantener a una familia a través del ingreso obtenido como agricultores ecológicos. Aunque ellos mismos mantienen su proyecto sin empleados, también son parte del colectivo de agricultores Movimiento Agroecológico de Vida Integral (MAVI), compuesto por varias familias con similares proyectos agroecológicos. Una vez al mes, estas familias hacen brigadas solidarias rotando por las diferentes fincas familiares para brindarse apoyo.

Aquí nos comparten lecciones claves para personas interesadas en seguir sus pasos o aprender de la agroecología en general.

Diseño de siembras
Pamela y Josué se dejan llevar por el calendario **biodinámico**, el cual les ayuda a organizar los días de siembra según su caracterización: frutos, hojas, tallos, flores. Su siembra consiste en los siguientes bancos los cuales van rotando:

- habichuelas
- hojas de mezclum
- kale con albahaca y cilantrillo
- tomates, lechugas y zanahoria
- flores y aromáticas en los bordes
- berenjenas, lechugas y habichuelas secas
- celery con hierba buena en las esquina
- cebollines y lechugas
- pepinillos y otras **cucurbitáceas** con girasoles
- pimientos y cilantrillo
- rábanos
- perejil
- repollo con albahaca o marigold en temporada
- remolacha con coles
- brócoli
- todo tipo de viandas y calabazas

Siembran entre dos a cuatro variedades de cultivos para tener diversidad y muchas flores a los alrededores de los bancos.

Preparativos para los mercados y días de ventas

- Los viernes se cosechan las viandas, los frutos y las habichuelas tiernas (no se lavan).
- Los sábados cosechan todo el día, se lavan los cultivos en agua fría, se pesan los mazos de hojas y se guardan en cajas plásticas. El mezclum no se moja.
- Llevan todo pesado al mercado los domingos para que sea más fácil al momento de atender a los clientes y para que se pueda mantener el inventario.
- Con estas ventas pueden mantener felizmente a su familia.

Preparación de bancos de siembra
Ellos llevan a cabo los siguientes pasos al preparar sus bancos de siembra:

1. Desyerbar.
2. Trinchear o airear el terreno.
3. Añadir composta al hoyo donde se va a sembrar.

4. Trasplantar plántulas
5. Aplicar té de ortiga o consuelda.
6. Semanalmente, desyerbar y aplicar abono foliar.

Abonos
Pamela y Josué preparan sus propios abonos sin tener que incurrir en gastos. Hacen sus propias compostas de los desechos del huerto, del excremento de las gallinas y biofermentos de ortiga y consuelda.

Plagas
Como es característico de una finca agroecológica, ellos no incurren en gastos en compra de plaguicidas. Las prácticas para manejar las plagas son:

- Aplicación preventiva de biofermentos de consuelda y ortiga que sirve como alimento foliar y repele plagas.
- Control de plagas mecánico - Matar manual e individualmente a la plaga.
- Colocan trampas de lapas dejando un cartón mojado en el suelo en la noche y en el día, remueven las que se pegaron para alimentar a las gallinas.

Semillas y propagación
Siempre guardan semillas de los mejores frutos y plantas que resisten plagas y estrés climático para su uso futuro ya que están más adaptadas a la zona en la que están sembrando.

¿Cada cuánto tiempo hacen semilleros?

- Cuando los frutos empiezan a florecer, preparan una ronda de semilleros,
- Para los cultivos de hojas, los hacen cada 2-3 semanas (excepto el kale y *collards* (coles) que duran más tiempo).

Pamela y Josué con su mesa de cosechas frescas en el mercado de la placita Roosevelt.

Haciendo conexiones: De la montaña al mar

Cuidemos los ríos y el mar desde nuestra finca

Nuestros ecosistemas en Puerto Rico están interconectados a través de los cuerpos de agua. Los ríos reciben y transportan sedimentos y materiales que provienen de tierra adentro. Estos, eventualmente, llegan al mar. Según el *Inventario de Aguas de Puerto Rico*, nuestra Isla posee unas 134 unidades hidrológicas principales, divididas en 70 áreas costaneras y 64 **cuencas hidrográficas**. Por estas cuencas fluyen cientos de ríos y quebradas.

Las prácticas agrícolas ecológicas y permaculturales nos permiten cuidar de los mares desde las montañas y los ríos, aún cuando no veamos la costa a diario. Manejar las escorrentías, controlar la erosión, proteger el suelo y evitar el uso de agroquímicos que contaminan los cuerpos de agua son maneras de proteger nuestras cuencas y costas, y toda la vida que habita en ellas.

Una vez los ríos desembocan y nos acercamos a la costa, encontramos tres ecosistemas que son de vital importancia para la vida marina: el manglar, la pradera de hierbas marinas y el arrecife de coral. Estos también dependen unos de los otros y actúan como hábitat esenciales para los peces y otras especies acuáticas. A continuación, les explicamos brevemente lo que son cada uno de estos ecosistemas y cómo se ven perjudicados por los contaminantes y sedimentos que provienen de las actividades que se realizan tierra adentro.

El manglar

El manglar es un conjunto de árboles de mangle que crecen en la zona costera. Es común encontrar este ecosistema en las zonas de humedales y estuarios. En Puerto Rico, crecen las siguientes especies de mangle: rojo, blanco, negro y botón. El manglar, por su ubicación en la línea de costa, sirve como barrera protectora ante los huracanes y como cedazo de sedimentos y contaminantes. El mismo también funciona como un filtro que retiene sedimentos que, de otra forma, llegarían al mar. Además, sus raíces ancladas en el sustrato son hogar de almejas, ostiones, esponjas, cangrejos y peces juveniles. La calidad del agua es un factor importante para todas estas especies. La salud de las mismas pudiera verse perjudicada por contaminantes provenientes de actividades realizadas tierra adentro.

Las raíces del mangle rojo embellecen el paisaje costero y sirven de hábitat para numerosas especies en su etapa juvenil.

La pradera de hierbas marinas

Ya dentro del agua, nos topamos con las hierbas marinas. Estas son plantas adaptadas a vivir en agua salada o salobre, y en suelos arenosos y fangosos. Las hierbas marinas proveen espacio para el crecimiento y las primeras etapas de vida de los peces, y son alimento de especies tales como las tortugas y los manatíes. Las hierbas marinas, al igual que cualquier otra planta, producen flores y frutos con semillas, y realizan fotosíntesis. Es por ello que dependen de claridad y luz solar para vivir. Los sedimentos en exceso provocan turbidez. A mayor turbidez, menor será la capacidad de las hierbas para hacer fotosíntesis. Sin luz solar, las hierbas mueren.

El arrecife de coral

Los arrecifes de coral son ampliamente conocidos por sus atractivos colores y por toda la vida marina que vive asociada a ellos. Los corales son pequeños animales invertebrados que viven en el mar en una estructura rocosa conocida como arrecife. El coral, a pesar de que lo vemos fijo en lugar, es un animal que vive en **simbiosis** con un alga; está compuesto por un pólipo (la parte animal) y por la zooxantela, que es el alga que le da el color y que hace fotosíntesis. Ninguno puede vivir solo. Mientras más sedimentos haya presentes en el agua, más difícil será para el coral hacer fotosíntesis. Cuando el coral expulsa las zooxantelas, se blanquea y, eventualmente, puede morir. Al morir, se pierde una parte importante del hábitat de muchos otros organismos marinos.

Las praderas de hierbas marinas crecen saludables en ambientes de aguas limpias y claras.

Los arrecifes de coral, tan llamativos por sus colores y formas, figuran entre los ecosistemas con más biodiversidad en el mundo.

Vista desde el Pico El Toro, El Yunque, Puerto Rico.

Estos tres ecosistemas juntos—manglar, pradera de hierbas marinas y arrecife de coral—le proveen a Puerto Rico grandes beneficios ecológicos, económicos y recreativos. Los peces que consumimos pasan muchas de sus etapas de vida en estas áreas. Asimismo, gran parte del atractivo de las playas que visitamos y en las que nos recreamos dependen considerablemente de la salud y el bienestar de estos ecosistemas[1].

En este manual te hemos provisto una serie de herramientas que, aplicadas en tu finca, pueden contribuir significativamente a mantener nuestros ríos y mares limpios y saludables. A continuación, presentamos un resumen de estas herramientas o prácticas. Puedes repasarlas mediante una lectura del manual:

- Planificar la preparación de las terrazas y la siembra en las mismas - Permite que se pueda manejar mejor el suelo y disminuir la erosión.
- Siembra en bancos y terrazas al contorno - Contribuye a proteger el suelo de las escorrentías y a reducir la pérdida del mismo.
- Instalación de sistemas de recolección de agua de lluvia - Ayuda a reducir la fuerza de las escorrentías y permite un uso inteligente del agua que, de otro modo, terminaría junto con los sedimentos, en los ríos y luego en el mar.
- Preparación de composta, biofermentos y abonos verdes - Proveen fertilizantes naturales en lugar de usar fertilizantes químicos que contribuyen a la eutrofización (exceso de nutrientes en el agua) que a su vez provoca el sobrecrecimiento de algas.
- Cavar zanjas al contorno y colocar acolchado - Contribuye a reducir la erosión.
- Uso de prácticas biológicas para el control de plagas - Ayuda a controlar las plagas de forma natural sin usar pesticidas químicos que eventualmente llegan a los cuerpos de agua.

Todas estas prácticas, utilizadas en conjunto, ayudan a: minimizar el impacto de la erosión y de las escorrentías, reducir la cantidad de sedimentos que llegan al mar y afectan los ecosistemas marinos y costeros, y salvaguardar la calidad del agua que fluye a través de los ríos y desemboca en las costas.

[1] Para más información sobre los ecosistemas marinos y costeros, puedes consultar las siguientes publicaciones del Programa Sea Grant: *Encuentro con el mar*, *Los arrecifes de coral* y *las Guías educativas sobre ecosistemas marinos y costeros*.

Sección 5
Perfil de cultivos

Introducción

En este perfil presentamos una selección de cultivos, agrupados por **familias taxonómicas**, con valor agroecológico, culinario y cultural. Alguna información de los cultivos fue obtenida por medio de entrevistas con diversos agricultores con experiencia sembrando en Puerto Rico y del portal de Cornell University. Ya que este es un manual introductorio, de ninguna forma intentamos abarcar la gran diversidad de cultivos apropiados para nuestras tierras y solo nos enfocamos en algunas hortalizas (vegetales) apropiadas para organopónicos.

Debes leer la sección de cultivos e investigar cuáles te convienen para tu proyecto según tu interés y necesidad. Tampoco te debes limitar a los vegetales pues hay otras opciones de fácil producción tales como: plantas aromáticas (ej. orégano brujo, culantro y yerbabuena), frutales (ej. papaya, parcha y granadilla) y farináceos (ej. malanga, yautía, ñame, plátano y guineo) Recomendamos el libro *Oro Verde* de Sadhu Govardhan para mas información de otros cultivos tropicales con potencial. Ten en cuenta que cuando hablamos de acompañantes beneficiosos y no beneficiosos, nos referimos a plantas que son buenas para sembrar junto a la planta que aparece en el perfil, y plantas que no debes sembrar junto a otras. Además, recuerda que las especificaciones ofrecidas en esta sección y en el manual en general, solo sirven de guía y que pueden variar de acuerdo a las circunstancias de cada cual.

Nota: También incluimos el valor comercial pero recuerda que este varía con la época del año, el lugar y otros factores.

Estudiante de Agricultura en Armonía con el Ambiente de la Escuela Segunda Unidad Botijas #1 en Orocovis, con cebollas cosechadas en la finca escolar. Foto cortesía de JuanMa Pagán Teitelbaum.

Proyecto Demostrativo: Agricultura en Armonía con el Ambiente

Finca Escolar

La finca escolar de la Escuela Segunda Unidad Botijas #1 en Orocovis, Puerto Rico, es muy conocida alrededor de Puerto Rico. Dalma Cartagena, agrónoma de formación, agricultora de vocación y maestra apasionada, ha manejado el proyecto *Agricultura en Armonía con el Ambiente* por más de 20 años. Se trata de una de las pocas escuelas públicas en Puerto Rico que ofrecen educación agrícola, con un enfoque cien por ciento agroecológico. Dalma no sólo ha transformado el espacio en una finca escolar modelo, sino también ha transformado los corazones de muchas generaciones de sus estudiantes. Su finca

Estudiantes de la finca escolar se preparan para sembrar habichuelas en el banco preparado por ellos mismos.

escolar cuenta con terrazas de siembra de vegetales, flores y barreras vivas como el pacholí que ayudan a mantener una biodiversidad saludable y a proteger el suelo. También tienen área de composta, vivero de propagación de plantas protegido por un umbráculo, un fogón para preparar ricas recetas, un almacén para herramientas, el salón de clase y el *Ranchito de la Paz* donde se reúnen para discutir tareas, ideas y observaciones. En este espacio, ha diseñado un lugar donde no sólo se siembra alimento (que luego se utiliza en el comedor y los estudiantes se llevan a sus hogares) sino que también se siembra inspiración, esperanza, compañerismo y ética de trabajo. Ha creado un currículo y metodología para que sus niños aprendan a producir su propia comida, y aprendan a comer cultivos tropicales, ecológicos y culturalmente relevantes. Además, sus estudiantes desarrollan una conciencia ambiental y social que va mucho más allá de la finca.

El cultivo estrella, entre los muchos que trabajan Dalma y sus estudiantes, es la habichuela.
Este cultivo es ideal por sus 4 características fundamentales. La habichuela:

1. Es una planta leguminosa - sirve como abono verde y por esto es un cultivo con valor ecológico. También, produce una gran cantidad de materia orgánica que puede integrarse al suelo para enriquecerlo después de ser cosechada.
2. Muestra con mucha claridad y sencillez las diferentes etapas de desarrollo de una planta.
3. Es parte de nuestra cultura agroalimentaria y por esto es un cultivo con valor cultural.
4. Se siembra en cualquier etapa - antes de cualquier otro cultivo para enriquecer el suelo; durante la siembra de otro cultivo en acompañamiento (o siembra intercalada); después de cualquier cultivo para enriquecer el suelo del cual ya se cosechó.

Para Dalma, "Hacer agricultura es enamorarse. Para la enseñanza agroecológica yo necesito lograr que cada estudiante se entusiasme con la siembra, y para hacer eso bastaría enseñar un sólo cultivo, y ese puede ser la habichuela". Pero hay también otros cultivos que son fundamentales porque cultivan el asombro, elemento esencial en el proceso de enamorarse. La zanahoria, la batata y la yautía son los principales cultivos que cultivan el asombro, ya que uno nunca sabe lo que encontrará debajo de la tierra. Para Dalma, estar en la tierra es andar enamorado todo el tiempo con sus aromas, sonidos y caricias que apelan tanto a los sentidos como al espíritu.

Para beneficio de maestros, madres, padres y educadores, aquí compartimos algunos puntos importantes de la guía de currículo que Dalma ha desarrollado y usado por muchos años:

I. Reglas

Dalma cree en la "Disciplina con Utilidad"; esto significa que las reglas se implementan con un propósito constructivo. Por ejemplo, ellos tienen áreas designadas para materiales y herramientas y le recalca a los estudiantes que luego de usarlas, las devuelvan a su lugar para lograr encontrarlas fácilmente, la próxima vez que sean necesarias. "No se trata de crear soldados obedientes, sino que aprendan conducta que les facilitará la vida a corto y largo plazo."

Ella primero establece las siguiente tres reglas y luego los niños deciden qué otras reglas quieren establecer como grupo. Ella les da un poco de guía para esto pues ellos tienden a ser más estrictos que ella misma. Durante el transcurso del año, todos van evaluando la efectividad de sus reglas y van adaptándolas según sea necesario. Estas tres reglas básicas son:

#1 No correr – Esto sin embargo, está sujeto a que el día que algún estudiante esté lleno de emoción por ejemplo por la cosecha de algún fruto, ella no lo detendrá de correr. "Hay una diferencia entre correr por dañar versus por emoción."

#2 No gritar – Esto se trata de tener consideración con la biodiversidad que está trabajando en el huerto (culebras, lagartijos, pájaros, etc.). "Mientras más callados, más animales llegan y los niños comienzan a entender que no estamos solos."

#3 Caminar por los caminos – Es importante no pisar los bancos de siembra para no compactarlos.

II. Estrategia de enseñanza

- Dalma va cubriendo varios temas básicos en el transcurso del semestre y los detalles varían por grado (mientras más grandes, se discuten más detalles de cada tema).
- Todo los niños tienen una libreta para apuntar los temas cubiertos y para dibujar. Dalma ata el arte con los trabajos en el huerto. A medida que van aprendiendo, van dibujando sus observaciones en sus libretas y esto sirve de récord. Por ejemplo, ellos toman registro del clima al dibujar el cielo en el margen superior de las páginas. También dibujan los materiales utilizados y las prácticas llevadas a cabo. De esta manera, también van desarrollando sus dones artísticos e interpretación individual. También la maestra ve a cuáles detalles los niños le están prestando atención y permite variar el tipo de actividad en la clase.
- Al comienzo del año, Dalma discute los materiales necesarios para la clase (sombrero, botas, camisa para ensuciar) y estos se mantienen en su área designada en el salón.
- Antes de comenzar cualquier actividad, Dalma habla de las herramientas a utilizar y practican su uso. Luego, los niños las dibujan en sus libretas. Por ejemplo: Para el tema de composta, ellos primero aprenden lo que son la pala, el cernidor y la carretilla, y practican su uso.
- Se reúnen en el *Ranchito de la Paz* para repasar y discutir actividades y el espacio permite a Dalma ver el estado de los niños al ellos poder expresarse en este espacio "familiar".

III. Unidades a cubrir

1. Preparación de terreno
2. Siembra
3. Propagación
4. Calentamiento global y la agroecología

Estudiantes se reúnen en el *Ranchito de la Paz* para desgranar habichuelas cosechadas en la finca escolar.

Ají dulce

Capsicum chinense

Familia: Solanáceas
Hortaliza de fruto

El ají es un cultivo fácil de producir (comparado con otros tipos de pimientos) y popularmente en nuestra cultura agroalimentaria se usa para sofrito, pero proponemos que se puede utilizar más aún. En *Plenitud PR* lo utilizamos crudo en ensaladas, en humus, pestos y salteados con otros vegetales.

Clima: Todo el año

Ciclo de vida: Perenne (tropical)

Tiempo que tarda en germinar: 7-12 días de sembrada

Tiempo para primera cosecha: aproximadamente 110 días

Siembra: Se recomienda preparar semilleros para el trasplante.

Distancia entre plantas: 12-18 pulgadas (30-46 centímetros)

Distancia entre filas: 18-36 pulgadas (46-90 centímetros)

Plantas por persona: 1

Acompañantes

Beneficiosos: albahaca, cilantrillo, quimbombó, *marigold*	**No beneficiosos:** tomates, papas

Manejo: Prefieren suelos bastante fértiles, livianos, con buen drenaje y un pH entre 6.5 a 6.8. Las podas de mantenimiento les vienen bien. Se debe sembrar lejos de ajíes picantes porque ocurre polinización cruzada y adquieren el sabor picante.

Almacenamiento de la cosecha: Se debe almacenar sin lavar en el refrigerador a una temperatura de 45°F (7°C).

Plagas comunes: mosca blanca del ají	**Manejo:** Evita plantas colindantes con plantaciones de frutales y otras plantas hospederas de la plaga. Elimina plantas fuertemente infestadas. Elimina los residuos de cosecha tan pronto el cultivo haya terminado su vida útil. Usa trampas amarillas con pega, grasa de copilla u otro material adherente, así como trampas de melaza para la captura de la mosca.

Cosecha: Se pueden cosechar verdes o completamente maduros.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa entre $2 a $3.

Variedades recomendadas: Chato, Estrellitas, "Ají de Sopa o gustosito", Bonanza

Pimiento

Capsicum annuum

Familia: Solanáceas
Hortaliza de fruto

Los pimientos son un cultivo que al igual que el ají dulce, tienen mucha popularidad en la cocina boricua. Es importante escoger semillas y variedades criollizadas para tener un mejor éxito en la cosecha. Necesitan muchos nutrientes y deben sembrarse con plantas que no requieran mucho alimento.

Clima: Temporada cálida

Ciclo de vida: Perenne en áreas tropicales pero la planta se tiende a debilitar por el peso de los frutos; por lo tanto, debes estaquear (puedes hacerlo con palos o cordones; esto es para evitar que la planta se vire).

Tiempo que tarda en germinar: 7-10 días

Tiempo para primera cosecha: 65 días después del trasplante

Siembra: Se recomienda preparar semilleros para trasplante.

Distancia entre plantas: 12-24 pulgadas (30-60 centímetros)

Distancia entre filas: 12-30 pulgadas (30-76 centímetros)

Plantas por persona: 2

Acompañantes

Beneficiosos: albahaca, cilantrillo, quimbombó, lechuga, cebollines, *marigold*

No beneficiosos: tomates

Manejo: Al igual que los ajíes, el pimiento se desarrolla muy bien en suelos bastante fértiles, con buen drenaje, livianos y con pH entre 6.5 y 6.8. Un alto contenido de nitrógeno en el suelo puede reducir su rendimiento. Se deben podar las partes enfermas y dar podas de mantenimiento, al igual que abonar consistentemente.

Almacenamiento de la cosecha: Se debe almacenar sin lavar en el refrigerador a una temperatura de 45°F (7°C).

Plagas comunes:	**Manejo:**
pulgón verde (*Myzus persicae*), mosca blanca del pimiento (*Poliphagotarsonemus latu*), picudo del pimiento (*Anthonomus eugenii*), trípidos, orugas, ácaro ancho tropical	Se recomienda una corriente de agua fuerte para remover o la aspersión de aceite de neem o agua con jabón a medio día para el control de los pulgones o áfidos, ácaros y la mosca blanca. Para las orugas y el picudo del pimiento, se puede emplear el control mecánico, preferiblemente la remoción manual. Se recomienda la utilización de plantas trampa (ej. rábanos) y la rotación de cultivos para promover la presencia de enemigos naturales para estas plagas.

Cosecha: El pimiento se cosecha por lo general cuando el fruto haya alcanzado el tamaño adecuado, aunque esté de color verde. Estos pueden ser cosechados a mano con mucho cuidado de no maltratar ni el fruto ni la planta. No se recomienda realizar la cosecha durante las horas de mucho sol.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $3 a $4.

Variedades recomendadas: *Cubanelle*, "Blanco del país", *Sweet Chocolate*, *Banana*

Berenjena

Solanum melongena

Familia: Solanáceas
Hortaliza de fruto

Existen numerosas variedades de diferentes tamaños, formas y colores. La berenjena tropical (Japonesa o larga fina) tiene buen potencial en Puerto Rico. No es amarga, tiene alto rendimiento, es muy nutritiva y es la favorita de los chefs. Una planta puede producir más de 15 frutas. La berenjena, además de su versatilidad como vegetal, tiene propiedades medicinales en todas las partes de la planta. La fruta también es útil para tratar la diabetes y las hojas frescas y secas sirven para reducir el colesterol.

Clima: El clima tropical caliente favorece el desarrollo de la berenjena. Esta también es muy tolerante a la sequía al igual que la lluvia excesiva.

Ciclo de vida: Perenne en áreas tropicales pero la planta se tiende a debilitar por el peso de los frutos; por lo tanto, debes estaquear. El arbusto pueden crecer hasta 4 pies (1.2 metros) de alto.

Tiempo que tarda en germinar: 7-10 días

Tiempo para primera cosecha: 2-3 meses, antes de maduración total

Siembra: Se recomienda preparar semilleros para trasplante.

Distancia entre plantas: 12-24 pulgadas (30-60 centímetros)

Distancia entre filas: 12-36 pulgadas (30 - 90 centímetros)

Plantas por persona: 1 a 2

Acompañantes

Beneficiosos: habichuelas y quimbombó

No beneficiosos: n/a

Manejo: Prefiere un suelo suelto, con buen drenaje y rico en materia orgánica. Es susceptible a plagas y enfermedades y por lo tanto es importante nutrir el suelo donde se va a sembrar de antemano y continuar a medida que se va desarrollando. También se le deben regar microorganismos beneficiosos para evitar bacterias y virus dañinos. Otro detalle es que a veces la carga de los frutos puede ser muy pesada para la planta y por lo tanto, se le debe colocar una estaca si parece necesario. Las podas de mantenimiento tienden a prolongar la vida de la planta.

Almacenamiento de la cosecha: Almacena seca sin lavar, a 47°F (8°C).

Plagas comunes: nematodo nodulador, los hongos *Phytophtora* (pudrición de la fruta) y *Colletotrichum melongenae* (**antracnosis** de la fruta) y la bacteria *Ralstonia solanacearum* (marchitez bacterial)	**Manejo:** Se recomienda utilizar plantas repelentes de nematodos como acompañantes y controlar la humedad para combatir la pudrición de la fruta y la marchitez bacteriana.

Cosecha: A los 2 o 3 meses que comience la cosecha, no se debe permitir que se maduren por completo las berenjenas en la planta. Estas no son buenas para almacenamiento y por lo tanto, se deben consumir a la semana de haber sido cosechadas. En ese tiempo, deben estar en un lugar fresco de alta humedad.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $2 a $3.50.

Variedades recomendadas: Japonesa, *Pingtung*, *Black Beauty*, Rosa Bianca, *Listada Di Gandia*, Rosita, Rayada

Tomate

Lycopersicum esculentum

Familia: Solanáceas
Hortaliza de fruto

Los tomates son un cultivo que requiere muchos nutrientes. Hay variedades de tamaños, sabores y colores diferentes, pero se deben sembrar las que están más acostumbradas a nuestro clima tropical y húmedo. Existen variedades indeterminadas que requieren más poda pero tienden a ser más resilientes y durar más. Existen otras que son determinadas y crecen más controladas pero tienden a durar menos. Las variedades *heirloom* (semillas de herencia o autóctonas) han pasado por un proceso de selección con buena semilla y usualmente tienen más sabor y algunas resistencias mientras que las variedades híbridas pueden ser más resistentes a virus, pero las semillas no son fieles al tipo; en otras palabras, no necesariamente su fruto saldrá igual al de la planta que germinó de la semilla autóctona.

Clima: Temporada seca

Ciclo de vida: Anual y Semianual (las indeterminadas)

Tiempo que tarda en germinar: 6-12 días

Tiempo para primera cosecha: 2-3 meses

Siembra: Se recomienda preparar semilleros para trasplante.

Distancia entre plantas: 12-24 pulgadas (30-60 centímetros)

Distancia entre filas: 24-36 pulgadas (60-90 centímetros)

Plantas por persona: 2-4

Acompañantes

Beneficiosos: lechugas, zanahoria, albahaca, cebollín, cebolla, *marigold*, cebollín, cebolla, perejil, *nasturtium*, ajo, yuca.

No beneficiosos: hinojo, repollos, coles, *kale*, rábanos, papas y coliflor

Manejo: Prefiere suelos limo-arcillosos con buen drenaje y mucha materia orgánica. Pueden tolerar suelos ácidos con pH de hasta 5.5, pero su preferencia es un pH de 6.0 - 6.8. Requieren estacas y amarre. Se debe abonar, "deschuponar" y podar las hojas enfermas consistentemente. La aplicación de harina de cascarón de huevo molido (ver Sección 3) es excelente para los tomates.

Almacenamiento de la cosecha: Se debe almacenar en el refrigerador a 46°F (7.8°C).

Plagas comunes: áfidos, gusano de tomates, mosca blanca, gusano cortado, chinches

Manejo: Los gusanos pueden ser controlados manualmente, además de que se recomienda la presencia de enemigos naturales para regular las plagas en general. Puede usar plantas trampa como el amaranto para los áfidos o la mezcla de jabón y agua al medio día o neem.

Cosecha: Se debe cosechar cuando el fruto esté completamente maduro para que tenga más sabor, aunque también se puede cosechar verde y cuando esté comenzando pintarse.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $2 a $3.

Variedades recomendadas: *Brandywine*, Tomate criollo de Jayuya, Roma, Caneco, *Cherry*, *Manalucie*, Manapal, *Floradel*, BHN 602 y *Dixie Red*

Albahaca

Ocimum basilicum

Familia: Lamiáceas
Hierba aromática tropical

Se utilizan las hojas crudas para hacer pesto (ve la pág. 159 en la Sección de Recetas) para pastas y tapas, entre otras. Además, se usan para decorar y condimentar. También, tiene propiedades medicinales; la principal es que ayuda a calmar el estómago.

Clima: Prefiere pleno sol. Puede cultivarse todo el año pero es propensa a hongos en la época de lluvia. Para esa época se recomienda tener un techo plástico para controlar la humedad.

Ciclo de vida: Anual

Tiempo que tarda en germinar: 7-10 días

Tiempo para primera cosecha: Cuando lleguen a un pie de altura.

Siembra: Estas se pueden sembrar directamente al banco de siembra o en semilleros para luego de germinar ser trasplantadas; también se pueden propagar a través de esquejes.

Distancia entre plantas (siembra directa): 10-12 pulgadas (25-30 centímetros)

Distancia entre filas: 12 pulgadas (30 centímetros)

Plantas por persona: 2 (depende del uso)

Acompañantes

Beneficiosos: tomates, zanahorias y lechugas

No beneficiosos: pepinillo

Manejo: Prefieren un suelo con buen drenaje y rico en materia orgánica. Les gusta el suelo húmedo por lo que deben recibir riego consistentemente. Se deben podar cuando tengan un pie de altura para promover un crecimiento más frondoso.

Almacenamiento de la cosecha: Las hojas se pueden utilizar frescas, secas o conservadas en aceite (deben ser refrigeradas) o en vinagre. Se pueden guardar secas en el refrigerador a una temperatura de 35°F (2°C).

Plagas comunes:	**Manejo:**
enfermedades fungosas como *Cercospora ocimicola*, *Curvularia* sp., *Fusarium* sp. y *Alternaria* sp.	Para controlar las plagas, debe aplicar TCA (ver sección de Suelos) o aceite de neem o eliminar partes enfermas.

Cosecha: Luego de la poda inicial, se deben cosechar cada 2 semanas antes de que florezca o eliminar las flores para seguir cosechando a menos que quiera aprovechar las flores para atraer abejas, o conservar semillas.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $8 a $12. Se presta para hacer productos de valor añadido como el pesto.

Variedades recomendadas: *Genovese*, *Italian large leaf*, *Sweet*, *Purple dark opal*, *Thai* y *Tulsi* o *Holy basil*

Arúgula

Eruca sativa

Familia: Crucífera o Brassicaceae
Hortaliza de hoja verde y crecimiento rápido

Se utilizan las hojas y las flores mayormente en ensaladas pero también pueden ser salteadas y añadidas a sopas, pizzas, huevos, entre otros platos. Cuando se cocinan las hojas grandes, tienen un sabor a espinaca o col. Las semillas se pueden utilizar para condimentar aceites. Son una muy buena fuente de vitaminas A, C y hierro. Mientras más adulta es la planta, o cuando se cultiva en el verano, su sabor es más fuerte y picante.

Clima: Anual

Ciclo de vida: En las costas, debe ser cultivada en pleno sol durante las épocas menos calurosas o en microclimas frescos. Durante el verano, un sarán es recomendado para proveer más sombra. En la zona montañosa se puede cultivar todo el año.

Tiempo que tarda en germinar: 3-5 días

Tiempo para primera cosecha: 3 semanas (o cuando las hojas alcancen 2 pulgadas (5 centímetros) de largo)

Siembra: Dependiendo de cuando usted quiera cosechar, se puede hacer una siembra directa o en semilleros si el suelo no está suelto.

Distancia entre plantas (siembra directa): ½-2 pulgadas (1.3-5 centímetros)

Distancia entre filas: 4-6 pulgadas (10-15 centímetros)

Plantas por persona: 10

Acompañantes

Beneficiosos:	**No beneficiosos:**
habichuelas, apio, zanahoria, menta, lechuga, cebollines y pepinillos	fresas, frijoles trepadores

Manejo: No es exigente con el tipo de suelo y tolera suelos no tan fértiles. Prefiere suelos ricos en humus con un pH de 6 a 6.8 y requiere riego regular.

Almacenamiento de la cosecha: Se debe almacenar seca en el refrigerador a una temperatura de 35°F (2°C) durante no más de una semana.

Plagas comunes:	**Manejo:**
escarabajos, mancha bacteriana de la hoja y áfidos	Evitar las siembras de sucesión de plantas del género Brassica (ej. repollo, coliflor, brócoli, mostaza) en estrecha proximidad; rotar cultivos; aplicar neem o mezcla básica; introducir mariquitas.

Cosecha: Cada 3 a 8 semanas o cuando las hojas lleguen a mínimo 2 pulgadas (5 centímetros) de altura.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $8 a $16.

Variedades recomendadas: Astro, *Rocket*, *Sylvetta*, *Surrey* y *Grazia*

Kale, col de hoja suelta o col berza

Brassica oleracea [var. acephala]

Familia: Crucíferas o Brassicaceae
Hortaliza de hoja verde mediana

Se utilizan las hojas crudas en ensaladas y para hacer jugos. También se pueden cocinar y dar el mismo uso que a las espinacas o repollo. El kale concentra una cantidad densa de nutrientes en sus hojas, incluyendo calcio, hierro, potasio y vitaminas A, C y K. También tiene propiedades antiinflamatorias y antioxidantes.

Clima: Prefieren un clima fresco, por lo que se deben sembrar en micro-climas menos calurosos.

Ciclo de vida: Bianual que crece como anual en el trópico

Tiempo que tarda en germinar: 7-12 días

Tiempo para primera cosecha: 5 semanas

Siembra: Se pueden sembrar directamente al banco de siembra si la tierra es suelta o en semilleros para luego de germinar ser trasplantadas; también pueden ser propagadas a través de esquejes de los brotes del tronco de las plantas maduras.

Distancia entre plantas (siembra directa): 18 pulgadas (46 centímetros)

Distancia entre filas: 18-24 pulgadas (46-60 centímetros)

Plantas por persona: 4 (depende del uso)

Acompañantes

Beneficiosos: remolachas, acelgas, *celery*, pepinillo, lechugas y la familia de las cebollas

No beneficiosos: frijoles trepadores, fresas y tomate

Manejo: Tolera cualquier tipo de suelos, siempre y cuando tenga buen drenaje y nutrientes. Prefiere un pH alcalino, 6.5-7. Es fácil de manejar.

Almacenamiento de la cosecha: Dura una semana en la nevera a una temperatura de 35°F (2°C). Las hojas no se deben lavar mientras se guardan en la nevera para que se conserven mejor.

Plagas comunes: nematodos, mariposas (orugas), escarabajos, áfidos y bacteria *Erwinia carotovora* (causa pudrición)

Manejo: Aplicar aceite de neem o mezcla básica, controlar la humedad.

Cosecha: Cada 3 a 8 semanas o cuando las hojas lleguen a mínimo 2 pulgadas (5 centímetros) de altura.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa entre $6 a $12. Tiene mucha demanda en los supermercados de alimentos orgánicos (*health foods*), tiendas de jugos y restaurantes gourmets y vegetarianos.

Variedades recomendadas: Lacinato (*kale* de dinosaurio), *Blue curled Vates*, *Redbor*, tipo *curly kale* (*kale* rizado)

Collard, repollo de hoja suelta o col

Brassica oleracea

Familia: Crucíferas o Brassicaceae
Hortaliza de hoja verde

Se utilizan las hojas crudas en ensaladas y para hacer jugos. También se pueden cocinar y dar el mismo uso que a las espinacas o el repollo. La hoja entera se puede sumergir en agua caliente por unos segundos y luego usarse como un *wrap*. El collard concentra una cantidad densa de nutrientes en sus hojas, incluyendo calcio, magnesio, potasio y vitaminas K, A y C. También tiene propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y compuestos químicos que ayudan a bajar el colesterol.

Clima: Prefieren un clima fresco, por lo que se deben sembrar en microclimas menos calurosos.

Ciclo de vida: Bianual que crece como anual en el trópico

Tiempo que tarda en germinar: 7-15 días

Tiempo para primera cosecha: 9-10 semanas

Siembra: Las semillas del col pueden ser sembradas directamente al banco si la tierra es suelta, así como en semilleros para luego trasplantar las plántulas al banco.

Distancia entre plantas: 18 pulgadas (46 centímetros)

Distancia entre filas: 18-24 pulgadas (46-60 centímetros)

Plantas por persona: 4

Acompañantes

Beneficiosos: eneldo, menta, tomillo, cebollines, otros miembros de las brasicáceas

No beneficiosos: tomates

Manejo: Prefieren un suelo húmedo, suelto con buen drenaje y nutrientes. Prefieren un pH de 6 - 6.5. Las hojas se deben cosechar tiernas porque si no pueden ser muy fibrosas. Es un cultivo fácil de manejar.

Almacenamiento de la cosecha: Dura una semana en la nevera a una temperatura de 35°F (2°C). Las hojas no se deben lavar mientras se guarden en la nevera para que se conserven mejor.

Plagas comunes:	**Manejo:**
áfidos, bacteria *Erwinia carotovora* (causa pudrición)	Para el control de los áfidos se puede asperjar la planta con aceite de neem. Se recomienda controlar la humedad para prevenir y combatir la pudrición.

Cosecha: Cosecha las hojas de la parte inferior del tallo y trabaja hacia arriba del tallo a medida que crece.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $8 a $16. Tiene mucha demanda en los supermercados de alimentos orgánicos (*health foods)*, tiendas de jugos y restaurantes gourmets y vegetarianos.

Variedades recomendadas: *Champion* y *Georgia Southern*

Cilantrillo

Coriandrum sativum

Familia: Apiáceas
Hierba culinaria pequeña

Se utiliza el tallo, las hojas y las semillas para usos culinarios, medicinales y para decorar los platos. Se pueden hacer productos de valor añadido como sofrito, chimichurri y pesto entre otros. Su flor atrae insectos beneficiosos como mariquitas para el control de áfidos.

Clima: El cilantrillo es sensible al exceso de calor, de humedad y de sequía. Cuando entra en estrés tiende a florecer rápidamente. Se recomienda cultivar durante las épocas más frescas del año (noviembre a marzo) o en un microclima menos caluroso. También es importante cultivarlo en un lugar que haya un buen flujo de aire.

Ciclo de vida: Anual

Tiempo que tarda en germinar: 2-3 semanas

Tiempo para primera cosecha: Tan pronto tenga 6 pulgadas (15 centímetros) de altura o más.

Siembra: Se recomienda la siembra directa de las semillas de cilantrillo, aunque también se pueden preparar semilleros. Se recomienda preparar semilleros cada 2 a 3 semanas para una cosecha constante.

Distancia entre plantas: 4-6 pulgadas (10-15 centímetros)

Distancia entre filas: 6-12 pulgadas (15-30 centímetros)

Plantas por persona: 6 (se debe continuar la siembra escalonada)

Acompañantes

Beneficiosos: eneldo, *kale*, coles, rábano, tomate, albahaca, familia de la cebolla (ajo, puerro), pimientos y habichuela

No beneficiosos: *celery*, perejil y zanahoria

Manejo: Prefiere un suelo suelto, con buen drenaje y rico en materia orgánica. Requiere riego consistente ya que les gusta el suelo húmedo pero se enferman con mucha lluvia.

Almacenamiento de la cosecha: En nevera, seco, a 35°F (2°C).

Plagas comunes: Hongos; *Erysiphe*, *Cercospora*, *Alternaria*, *Rhizoctonia y Fusarium*. Bacterias; Pseudomonas	**Manejo:** Disminuir exceso de humedad, aplicar neem y mezcla básica.

Cosecha: Se debe comenzar a cosechar las hojas de afuera cuando la planta alcanza 4-6 pulgadas (10-15 centímetros) de altura (en 40-60 días). Se debe cosechar cada 1 a 2 semanas para estimular el crecimiento de más hojas. Cuando comienza a florecer, se debe cortar la flor para alargar la vida a la planta, pero se debe dejar siempre una planta florecida para atraer a los insectos beneficiosos. Sin embargo, obtendrá mayor rendimiento si cosecha la planta completa (los cortes causan que la planta vaya decayendo) y mantiene la siembra escalonada para siempre tener plantas que cosechar. Al cosechar con raíces también permite que dure más tiempo almacenada.

Valor comercial: El cilantro tiene mucha demanda en Puerto Rico ya que es una de las hierbas más usadas. El costo por libra fluctúa de $4 a $6.

Variedades recomendadas: Santo, Caribe, *Slow Bolt* y *Sunmaster*

Perejil

Petroselinum crispum

Familia: Apiáceas
Hierba culinaria pequeña

Se utilizan todas sus partes: raíces, tallos, hojas y semillas. Es considerado un hipotensor: por su riqueza en potasio y su efecto diurético. Se puede utilizar como si fuese cilantrillo. También es conocido como **emenagogo** ya que promueve el flujo menstrual y combate los dolores. Además se considera que incrementa las secreciones gástricas, por lo cual se utiliza como digestivo.

Clima: El perejil es tolerante a climas fríos y calientes.

Ciclo de vida: Bianual pero crece como anual en el trópico

Tiempo que tarda en germinar: 4 semanas (Se puede acelerar el proceso de germinación sumergiendo las semillas en agua caliente durante la noche (8 horas) antes de la siembra).

Tiempo para primera cosecha: 2½ meses

Siembra: Es recomendada la preparación de semilleros para el trasplante.

Distancia entre plantas (siembra directa): 6-12 pulgadas (15-30 centímetros)

Distancia entre filas: 12-18 pulgadas (30-46 centímetros)

Plantas por persona: 2

Acompañantes

Beneficiosos: zanahorias, tomates, ajo	**No beneficiosos:** lechuga, cebollas

Manejo: Prefiere un suelo fértil, con buen drenaje, húmedo con sol directo o sombra parcial. No se debe fertilizar antes de sembrar.

Almacenamiento de la cosecha: Dura 2-7 días en la nevera seco, a una temperatura de 35°F (2°C).

Plagas comunes: áfidos y gusanos	**Manejo:** Remover manualmente los gusanos y para los áfidos, puedes hacer la mezcla básica (ver Sección de *Cultivos y manejo de plantas*).

Cosecha: Se cortan los tallos con hojas lo más cerca al suelo posible, para hojas solamente. Se cosechan aquellas que están en el exterior para que nuevas hojas puedan crecer desde el medio de la planta.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $8 a $12.

Variedades recomendadas: *Triple Curly*, *Giant of Italy*

Zanahoria

Daucus carota var. sativus

Familia: Apiáceas
Hortaliza de raíz

La zanahoria es un cultivo bien saludable y divertido para sembrar con los niños. Se debe cultivar especialmente en los meses más frescos. Tiene un sinnúmero de usos en la cocina y es un cultivo que sabe bien diferente cuando es cosechado localmente versus el importado que se consigue en el supermercado.

Clima: A pleno sol, aunque tolera sombra parcial.

Ciclo de vida: Bianual que crece como anual en el trópico

Tiempo que tarda en germinar: 7-21 días

Tiempo para primera cosecha: 75 días (depende de la variedad)

Siembra: Se recomienda que se siembren las semillas de la zanahoria directamente en un banco elevado con suelo arenoso, pero se pueden hacer semilleros para suelos menos sueltos.

Distancia entre plantas: 2-4 pulgadas (5-10 centímetros)

Distancia entre filas: 6-12 pulgadas (15-30 centímetros)

Plantas por persona: 15

Acompañantes

Beneficiosos:	**No beneficiosos:**
tomates, rábanos, albahaca, lechugas, perejil, cebollas y cebollines. Siembre rábanos para romper el suelo y marcar las filas.	eneldo

Manejo: La zanahoria requiere un suelo bien drenado, con pH de entre 6 a 6.8, limo arenoso, fértil y que retenga bien la humedad. Se pueden sembrar con rábanos y estos se cosechan antes de que esté la zanahoria. Las zanahorias por lo general se entresacan luego de la siembra directa para darles el espacio adecuado.

Almacenamiento de la cosecha: Corta los topes de las zanahorias y almacénalas sin lavar en el refrigerador, a una temperatura de 35°F (2°C) y con alta humedad.

Plagas comunes:	**Manejo:**
mosca del moho de la zanahoria, gorgojo de la zanahoria, saltahojas	Se recomienda utilizar tela cobertora para minimizar la entrada de plagas que pueden dañar la raíz.

Cosecha: Se debe comenzar a cosechar cuando se tenga el color adecuado y buen tamaño.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $2 a $4.

Variedades recomendadas: *Cosmic Purple Carrots*, *Oxheart*, *Danvers*, *Scarlet Nantes*, *Chantenay* (para suelos rojos)

Cebolla

Allium cepa

Familia: Liliáceas
Hortaliza de bulbo

Las cebollas roja y amarilla son de cultivo fácil en Puerto Rico siendo resistentes a aguaceros e insectos. Se preparan los semilleros en noviembre, empiezan a germinar en diciembre y se trasplanta en enero, engordan en primavera y se cosechan en junio.

Clima: Fresco

Ciclo de vida: Bianual que crece como anual en el trópico

Tiempo que tarda en germinar: 4-5 días

Tiempo para primera cosecha: 100-140 días

Siembra: Las semillas de la cebolla pueden ser propagadas mediante siembra directa así como en semilleros para el trasplante. Con la siembra directa hay que entresacar para dejar a la distancia correcta; es decir, se deben sacar las plántulas que crecen en el medio de las plantas que guardan la distancia apropiada. Las entresacadas se pueden dejar en la tierra suficiente tiempo como para cosechar como cebollín.

Distancia entre plantas: 4-6 pulgadas (10-15 centímetros)

Distancia entre filas: 12-18 pulgadas (30-46 centímetros)

Plantas por persona: 8

Acompañantes

Beneficiosos: romero, repollo, remolacha, *kale*, *collard*, albahaca blanca, orégano pequeño, orégano brujo

No beneficiosos: habichuelas

Manejo: La cebolla prefiere un suelo rico en materia orgánica y con buen drenaje. Además le es favorable un pH de entre 6.2 a 6.8. También es altamente recomendado mantener bajas las poblaciones de malezas ya que son una competencia fuerte para nutrientes.

Almacenamiento de la cosecha: Se debe almacenar en el refrigerador a una temperatura de 35°F (2°C) y una humedad relativa de entre 65%-70%.

Plagas comunes: mosca de la cebolla, *Spodoptera exigua* (alevillas o mariposas nocturnas), caracoles (babosas), trípidos	**Manejo:** Eliminar residuos de siembras anteriores para reducir poblaciones de insectos dañinos. Promover la presencia de enemigos naturales de las plagas presentes y se recomienda la rotación de cultivos.

Cosecha: Se deben arrancar en días secos y luego dejar secar al sol sin dejar que se mojen varios días antes de almacenar.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa por $1 a $2.

Variedades recomendadas: *Granex 33*, *Texas Grano*, *Red Globe*

Cebollines

Allium schoenoprasum

Familia: Liliáceas
Hortaliza de pequeño bulbo con hojas comestibles

El cebollín puede ayudar a disminuir la presión arterial y ser de utilidad a los riñones. El cebollín a menudo puede ser consumido por aquellos que no les gusta la cebolla, ya que tiene un sabor mucho más suave. Es excelente con arroz integral, salteados de vegetales y viandas. Además, es muy efectivo como repelente de plagas.

Clima: Prefieren un clima fresco, por lo que se deben sembrar en micro-climas menos calurosos.

Ciclo de vida: Perenne

Tiempo que tarda en germinar: 4-5 días

Tiempo para primera cosecha: 2-3 meses

Siembra: Se recomienda la siembra directa de la semilla del cebollín ya que no le gusta ser trasplantado.

Distancia entre plantas (siembra directa): ½ pulgada (1.3 centímetros)

Distancia entre filas: 4-6 pulgadas (10-15 centímetros)

Plantas por persona: 4

Acompañantes

Beneficiosos: tomate, ajo, pimientos, zanahorias, ajíes	**No beneficiosos:** habichuelas, guisantes

Manejo: El cebollín cuida de sí mismo sin mucha ayuda, pero hay algunas cosas que puede hacer para mantenerlos sanos, felices y productivos. Un buen suministro de agua (aunque aguanta sequía) con un suelo fértil y de buen drenaje ayuda mucho a su bienestar. Se pueden sembrar entre 2,500-5,000 plantas por cada 100 pies cuadrados con posibles rendimientos de 100 libras de cebollines.

Almacenamiento de la cosecha: Duran 2-3 semanas en la nevera y deben ser guardados a una temperatura de 35°F (2°C).

Plagas comunes: No es comúnmente atacados por plagas.	**Manejo:** Promover la presencia de agentes beneficiosos, controlar la humedad y rotar los cultivos.

Cosecha: Se pueden cosechar cebollines una vez la parte superior mida alrededor de 6 pulgadas (15 centímetros) de altura; mientras más se les permita crecer, más potente será el sabor.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $6 a $10.

Variedades recomendadas: *Sibiricum*, Chalota jíbara

Pepinillo

Cucumis sativus

Familia: Cucurbitáceas
Hortaliza de fruto

Lo mejor es consumirlos frescos, ya sea en jugos o ensaladas. Sin embargo, también tienen propiedades medicinales, como por ejemplo, es un buen calmante en momentos de alta ansiedad si es ingerido como té o jugo.

Clima: A la planta de pepinillo le encanta el sol; se recomienda tenerlos expuestos al menos a unas 6 horas de sol diarias.

Ciclo de vida: Anual

Tiempo que tarda en germinar: 3-5 días

Tiempo para primera cosecha: 2½ meses

Siembra: Se pueden propagar las semillas del pepinillo por siembra directa o en semilleros para trasplante.

Distancia entre plantas: 12-24 pulgadas (30-60 centímetros)

Distancia entre filas: 12-24 pulgadas (30-60 centímetros)

Plantas por persona: 3-5

Acompañantes

Beneficiosos: girasoles, tomates, *kale*

No beneficiosos: anís, albahaca, romero, salvia, hierbas fuertes, papas

Manejo: El pepinillo es por naturaleza una planta trepadora. Se desarrolla muy bien cuando se le ayuda a trepar. Cuando la planta tenga siete hojas verdaderas se recomienda despuntar sus ápices vegetativos (punta superior de la planta), esto para que se ramifique y se extienda hacia los lados. Tanto en su período de crecimiento (etapa vegetativa) como en su período de floración, la planta de pepino necesita mucha humedad; es por esto que se recomienda mantener la tierra de la planta bien húmeda durante toda su vida. Sin embargo, detestan estar inundados en agua; por eso es muy importante el buen drenaje. Su ciclo de vida es rápido.

Almacenamiento de la cosecha: Dura 10-14 días en la nevera y debe ser guardado a una temperatura de 46°F (7.8°C)

Cosecha: Una vez comience la cosecha, coseche cada 2 a 3 días. No permita que se maduren los pepinillos en la planta.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa entre $1 a $3.

Variedades recomendadas: Gurabo, *Ashley*, Gemini, *Dasher*, *Poinsett*

Habichuelas

Phaseolus vulgaris

Familia: Fabáceas
Legumbre

Las habichuelas son un cultivo fácil y de alta producción. Recomendamos que siembres variedades para habichuelas tiernas y secas.

Clima: Cálido. A pleno sol, aunque tolera la sombra parcial.

Ciclo de vida: Anual

Tiempo que tarda en germinar: 5-7 días

Tiempo para primera cosecha: 65 días

Siembra: Se recomienda sembrar la semilla de habichuela directamente al banco. Algunos agricultores siembran dos semillas por hoyo cada 6 pulgadas (15 centímetros).

Distancia entre plantas: 4-6 pulgadas (10-15 centímetros)

Distancia entre filas: 6-12 pulgadas (15-30 centímetros)

Plantas por persona: 4 tiernas; si son secas se deben sembrar más

Acompañantes

Beneficiosos: se pueden poner con casi cualquier cultivo excepto la familia de las cebollas	**No beneficiosos:** cebollines, ajo, cebolla

Manejo: Las habichuelas necesitan suelos fértiles con buen drenaje y un pH de entre 6.0 a 6.8.

Almacenamiento de la cosecha: Almacena las habichuelas tiernas, secas, a 35°F (2°C). Los granos, si están verdes, se almacenan a 35°F (2°C) o en el congelador. Si son granos secos, puedes guardarlos en un área fresca.

Plagas comunes: *Mexican bean beetle*, áfidos, salta hojas, mosca de la semilla del maíz, ácaros	**Manejo:** Se puede utilizar el control manual para remover los escarabajos. Con una corriente de agua moderada, se pueden remover los áfidos y ácaros de las plantas. También se recomienda que se atraigan depredadores naturales para estas plagas en general.

Cosecha: Para las secas: cosechar cuando se note la presencia del grano dentro de la vaina y las hojas comienzan a cambiar de verdes a un verde amarillento. Se puede cosechar las vainas que estén de color verde brillante o también se puede cosechar la planta entera.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $1.50 a $3.

Variedades recomendadas: Secas: Rosada del País, Blanca del País, Badillo, Verano, Beníquez /// Tiernas: *Yard Long*, *Kentucky Wonder*, *Provider*, *Blue Lake*

*También considera sembrar frijoles como los Caupi o Cubano *Vigna unguiculata* pues son más resistentes, fijan nitrógeno al suelo significativamente–a diferencia de la habichuela que no es muy eficiente con esto–y producen más granos.

Quimbombó, okra o molondrón

Abelmoschus esculentus

Familia: Malváceas
Hortaliza de fruto

El quimbombó es un cultivo bastante fácil de producir y rico en nutrientes, especialmente las variedades rojas. Se puede cocinar salteado con semillas de ajonjolí o junto a otros vegetales.

Clima: Todo el año

Ciclo de vida: Anual

Tiempo que tarda en germinar: Aproximadamente 6 días

Tiempo para primera cosecha: 50-60 días de sembrado

Siembra: Se pueden preparar semilleros para el trasplante, aunque también pueden sembrarse las semillas directamente al banco.

Distancia entre plantas: 12-18 pulgadas (30-46 centímetros)

Distancia entre filas: 18-24 pulgadas (46-60 centímetros)

Plantas por persona: 4

Acompañantes

Beneficiosos: albahaca, pimientos y berenjenas

No beneficiosos: n/a

Manejo: Al quimbombó, molondrón u okra, como también se le conoce, le gustan los suelos con buen drenaje y buena fertilidad. Se deben sembrar en un área accesible ya que requieren cosecha constante.

Almacenamiento de la cosecha: El fruto puede durar de 7-10 días en una bolsa perforada a una temperatura de 46°F (7.8°C).

Plagas comunes: chinches apestosas, marchitez por *Fusarium*	**Manejo:** Remover a mano las chinches. Se recomienda la rotación de cultivos para prevenir o minimizar ataques por plagas.

Cosecha: Los frutos estarán listos para cosechar cuando alcancen el largo de un dedo (en la mayoría de las variedades) y la punta sea fácil de doblar sin partir. Estas se deben cosechar cada dos días.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $2 a $6.

Variedades recomendadas: *Clemson Spineless*, *Burmese*, *Burgundy*

Remolacha

Beta vulgaris

Familia: Amaranthaceae
Hortaliza de raíz

La remolacha es un cultivo alto en hierro, denso en nutrientes y ha sido cultivada por los jíbaros en las montañas de la región noroeste. Existen muchas variedades de diferentes colores y son riquísimas asadas, al vapor, en jugos y salteadas. Las hojas también se comen y se pueden usar como si fueran espinacas.

Clima: Fresco, a pleno sol, aunque tolera la sombra parcial. Mejor sembrar en los meses de invierno y primavera.

Ciclo de vida: Anual

Tiempo que tarda en germinar: 5-8 días

Tiempo para primera cosecha: 55 días

Siembra: Se recomienda la siembra directa pero si el suelo no es suelto, intenta trasplantar luego de trabajar el suelo.

Distancia entre plantas: 2-4 pulgadas (5-10 centímetros)

Distancia entre filas: 4-6 pulgadas (10-15 centímetros)

Plantas por persona: 12

Acompañantes

Beneficiosos: cebolla, lechuga, habichuelas, *kale*, familias del repollo

No beneficiosos: mostazas

Manejo: Las remolachas prefieren suelos sueltos y con buen drenaje. Se recomienda que el suelo tenga un pH de entre 6.2 a 6.8, aunque pueden tolerar pH de 6.0 a 7.5. Además, las remolachas pueden desarrollarse en suelos con distintas texturas. Se recomienda la adición de materia orgánica en suelos arcillosos, aterrarlas y proteger las hojas de plagas.

Almacenamiento de la cosecha: Para almacenar la raíz, corta las hojas 1 pulgada (2.5 centímetros) sobre la corona, lávala y déjala secar; luego refrigérala a 35°F (2°C).. La raíz puede durar hasta 6 meses. Para almacenar las hojas, se recomienda colocarlas en agua luego de cortarlas, después las colocas en una bolsa plástica para mantener la humedad y las refrigeras para utilizar pronto.

Plagas comunes: saltahojas, crisomélidos, áfidos, minadores de la hoja, mosca de la col	**Manejo:** Se recomienda promover la presencia de enemigos naturales de las distintas plagas. Además, debes asegurarte de transplantar las plantas más fuertes y saludables.

Cosecha: La raíz se puede cosechar cuando alcance el tamaño deseado. Las hojas pueden ser cosechadas cuando alcancen aproximadamente 3 pulgadas (8 centímetros).

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $2 a $4.

Variedades recomendadas: *Crosby Green Top*, *Detroit Dark Red*, *Bull's Blood*

Lechuga

Lactuca sativa

Familia: Asteráceas
Hortaliza de hoja comestible

La lechuga se utiliza mayormente para ensaladas y para decorar los alimentos. También se puede utilizar medicinalmente, particularmente en té para ayudar a contrarrestar el insomnio. Las variedades rojas tienden a resistir más el calor; por ende, se adaptan mejor a nuestro clima tropical. Sembrarla intercalada con cultivos más altos les puede proveer un microclima adecuado.

Clima: La lechuga no es un cultivo tropical. Se deben cultivar las variedades recomendadas en semisombra o en microclimas frescos. Se da mejor en los meses de invierno y primavera.

Ciclo de vida: Anual

Tiempo que tarda en germinar: 7-12 días

Tiempo para primera cosecha: 4-7 semanas

Siembra: Estas semillas se pueden sembrar directamente al banco de siembra o en semilleros para luego de germinar, ser trasplantadas.

Distancia entre plantas: 6 pulgadas (15 centímetros)

Distancia entre filas: 6-18 pulgadas (15-46 centímetros)

Plantas por persona: 10-12 (depende del uso)

Acompañantes

Beneficiosos: remolachas, cebolla, zanahoria, pepinillo y plantas en la familia de las brasicáceas y cebolla

No beneficiosos: n/a

Manejo: Prefiere suelo suelto, fértil, bien drenado, húmedo y rico en materia orgánica con un pH de 6 a 6.5. Tiene raíces superficiales por lo que el suelo se debe mantener húmedo.

Almacenamiento de la cosecha: Dura entre 2-3 semanas en la nevera y debe almacenarse a una temperatura de 35°F (2°C).

Plagas comunes: áfidos y lapas	**Manejo:** Debes aplicar aceite de neem o mezcla básica de jabón. Para eliminar lapas, coloca cerveza en recipientes de poca profundidad en la oscuridad.

Cosecha: Se cosecha luego de haber 5-6 hojas maduras.

Valor comercial: El costo por libra fluctúa de $7 a $9.

Variedades recomendadas: *Queensland*, *Bergam's Green*, *Nevada*, *New Red Fire*, Jericho

"Ama y haz lo que quieras: si callas, calla por amor; si gritas, grita por amor; si corriges, corrige por amor; si perdonas, perdona por amor. Exista dentro de ti la raíz de la caridad; de dicha raíz no puede brotar sino el bien."

- Agustín de Hipona

Recetas

Aquí presentamos varias recetas que son divertidas, deliciosas y fáciles de preparar con ingredientes locales. Las debes usar como una guía; puedes usar tu creatividad y sustituir los ingredientes por los que tengas a la mano. Lo más importante es divertirte y cocinar con actitud de servicio y amor.

Leche dorada

La leche dorada es una de nuestras bebidas favoritas para servir a nuestros visitantes en *Plenitud PR* y hemos descubierto que hasta a los mañosos les gusta. Además de ser deliciosa, es bien medicinal. La cúrcuma se cultiva bien fácil y tiene propiedades antiinflamatorias, tiene antioxidantes, ayuda con la artritis y el cáncer, entre otras condiciones. Tradicionalmente, se hace con la cúrcuma seca, pero también la hemos hecha con la fresca y funciona igual.

Tiempo de preparación: 10 minutos
Tiempo de cocinar: 15 minutos
Sirve: 1 taza de pasta de cúrcuma y leche dorada para 2 personas

Ingredientes

Pasta de cúrcuma

- ¼ de taza de polvo de cúrcuma o curcuma fresca rallada o molida en procesador
- ½ cucharadita de pimienta molida
- 1 ½ taza de agua filtrada (si es cúrcuma fresca solo ½ taza)
- 1 palito de canela (opcional)

Leche dorada

- 1 taza de leche (de almendra, vaca, o coco, etc.)
- 1 cucharada de aceite de coco
- 1 ½ cucharada o más de pasta de cúrcuma
- 1 cucharada de miel o a gusto
- 1 cucharadita de canela
- 1 pedazo de ½ pulgada de jengibre (opcional)
- 1 guineo y ½ taza de avena (opcional)

Pasos

1. Cocina la pasta de cúrcuma. Agrega todos los ingredientes en una ollita pequeña a fuego mediano hasta que hierva uniformemente. Una vez comienza a hervir, inmediatamente baja el fuego y déjalo cocinar por 10-15 minutos o hasta que la pasta espese. Debes mezclarlo con frecuencia. Luego puedes usarla al momento para hacer la leche o dejar que la pasta se enfríe y guardarla en un frasco de cristal en el refrigerador.
2. Bate la leche. Coloca todos los ingredientes de la leche dorada en una batidora y mézclalos bien. Luego la puedes refrigerar y beber. Para hacer la leche caliente, coloca todos los ingredientes, excepto la miel, en una olla y mueve constantemente la mezcla para que todos los ingredientes queden bien integrados antes de que empiece a hervir. Cuando esté caliente, agregas miel de abeja a gusto.

Pesto de orégano brujo, albahaca y/o cilantrillo

El pesto es una de nuestras recetas favoritas porque estas hierbas casi siempre están en abundancia en el huerto. Puedes usar cualquiera de las 3 hierbas y/o unirlas y jugar con las proporciones según tu gusto. Recomendamos usar el orégano brujo en combinación con otra de las hierbas. Dura 1 semana en la nevera. Puedes usarlo para sándwiches, pastas, majados de vianda, entre otras comidas. Esta receta se puede convertir en un mayo-pesto excepcional si le añades a una porción (media taza más o menos) de *veganese* o mayonesa.

Tiempo de preparación: 15 minutos
Sirve: 4 porciones

Ingredientes

- ¼ taza de aceite de oliva
- ½ taza de nueces o semillas (*cashews* (cajuil), semillas de girasol, almendras mejor si son remojadas por 6-8 horas y tostadas)
- 2-3 dientes de ajos picados (a gusto)
- 4 tazas de orégano brujo, albahaca y/o cilantrillo suelto (sin compactar)
- ¼ taza de jugo de limón
- 2 cucharaditas de sal (a gusto)
- ½ cucharadita de pimienta
- agua (opcional para ajustar la consistencia si es necesario)

Pasos

1. Cosecha y lava bien las hierbas. Remueve los tallos de las hierbas en el caso de la albahaca y del orégano brujo.
2. Pica el ajo y añádelo al procesador de alimentos con el resto de los ingredientes.
3. Muele el pesto hasta que quede homogéneo. Añade agua si es necesario.

Pakoras

Las pakoras son un delicioso aperitivo o acompañante original de la India. Son vegetales picados finamente que se empanan con harina de garbanzo y especias y luego se fríen. La harina de garbanzo se puede comprar o hacer al moler los garbanzos en un procesador o *nutribullet* y luego cernirlos. Son como un bacalaito vegetariano pero aún más delicioso. La mezcla debe ser menos gruesa para empanar vegetales más finos tales como repollo, *kale* y espinaca, y más espesa para otros como las berenjenas y las viandas, por ejemplo. Son ideales servidos con alguna salsa.

Tiempo de preparación: 10 minutos
Tiempo de cocinar: 30 minutos
Tiempo de reposo: 10-15 minutos
Sirve: 6 personas

Ingredientes

- Ghee (mantequilla clarificada) o aceite para freír
- Vegetales que pueden ser usados para pakoras:
  - Guineos verdes – en rebanadas de ½ pulgada
  - Berenjenas – en rebanadas de ¼ pulgada
  - Hojas de orégano brujo, *kale*, coles o repollo lavadas y secadas con papel toallas
  - Batata o cualquier vianda pelada – en rebanadas de ⅛ pulgada
  - Tomates verdes – en rebanadas de ½ pulgada

- Mezcla
  - 1 ⅓ tazas de harina de garbanzo cernida (se podría sustituir por cualquier otra harina de ser necesario)
  - 2 cucharaditas de mantequilla derretida o aceite
  - 1 cucharada de jugo de limón
  - ¼ cucharadita de paprika ahumada o pimentón rojo
  - ½ cucharadita de cúrcuma (*turmeric*) en polvo
  - ¼ de cucharadita de canela en polvo
  - ¼ de cucharadita de comino en polvo
  - 2 cucharaditas de coriander o semillas de cilantrillo molidas
  - 1 a 1 ½ cucharada de sal (a gusto)
  - ½ taza de agua fría (o más si es necesario)
  - ⅓ de cucharadita de bicarbonato de soda (*baking powder*)(opcional)

Pasos

1. Combina la harina, el aceite o la mantequilla derretida, el jugo de limón, las especias y la sal en un recipiente hondo y mézclalo bien. Añade 5 cucharadas de agua fría suavemente mientras bates la mezcla con una batidora eléctrica o manual. Debes batirla hasta que quede sin grumos. Luego añade otras 3 cucharadas de agua y continúa batiendo hasta que esté bien mezclado. La consistencia debe ser como de *pancake*. Luego debes cubrir la mezcla y dejar reposar fuera de la nevera por 10-15 minutos.
2. Corta los vegetales según el grosor sugerido y sécalos de ser necesario. Los vegetales deben estar a temperatura ambiente.
3. Bate la mezcla por 2-3 minutos y verifica la consistencia de la mezcla. Si está muy fina, no se va a pegar a los vegetales y si es muy gruesa no se van a cocinar apropiadamente. Añade agua o harina según sea necesario. Añade el bicarbonato de soda si lo vas a usar.
   - En un sartén, calienta aceite para freír, que cubra 3 pulgadas del fondo. Cuando el aceite esté bien caliente, empana 5-6 vegetales de tu preferencia y échalos a freír uno a uno. Fríe los por cada lado hasta que estén doraditas. Las hojas se tardan 1-2 minutos por lado mientras las viandas pueden tardar hasta 5 minutos por cada lado.
   - Remuévelos y sírvelos inmediatamente.

Nota: Es conveniente mantener agua en un recipiente y una toalla cerca del área de freír para lavar y secarse las manos mientras se esté friendo.

Hamburguesas

Esta receta la incluimos por dos razones: son las mejores hamburguesas que hemos probado y no conllevan matar animales. En vez de carne animal, estas hamburguesas tienen remolacha, que es un cultivo fácil y divertido de sembrar y cosechar. La remolacha se asa y luego se ralla, dándole un delicioso sabor y brillante color a la hamburguesa. Recomendamos hacer algunos de los preparativos de antemano, como asar la remolacha, ablandar las habichuelas, moler la avena y/o cocinar el arroz integral. También puedes duplicar la receta y congelar el resto de las hamburguesas crudas con papel encerado. Son muchos pasos, pero créenos que vale la pena hacerlos, especialmente si la duplicas o triplicas y las congelas crudas envueltas cada una con papel encerado en una bolsa o recipiente . Esta receta fue tomada y adaptada del blog: https://www.thekitchn.com

Tiempo de preparación: 40 minutos
Tiempo de cocinar: 1 hora y 30 minutos
Sirve: 6-8 hamburguesas

Ingredientes

- 3 remolachas grandes (una libra más o menos)
- ½ taza de arroz integral (no cocido)
- 1 cebolla amarilla picada en pedacitos
- 3 a 4 dientes de ajo picados
- 2 cucharadas de vinagre de manzana
- ¼ taza de avena
- 4 tazas de habichuelas negras cocidas
- ¼ taza de ciruelas picadas en pedacitos
- 1 cucharadas de aceite de oliva extra virgen
- 1-2 cucharadas de paprika ahumada
- 2 cucharaditas de mostaza
- 1 cucharadita de comino
- ½ cucharadita de *coriander* o semillas de cilantrillo en polvo
- 1/2 cucharadita de tomillo
- 1-2 huevos grandes (opcional, no lo uses si eres vegano o tus invitados son veganos)
- sal y pimienta a gusto

Para servirlo:

- lascas finas de queso (opcional)
- 6 panes de hamburguesas
- lechuga y tomate
- condimentos: mayonesa, ketchup, mostaza (opcional)

Pasos

1. Primero, asa las remolachas. Para esto, las envuelves en papel de aluminio y las cocinas a 400°F (200 °C) en el horno hasta que entre fácilmente un tenedor (50 minutos). Luego las dejas enfriar.
2. Cocina el arroz mientras se asan las remolachas. Hazlo en la manera que usualmente cocinas el arroz. El arroz debe quedar bien cocido, pero firme y no

demasiado amogollado (toma 40 minutos aproximadamente). Luego, cuando esté listo, déjalo enfriar. Asegúrate de echarle suficiente sal al agua para que quede con gusto.

3. Cocina las habichuelas, mientras se asan las remolachas y cocinas el arroz. Recomendamos ablandar tus propias habichuelas, pero de lo contrario puedes usar habichuelas enlatadas. Asegúrate de enjuagarlas bien. Ablándalas con suficiente agua y las puedes sazonar un poco con algunos dientes de ajo, paprika ahumada y cebolla para que cojan gusto en lo que ablandan.
4. Cuando termines estos tres pasos, saltea las cebollas. Calienta una cucharadita de aceite de oliva en el sartén, añade las cebollas, media cucharadita de sal y voltéalas cada 1-2 minutos. Cocínalas a fuego mediano hasta que estén doraditas (10-12 minutos más o menos). Baja el fuego, añade el ajo y cocínalo por 30 segundos. Presta atención para que no se queme. Luego añade el vinagre de manzana y cocínalo a fuego bajito hasta que se evapore el vinagre. Remuévelo del fuego y déjalo enfriar.
5. Muele la avena en un procesador o batidora hasta que quede como una harina fina. Transfiérelo a un recipiente.
6. Drena las habichuelas y tranfiérelas a un procesador junto con las ciruelas. Muélelas por 2-10 segundos poco a poco hasta que queden picadas un poco, en vez de un majado o refrito. Luego las transfieres a un recipiente grande.
7. Ralla las remolachas asadas. Usa el filo de una cuchara para remover la cáscara de las remolachas. Luego las rayas usando la parte de los boquetes grandes del rallador. Luego, pasa la remolacha rallada a un colador encima del fregadero y drena el líquido lo más posible. Puedes guardar ese líquido para cualquier otro propósito.
8. Combina la mezcla de las hamburguesas. En un recipiente grande hechas las remolachas, el arroz, las habichuelas y ciruelas, y las cebollas. Mezcla todos estos ingredientes. Añade el aceite de oliva, la mostaza, las especias (paprika ahumado, comino, tomillo, comino, *coriander*, pimienta y sal). Finalmente, añade la avena y los huevos (si usas los huevos, ayuda a unir la mezcla pero no es 100% necesario. Podrías añadir más avena o sustituir el huevo por linaza). Mézclalo hasta que ya no veas la avena o el huevo.
9. Tapa la mezcla y refrigérala durante un mínimo de 2 horas para que obtenga más sabor y más cohesión (nosotros recomendamos 8 horas). Puede estar en la nevera hasta dos días sin cocinar.
10. Haz las hamburguesas. Cuando vayas a cocinarlas, toma como media taza de la mezcla y con la palma de tu mano, harás la hamburguesa del tamaño de tu pan de hamburguesas. La mezcla te debe dar para 6 a 8 hamburguesas.
11. Cocina las hamburguesas. Calienta 1-2 cucharadas de aceite en un sartén donde no se peguen, idealmente de hierro fundido (*cast iron*). Cuando esté bien caliente el aceite, transfiere las hamburguesas con suficiente espacio para que no se peguen. Cocina cada hamburguesa por 2-3 minutos y luego víralas del otro lado. Debes ver un *crust* (que se estén dorando) en el lado que se está cocinando. Si se rompen un poco, une los pedazos con la espátula. Cocínalas por otros 4-5 minutos. Añade el queso si deseas para que se derrita.
12. Sirve las hamburguesas. Las debes servir con un pan de hamburguesas suave, tostado un poco, y con vegetales frescos (ej. lechuga, mezclum).

Glosario

1. **ácidos húmicos** - Son el producto de la descomposición de la materia orgánica y permanecen durante largos periodos de tiempo en el suelo, lo cual mejora considerablemente su salud.

2. **agregados** - Son partículas individuales de arena, limo y arcilla que se agrupan y forman una partícula más grande, o lo que se conoce como "terrón".

3. **agroecología** - Es la ciencia ecológica aplicada al estudio, diseño y manejo de sistemas de producción agrícola sustentables. La agroecología se ha desarrollado como alternativa sustentable ante el cambio climático, el aumento poblacional y la dependencia de biocombustibles en la agricultura convencional. También se ha desarrollado globalmente como movimiento social que atiende las necesidades de soberanía alimentaria a nivel global.

4. **aguas grises** - Son las aguas que salen por los desagües de bañeras, lavamanos, fregaderos o lavadoras. Estas pueden ser reutilizadas, luego de un tratamiento sencillo, para llenar las cajas de los inodoros, hacer limpieza de exteriores e incluso para regar áreas verdes.

5. **aireación** - En el caso del suelo, la aireación es una práctica en la que se realizan perforaciones superficiales en el suelo utilizando distintas herramientas y/o implementos; con esto se crean conductos que permiten mejor acceso del aire, del agua y de los nutrientes. Esta práctica también la realizan distintos organismos presentes en el suelo tales como las hormigas, las lombrices y los escarabajos, entre otros.

6. **anaeróbico** - Organismo o proceso que se puede desarrollar en ausencia de oxígeno.

7. **antracnosis** - Enfermedad producida por hongos del género *Colletotrichum* que causa daño a las hojas, ramas y frutos de las plantas y puede ocasionar pérdidas en las cosechas.

8. **arrope** - Es material orgánico o inorgánico que se coloca en la superficie del suelo para formar un acolchado que protege el suelo y en el caso de ser material orgánico, ayuda a retener la humedad.

9. **bacterias** - Son organismos unicelulares, sin clorofila, de núcleo simple, que se pueden reproducir rápidamente por fisión, aunque algunas especies se pueden reproducir sexualmente. Las bacterias pueden tener distintas formas y pueden habitar en distintos lugares tales como el aire, el agua, el suelo, la materia orgánica, los animales y las plantas, entre otros. Existen especies beneficiosas, así como dañinas.

10. **banco de siembra** - Es un área preparada para realizar la siembra de cultivos. Por lo general, tiene cierta elevación, dependiendo del cultivo, y se prepara directamente en el suelo, aunque también se puede hacer en mesas. También se le conoce como cama.

11. **bioacumuladoras** - Son plantas que obtienen minerales y nutrientes del subsuelo y lo almacenan en sus hojas y tallos. Se utilizan en la práctica de *chop and drop*.

12. **biodinámica** - Es un estudio holístico de enfoque agrícola elaborado por Rudolf Steiner, que busca relacionar la naturaleza con las fuerzas cósmicas. En este tipo de agricultura se utiliza la composta y los biopreparados, en vez de fertilizantes químicos y pesticidas.

13. **biota** - Es el conjunto de organismos vivos, entiéndase plantas, animales y otros organismos, presentes en un lugar determinado. Por ejemplo, la biota del suelo, refiriéndonos a todo lo que esté en la superficie y bajo la superficie de este, incluye microorganismos tales como las bacterias, los protozoarios, los nematodos, entre otros; macroorganismos tales como los insectos y las lombrices, y también los hongos y las plantas.

14. **biorreactor** - Es un sistema compuesto por un contenedor, una bomba, un difusor de aire y una manga en el cual se preparan el té aireado de composta y otros abonos líquidos.

15. **biofertilizantes** - Son productos a base de microorganismos beneficiosos, que son parte vital para los procesos naturales nutricionales de las plantas, ya que viven en simbiosis con estas.

16. **bomba de aspersión** - Es un instrumento utilizado para aplicar fertilizantes líquidos u otras sustancias a los cultivos.

17. **C:N** - Se refiere a la relación de carbono a nitrógeno existente en la composta o en otro medio o material. Por lo general en la materia orgánica (MO), la porción de carbono es mayor que la porción de nitrógeno.

18. **changa** - Es un insecto comúnmente conocido como "grillo excavador" del orden de la familia Gryllotalpidae. Este es sumamente dañino ya que se alimenta de las raíces y de las plántulas.

19. **charcas de infiltración** - Son depresiones en terrenos llanos o con pendientes débiles hechas a mano o con máquinas.

20. **clorosis** - Es un síntoma presente en las plantas cuando están deficientes de algún nutriente o cuando tienen exceso o falta de agua, entre otros factores.

21. **contornos** - Esta práctica consiste en hacer bancos o hileras siguiendo el nivel de la curva natural del terreno. Se puede realizar utilizando distintas herramientas, una de las más conocidas es el nivel "A". Este modo de cultivar es recomendado para terrenos con una pendiente o inclinación de 5% o más. Además, es muy beneficioso ya que reduce la velocidad a la que baja el agua por la pendiente y evita la erosión del terreno, que de no ser controlada, conlleva la pérdida de suelo y nutrientes.

22. **cucurbitáceas** - Es una familia de plantas que crecen rastreras pero que también pueden ser trepadoras y son afines con los climas templados y calientes. El pepino, la calabaza, el calabacín, la sandía y el melón pertenecen a esta familia.

23. **cuenca hidrográfica** - Es el territorio por donde el agua de lluvia discurre y es drenada por una red de cauces. Esta agua, proveniente de un área controlada, desciende desde las montañas hacia a una corriente principal la cual llega hasta un punto determinado que puede ser el mar.

24. **electroconductividad** - Es la medida de la capacidad de una sustancia o material para dejar pasar a través de él una corriente eléctrica.

25. **elementos menores** - En fertilización también se les denominan con los nombres de microelementos u oligoelementos. Entre ellos se encuentran elementos como el Hierro (Fe), el Cloro (Cl) y el Cobre (Cu).

26. **emenagogos** - Son los principios activos, medicamentos o remedios a base de hierbas que pueden estimular el flujo sanguíneo en el área de la pelvis y el útero, y en algunos casos fomentar la menstruación.

27. **endocarpo** - Es la capa interna del fruto que cubre la semilla.

28. **endógeno** - Es un término utilizado por distintas disciplinas para hacer referencia a algo que es originado dentro de una cosa. Por ejemplo, en la agricultura, un cultivo es endógeno cuando se desarrolla de forma natural en dicho territorio.

29. **entresacar** - Es una práctica que consiste en arrancar algunas plantas en una siembra demasiado densa, dejando las más fuertes con más espacio entre cada una para permitirles un mejor desarrollo.

30. **exudar /exudados** - Es la acción de liberar sustancias a través de los poros de un tejido. Los exudados son sustancias químicas liberadas por los tejidos de las distintas partes de la planta que sirven como atrayentes y/o repelentes para distintos insectos y microorganismos, por ejemplo. Estas sustancias pueden ser tóxicas para algunos organismos por lo que sirven como mecanismo de defensa, y también pueden servir para reparar áreas lesionadas en la planta.

31. **familia botánica** - Es la categoría taxonómica de la planta que se encuentra entre el orden y el género.

32. **familias taxonómicas** - Es la clasificación de organismos que comparten características similares. La familia es la categoría que le precede al género y a la especie.

33. **glosario** - Es un catálogo de palabras y/o expresiones en orden alfabético de uno o más textos junto con sus significados o algún comentario que ayude a comprender su definición.

34. **hoja verdadera** - Es por lo general la tercera hoja que se desarrolla en la planta, tal que las primeras dos son las embrionarias o partes de la semilla. Las hojas verdaderas tienen las características que identifican esa planta.

35. **hongos** - Son organismos pertenecientes al reino Fungi. Algunos son parásitos, mientras que otros se alimentan de materias orgánicas en descomposición.

36. **hortalizas** - Según las clasificaciones del Departamento de Agricultura de Puerto Rico, las hortalizas se refieren a vegetales tales como tomate, pimiento, calabaza, cebollas, repollo, pepinillo, ají, berenjena, berro, chayote, cilantrillo, recao, maíz, quimbombó, y especias tales como albahaca, estragón, romero y espinaca por ejemplo.

37. **inoculación** - En la agricultura, se refiere al proceso de introducir microorganismos a las semillas, a la composta y al suelo para que estos se reproduzcan y beneficien al sistema.

38. **insecticida y pesticida** - Son sustancias químicas utilizadas para el control de insectos y de otras plagas que pueden causar daños e incluso transmitir enfermedades. Por lo general, tienden a contaminar también el ecosistema.

39. **lixiviación** - Es el proceso por el cual un disolvente líquido entra en contacto con un elemento sólido (por ejemplo, la arcilla) y causa que el sólido se disuelva. La lixiviación ocurre mucho en climas húmedos y produce el desplazamiento de arcilla, sales, hierro, y humus, entre otros. Esto provoca que las capas superiores del suelo pierdan sus compuestos nutritivos y sean arrastrados por el agua.

40. **lixiviados** - Son líquidos producidos durante la descomposición de la materia orgánica, usualmente de color marrón oscuro.

41. **microartrópodos** - Son organismos invertebrados del reino animal, con tamaño a escala micro. Estos tienen patas articuladas, su cuerpo es segmentado y está recubierto por un tegumento duro, al que se le conoce como exoesqueleto.

42. **microclima** - Es el conjunto de las condiciones climáticas particulares de un lugar determinado.

43. **micronutrientes** - Son aquellos elementos nutricionales que la planta requiere en pequeñas cantidades. Si se encuentran en mayores porciones o si están ausentes por completo pueden causarle daño a la planta.

44. **nematodos** - Son gusanos que normalmente no son visibles al ojo humano y que se encuentran frecuentemente en casi todos los suelos y cuerpos de agua. Existen nematodos que son parásitos, y otros que son beneficiosos.

45. **nicho** - Es la posición y la función que ocupa un organismo o población en un ecosistema.

46. **organopónico** - Es un método de cultivo intensivo en contenedores o bancos de siembra. Esta técnica es originaria en Cuba.

47. **oxígeno disuelto** - Es la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua, siendo este un elemento indispensable para la vida de distintos organismos. La concentración de oxígeno depende de la cantidad de microorganismos que entra al sistema o medio y su consumo de oxígeno.

48. **patógenos** - Son organismos que pueden transmitir enfermedades y causar daño en otros organismos.

49. ***peat moss*** - Es un musgo muy absorbente que frecuentemente es utilizado como medio de cultivo. Crece en hábitats particulares del mundo que deben ser manejados porque son áreas importantes para contrarestar el calentamiento global. En el *peat moss* se almacena carbono que de otra forma estaría en la atmósfera. Por estas razónes utilizamos alternatívas como la fibra de coco o productos similares hechos con papel reciclados.

50. **perenne** - Son las plantas que viven por más de dos años.

51. **Periodo Especial** - Fue el periodo exigente y severo para la economía cubana durante la década de los 90, impuesto por los Estados Unidos, como resultado de la caída de la Unión Soviética. Durante este tiempo, la población cubana sufrió racionamientos de comida y petróleo, lo cual afectó grandemente las áreas de la agricultura, el transporte y la energía.

52. **permacultura** - Es una ciencia de diseño con ética que se originó en Australia a finales de los años setenta. La permacultura enseña a observar la dinámica de los ecosistemas naturales para imitarlos y diseñar sistemas productivos que respondan a las necesidades humanas sin degradar a nuestro entorno natural.

53. **pH** - Es la escala del 0 al 14 utilizada para determinar cuán ácido o alcalino (básico) es un medio, en este caso, el suelo, en disolución acuosa, siendo del 0 al 6.5 ácido, 7 neutro, y de 7.5 al 14 alcalino o básico.

54. **planaria** - Es un gusano plano que puede ser de vida libre o parásito de organismos invertebrados o vertebrados. Puede ser un predador de las lombrices de tierra.

55. **plantas anuales** - Son aquellas plantas que completan sus ciclos de vida dentro del periodo de un año.

56. **plantas leguminosas** - Son las plantas que pertenecen a esta familia y tienen la propiedad de atrapar el nitrógeno de la atmósfera e incorporarlo al suelo con la ayuda de bacterias que se alojan en sus raíces. Algunos ejemplares de leguminosas son los frijoles, las habichuelas, los gandules, las lentejas, entre otros tantos.

57. **producción biointensiva** - Es la actividad agrícola que se realiza en poca cantidad de terreno y con mucha mano de obra, y través de la cual se obtienen grandes rendimientos.

58. **protozoarios** - Son los organismos más abundantes de la microfauna del suelo, aunque su presencia está condicionada por factores tales como la cantidad de agua, la aireación y las fuentes de alimento en el suelo. Estos pueden poseer cilios o flagelos que les permiten moverse y la mayoría se alimenta de bacterias y algas, lo cual aporta a la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. Además, los protozoarios contribuyen a la descomposición de la materia orgánica.

59. **rizósfera** - Es la zona del suelo inmediata a las raíces de las plantas donde ocurre una interacción única entre las plantas y los microorganismos del suelo.

60. **sarán**- Es una malla de sombra que se utiliza en la agricultura para proteger a los cultivos del golpe directo de los rayos solares. Los saranes vienen de diferentes porcentajes según la cantidad de luz que el cultivo necesite.

61. **simbiosis** - Asociación de individuos que le sacan provecho a la vida en común.

62. **sinergia** - Es el conjunto de dos o más órganos u organismos que trabajan unidos para llevar a cabo una tarea o función específica.

63. **soberanía alimentaria** - Es el derecho de los pueblos, de los países y de las uniones de estados a definir su política alimentaria y agraria e incluye tener como prioridad la producción local para el consumo de su propia población en la cual haya acceso a la tierra, a agua de calidad, a semillas y al crédito. Esta definición se diferencia a la de seguridad alimentaria la cual se limita a la disponibilidad de alimentos sin tomar en consideración aspectos de justicia social.

64. **sustancias húmicas** - Son un grupo de sustancias compuestas por ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas que son los principales compuestos de la materia orgánica en los suelos.

65. **sustrato** - Es un medio con estructura y textura estables, y con buena retención de agua y nutrientes. También permite la aireación del sistema radicular (sistema de raíces). Puede ser de origen orgánico como el *peat moss* o inorgánico como la vermiculita (mineral que ayuda a la retención de humedad y nutrientes).

66. **talud** - Es un área del terreno con inclinación o una pendiente más o menos pronunciada.

67. **terraza** - Es un terraplén formado perpendicular al contorno de la pendiente del terreno. Se hacen terrazas para mejorar la condición y la superficie del suelo con el fin de: realizar labores agrícolas, reducir la erosión del suelo, aumentar la infiltración de agua y reducir la velocidad de las aguas de escorrentías y la sedimentación causada por las mismas.

68. **umbráculo** - Es un lugar determinado para la siembra de plantas que se encuentra protegido con algún material, de los intensos rayos del sol y de la lluvia.

69. **ventana cenital** - Es la apertura o ventana con un ángulo determinado en el techo del invernadero que permite la ventilación dentro de la estructura y promueve la respiración de las plantas.

70. **zona 0** - En el diseño permacultural, es el centro donde más actividades o energía hay, por lo regular el hogar o la cocina. Los elementos del diseño que requieren más atención para prosperar se colocan en la zona 1 o lo más cerca de la zona cero. Por ejemplo, un huerto de hortalizas y hierbas del que se cosecha todos los días debe estar en la zona 1 y un huerto de viandas que no se visita constantemente debe estar ubicado en la zona 2 (más retirado del centro de más energía).

Organopónicos

Materiales, contratistas e incentivos para umbráculos y sistemas de organopónicos

Garden Goods Inc. Todo relacionado a umbráculos, sustratos y productos para el manejo de cultivos. Venta y distribución al por mayor de artículos de jardinería	
www.gardengoodssales.com office@gardengoodssales.com (787) 281-0934	Dirección física: Calle Las Brisas 2 Lote 2 San Juan, PR 00929 Dirección postal: PO Box 29453 65 Infantería San Juan, PR 00929-0453
Empresas San Pablo Contratistas para hacer umbráculos y suplidores de todo tipo de materiales agrícolas	
empresasanpablopr.com/ PUT@empresasanpablo.com (787) 897-8686	Carr. 129 Sur Km. 31.9 Bo. Buenos Aires Lares, PR 00669
Byron Pike Todo tipo relacionado a sustratos, tiestos, plantas ornamentales, herramientas y accesorios para jardinería y plantas de más de 4 pulgadas (no plántulas)	
www.byronpikenursery.net/ (787) 881-5226	Carr. 664 Km. 3.3 Arecibo, PR 00688
Adjuntas Landscape Inc. Contratistas para hacer umbráculos y suplidores de materiales agrícolas	
adjuntaslandscaping1@yahoo.com (939) 254-2266	Carr. 123 Km. 37.3 Bo. Juan González, Sector Los Verdes, Adjuntas, PR 00601
Ricky Cruz Ortiz Contratista y consultor para hacer umbráculos y organopónicos	
finca5elementos@gmail.com Facebook: finca5elementos (787) 359-3403	PO Box 401 Naranjito, PR 00719 (viaja a todo Puerto Rico)
Natural Resource Conservation Service Agencia federal con oficinas en diferentes regiones de Puerto Rico. Provee apoyo técnico e incentivos económicos para la conservación del suelo y la agricultura.	
https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/pr/contact/ (787) 766-5206	654 Ave. Muñoz Rivera, Suite 604 Hato Rey, PR 00918-4123

Agua de lluvia e irrigación

Materiales, servicios y recursos educativos para sistemas de recolección de agua de lluvia

Agro servicios Productos de riego y drenaje	
http://agroserviciopr.com/ info@agroserviciospr.com (787) 756-8181	271 Calle Guayama, San Juan, PR 00917
Tropical Irrigation Dedicado a la venta, diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de riego	
tropicalirrigationpr@gmail.com Facebook: TroIrriPR (787) 813-1194	Ave. Glen #27 Urb. Glenview Gardens Ponce, PR 00730
Cisternas	
HQJ Plumbing Materiales para plomería y cisternas	
http://www.hqjplumbingpr.com/ (787) 849-1025 (787) 819-0404	Carr. 2 Km. 123.0 Bo. Caimital Alto, Aguadilla, PR 00603
Puerto Rico Water Compañía dedicada a la instalación, limpieza y servicio de cisternas, bombas eléctricas, tanques presurizados, calentadores solares, filtros y accesorios relacionados	
www.puertoricowatermanagement.com ventas@puertoricowater.net (787) 728-1000	Calle del Valle #216 Ave. Baldorioty de Castro, San Juan, PR 00911
Agustín Garaje de gasolina y mini market	
(787) 925-8668	Carr. 111 Km. 9 Moca, PR 00676
Universal Solar Product Cisternas	
http://universalsolarproduct.com/ (787) 635-5575	1108 Ave. Franklin Delano Roosevelt San Juan, PR 00920
Portales para calcular tamaños de canaletas, cisternas y otros equipos para recolección de agua de lluvia	
Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond by Brad Lancaster http://www.harvestingrainwater.com/rainwater-harvesting-inforesources/rainwater-harvesting-inforesourcesdownspout-gutter-sizing/ **Rainwater Calculators** http://www.arcsa.org/?page=268 **The Center for Rainwater Harvesting** http://www.thecenterforrainwaterharvesting.org/2_roof_gutters4.htm	

Harvest H2O
http://www.harvesth2o.com/residential_gutters.shtml#.VmW3lHsng-8

Caribbean Water Harvesting Tool Box
http://www.caribbeanrainwaterharvestingtoolbox.com
http://www.caribbeanrainwaterharvestingtoolbox.com/Media/Print/Tech%20sheet%201A_B.pdf

Libros y PDFs recomendados

Rainwater Harvesting for Drylands and Beyond
Brad Lancaster
Volumen 1: *Guiding Principles*
Volumen 2: *Water-Harvesting Earthworks*
Volumen 3: *Roof Catchment and Cistern Systems*

Water Storage: Tanks, Cisterns, Aquifers, and Ponds for Domestic Supply, Fire and Emergency Use
Art Ludwig

Create an Oasis with Greywater: Choosing, Building, and Using Greywater Systems
Art Ludwig

Permaculture: A Designer's Manual
Bill Mollison

Captación y almacenamiento de agua de lluvia, Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe
FAO 2013. http://www.fao.org/docrep/019/i3247s/i3247s.pdf

Lombrices y lombricomposta

Compra de lombrices, lombricomposta y más	
Best buyworms Lombrices y lombricomposta	
bestbuyworms.com (352) 796-0459 Abiertos de miércoles a domingo	16362 Wilson Blvd. Masaryktown, Florida 34604-7335
FOHL (Luis José de los Santos) Fundamento orgánico humus de lombriz- vermicomposta	
fohl2010@hotmail.com Facebook: Luis Jose de los Santos (787) 717-4354	Parque San Agustín San Juan, PR 00923
Eduard Méndez Lombrices, plantas medicinales y árboles frutales	
(787) 546-5849	Dir. física: Carr. 111 Km. 8.0 Int. Moca, PR 00676 Dir. postal: PO Box 2727, Moca, PR 00676

Libros recomendados
Teaming up with Microbes Jeff Lowenfels ***Compost Tea Brewing Manual*** Elaine Ingham

Portales y videos recomendados
Red Worm Composting https://www.redwormcomposting.com https://unclejimswormfarm.com/ **Michigan SoilWorks: Continuous Flow Vermicomposter** https://michigansoilworks.com/ **"Boost compost worm growth using DIY dry food, more worms mean more poop :)"** https://www.youtube.com/watch?v=W0Q6ZqhtNc4&t=138s **"Vermicompost - Danner's Worm Bin Flow-through"** https://www.youtube.com/watch?v=_tmPZuyxfvI **"Vermicompost - Danner's Worm Bin - Harvesting"** https://www.youtube.com/watch?v=18Gthz0ftGM https://www.youtube.com/watch?v=nvXQoy9DVuE

Composta

Estación Experimental de Adjuntas Información en asuntos agrícolas y composta a la venta	
https://www.uprm.edu/eea/subestaciones/adjuntas/ (787) 829-3614 / (787) 829-3659	Carr. 525 Km. 2.5 Barrio Limaní, Adjuntas, PR 00601
Granja Avicola Pujols Composta proveniente de la gallinaza (estiércol de gallina); producción de huevos de gallina.	
yanice.deynes@gmail.com Facebook: Granja Avícola Pujols Corp. (787) 955-7310 / (787) 923-2798	Bo. Juncal Sector Pujols Carr 111 Km. 30.3 San Sebastián, PR 00685
Composta Vegetativa Central Igualdad Venta de composta vegetal	
(787) 464-9909 (Paul Reed Hepperly) (939) 228-2292 (Davis Santiago, encargado)	Dir. física: Batey Central Igualdad, Lote #3 Mayagüez, PR 00681 Dir. postal: PO Box 8045 Mayagüez, PR 00681

Suelo

Pruebas, materiales y recursos educativos para estudio del suelo.

Pruebas de suelo
Laboratorio Agrologico https://www.agricultura.pr/contactanos (787) 796-1735 #7 Carr. 693 Km 4.0 Bo. Higuillar, Dorado
Químicas y físicas
Ward Laboratory http://www.wardlab.com (308) 234-2418
Pruebas biológicas
Earthfort http://earthfort.com/ (541) 257-2612 **Soil Food Web** https://soilfoodweb.mykajabi.com/find-a-consultant-lab (631) 750-1553
Químicas, físicas y de actividad biológica
Way Point Analytical www.waypointanalytical.com (901) 213-2400
Materiales para TCA (té de composta aireado)
"Hach Dissolved Oxygen Test Kit" ($90 en Amazon)
Portales y videos recomendados
Muestras de suelo
¿Cómo tomar muestras de suelo? (protocolo de Agrocabildo) http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otro_537_diptico.pdf **Órdenes de suelos de Puerto Rico (afiche)** https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA.../download?cid...ext=pdf **Web Soil Survey (para identificar el suelo)** https://websoilsurvey.sc.egov.usda.gov/ **Textura del suelo** http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

Determinación de la textura del suelo por medio del "método del tacto"
http://www.regamatic.com/images/a32%20Determinaciondelascaracteristicasdelsuelo.JPG

Soil Texture and Soil Structure (estructura de suelo)
http://gardening-time.blogspot.com/2012/03/soil-texture-and-soil-structure_02.html

Microbiología de suelos, composta, TCA, identificación de microorganismos

Soil Foodweb Inc, Dr. Elaine Ingham
www.soilfoodweb.com

Microbe Organics
www.microbeorganics.com

Environmental Celebration Institute
https://environmentcelebration.com/

Video: Bacteria, Fungi, Protozoa and Nematodes from Soil
https://www.youtube.com/watch?v=RY-JY-D4v7I

Cultivo y manejo de plantas

Libros recomendados

La Tierra Viva
Nelson Álvarez Febles

Carrots Love Tomatoes
Louise Riotte

The Market Gardener
Jean-Martin Frotier

El huerto sostenible
Daniel G. Pesante

The Lean Farm
Ben Hartman

Oro Verde: Securing the Future of our Food
Sadhu Govardhan

The Vegetable Gardener's Guide to Permaculture
Christpher Shein

Portales recomendados

Publicaciones SOCLA - Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología
https://www.socla.co/publicaciones/

Directorio de empresas, artículos, cultivos, y negocios agrícolas
http://www.infoagro.com/

Manuales de agronomía y agricultura, temas agronomicos y agropecuarios
https://infoagronomo.net/

Guía para el desarrollo de huertos urbanos comunitarios en Puerto Rico
https://issuu.com/coleccionpuertorriquena/docs/cedes_guia_huertos_urbanos_comunita

Directorio de agricultores agroecológicos, organizaciones educativas y mercados agroecológicos
http://agricultoresoroverdepr.blogspot.com/

Recursos de permacultura (Tierramor, México)
http://tierramor.org/material-de-apoyo/

Portal de cultivos
Guías para la siembra de vegetales del portal de "Home Gardening" de Cornell University
http://www.gardening.cornell.edu/homegardening/index.html

Agroecología PR
Serie de videos cortos sobre agricultura agroecológica en la isla caribeña de Puerto Rico
http://www.agroecologiapr.org/

Cultivos en Puerto Rico
Portal del Servicio de Extención Agrícola del Recinto Universitario de Mayagüez
http://www.uprm.edu/cms/index.php/page/2562

Videos "Cosecha Hoy"
Canal de Youtube de JuanMa Pagán Teitelbaum con sobre 20 videos de proyectos en Puerto Rico
https://www.youtube.com/user/buruquena/videos

Video "Sembrando Agroecologia HD Sin subtitulos"
Video de 30 minutos basado en un viaje de estudio que toca diversos temas dentro de la agroecología en Cuba
https://youtu.be/-usHb50U-VM

Agriculturers - Plataforma virtual para conectar especialistas en agricultura a nivel mundial
http://agriculturers.com/

Proyectos Demostrativos

Finca 5 Elementos, Naranjito
“Cosecha Hoy 116-03 Finca Cinco Elementos, Naranjito” https://www.youtube.com/watch?v=ZAcuaJeth8Q
Plenitud PR, Las Marías
“COS11610 - Iniciativas Plenitud” https://www.youtube.com/watch?v=ZXQni1kwtes&t=73s **“Plenitud PR - Amor a Través del Servicio”** https://www.youtube.com/watch?v=PKnbWqPMuWo&t=36s
Proyecto Agroecológico El Josco Bravo, Toa Alta
“Finca Josco Bravo - www.agroecologiapr.org” https://www.youtube.com/watch?v=nnyDDnPgPck **“Cosecha Hoy 115-03 La escuela agroecológica en Toa Alta”** https://www.youtube.com/watch?v=jV55JyYi7j8
Finca Mi Casa, Camuy
“Cosechando lo que no se puede sembrar (la siembra de Don Luis Soto)” https://www.youtube.com/watch?v=s3QGEfHXY4o **“Finca Mi Casa - www.agroecologiapr.org”** https://www.youtube.com/watch?v=uhqJfTSTx8k
Finca La Jungla, Orocovis
“Cosecha Hoy 116-06 Finca la jungla, Orocovis” https://www.youtube.com/watch?v=1DFlMb6PYpw
Agricultura en Armonía con el Ambiente, Escuela Segunda Unidad Botijas #1, Orocovis
“Escuela Segunda Unidad Botijas #1 - www.agroecologiapr.org” https://www.youtube.com/watch?v=5iXm2KpFFrI

Fuentes de semillas ecológicas

Desde Mi Huerto Raúl Rosado / Ivonne Reverón
www.desdemihuerto.com (787) 202-0392 Semillas locales disponibles a través de su portal
ECHO
www.echonet.org (239) 543-3246 Semillas tropicales disponibles a través de su portal
Estación Experimental
Lajas (787) 899-1530 Adjuntas (787) 829-3614 Semillas orgánicas locales disponibles a través de su portal
Govardhan Gardens
www.organicfarm.net PO Box 8132 Mayagüez, PR 00681 Semillas frutales y de vegetales tropicales

Mercados agroecológicos

Mercado Agrícola Natural de Viejo San Juan Todos los sábados / 8:00 am - 1:00 pm	
Facebook: mercadovsj	Museo de San Juan, #150 Calle Norzagaray, Viejo San Juan 00901
Cooperativa Orgánica Madre Tierra Primer, tercer y quinto domingo del mes / 8:00 am - 2:00 pm	
(787) 200-8580 Facebook: Cooperativa Orgánica Madre Tierra	Placita Roosevelt, Urb. Roosevelt, Hato Rey, PR 00918
Mercado Agroecológico de Rincón Todos los domingos / 8:00 am - 1:00 pm	
(787) 373-7467 maeri.rincon@gmail.com Facebook: Mercado Agroecológico de Rincón	Plaza Pública de Rincón
Mercado Agrícola Aguadilla Todos los sábados / 8:00 am - 12:00 pm	
(787) 306-4382 Facebook: Aguadilla Farmers' Market	Carr. 110 Km. 32.2 Aguadilla, PR 00603
Mercado Agrícola Natural de Ponce Todos los sábados / 10:00 am - 3:00 pm	
(787) 527-3839 manponce.com Facebook: Mercado Agrícola Natural de Ponce	Calle Aurora 34, Ponce, PR 00733
Mercado Agrícola de Humacao Evento familiar recurrente a través del año	
(787) 206-3980 / (787) 507-2770 mercadoagricolahumacao@gmail.com Facebook: Mercado Agrícola de Humacao	Loma de la Niña Mariana, Humacao, PR 00792

Recursos educativos

Proyectos locales educativos en agroecologia y permacultura (talleres, charlas, visitas guiadas, etc.)

Agroinnova Realizan proyectos de investigación, programas de educación y currículos de educación alternativa sobre temas de tecnología agrícola, energía renovable, manejo de materiales residuales, sana nutrición y turismo sostenible.	
(787) 447-2098 anarodz1965@gmail.com https://caguas.gov.pr/cjdcs Facebook: Agroinnova Instagram: agroinnovapur	Caguas
Ama Pachana Ofrecen servicios de Catering y Repostería Vegan/Gluten-Free. Se especializan en apoyar personas a hacer la transición a una alimentación saludable, mediante clases, cursos de cocina, y planes de comidas personalizadas.	
(787) 547-0909 amapachana@gmail.com Facebook: Ama Pachana	Caguas
Armonía en la Montaña Corporación sin fines de lucro que incluye Siembra Tres Vidas (finca de producción diversificada y regenerativa de alimentos ecológicos) y Trama (finca enfocada en tintes y fibras naturales). Ofrecen servicios variados de educación agro-cultural ecológica.	
armoniaenlamontana@gmail.com siembratresvidas@gmail.com trama.agrocultura@gmail.com Facebook: Siembra Tres Vida / tramacultivo	Siembra Tres Vidas, Aibonito Trama, Arroyo
Bikai Finca agroecológica familiar que propone aportar a una mejor alimentación y cuidado del ambiente a través de una filosofía y práctica de compromiso y amor para esta y las próximas generaciones.	
(787)408-6426 bikaivida@gmail.com	Utuado
Bosque Escuela Consiste de instalaciones y planta física en el entorno natural con contenido curricular. La escuela incluye instalaciones de aprendizaje no tradicional con salones al aire libre y una experiencia pedagógica con énfasis en las Ciencias, las Matemáticas, Agricultura y las Artes.	
(787) 829-4842 casapueblo.correo@gmail.com http://bosqueescuela.org/	Adjuntas

Botanicultura Rescate de conocimientos, destrezas y actitudes propios de una tradición que representa la salud física y el bienestar espiritual del pueblo mediante conferencias, talleres, caminatas, encuentros de saberes, publicaciones y otros ofrecimientos.	
María Benedetti botanicultura@gmail.com www.botanicultura.com	A través del archipiélago
La Botica de la Tierra Crianza de animales y producción de composta. Siguen modelo de agricultura regenerativa y ofrecen talleres de fermentación, diseño de sistemas agroforestales y silvopastoriles.	
(787) 223-5976 (Norysell Massanet) laboticadelatierra.pr@gmail.com Facebook: laboticadelatierra	Cabo Rojo
Casas de la Selva Proyecto de enriquecimiento forestal y producción de madera sostenible.	
(787) 308-4588 http://eyeontherainforest.org/	Patillas
Chakra Verde, Casa Taller y Huerta Ecológica Ejemplar Huerta ejemplar urbana, libre de químicos y cocina saludable. Ofrecemos talleres educativos dirigidos a todas las edades, especializados en hortalizas, tubérculos y medicinales. ¡Del huerto al corazón!	
(787) 553-7346 mellowlivity@gmail.com Facebook: chakraverdecocinaagroecologica	Sector Las Corosas, Aguada
C.M.T.A.S. Yauco, Inc. Centro de Microempresas y Tecnologías Agrícolas Sustentables de Yauco, Inc.	
https://www.cmtasyauco.com/ Facebook: cmtasyauco Inc	Yauco
La Colmena Cimarrona Practican la agroecología y apicultura con la intención de florecer la soberanía alimentaria en el archipiélago de Puerto Rico. Cultivan espacios de formación y sanación para germinar la emancipación y la equidad.	
(787) 502-4088 colmenacimmarrona@gmail.com http://colmenacimarrona.org Facebook: La Colmena-Finca Conciencia	Vieques
Cooperativa Ecológica de Permacultura para un Puerto Rico Autosuficiente (CEPPA COOP) Provee bienes y servicios en el desarrollo de proyectos ecológicos sustentables mediante el uso de los principios y ética de la permacultura y el cooperativismo.	
(787) 213-8036 (Jorge Meléndez Cuevas, Presidente) (787) 553-3047 (Bibiana Martínez, Vicepresidenta) ceppa.pr@gmail.com / Jorge.melcuev@gmail.com Facebook: C.E.P.P.A.	A través del archipiélago

Desde Mi Huerto Servicios educativos y venta de semillas orgánicas.	
(787) 202-0392 www.desdemihuerto.com Facebook: Desde Mi Huerto	Bo. Arenales Bajos, Isabela
Escuela La Timonera Arado con tracción animal, rescate de cultura de arado y crianza de ganado criollo. Entrenamiento para personas interesadas en trabajar con animales en preparación de terreno de áreas cultivables.	
(787) 597-4092 (Augusto Feliciano) Facebook: La Timonera Instagram: La Timonera	Barrio Espino, Lares
Finca Conciencia Trabajan una agricultura-apicultura resiliente con base comunitaria, que produce alimentos de forma saludable y accesible para todxs en espacio rescatado por abejas.	
(787) 402-7277 fincaconciencia@gmail.com http://fincaconciencia.com	Monte Carmelo, Vieques
Finca Don Cotto Bocanada Centro de aprendizaje agroecológica y técnicas de sobrevivencia y destrezas artesanales. Mediante la elaboración de productos y talleres educativos el proyecto fomenta tradiciones culturales como la fermentación de vegetales y el tabaco.	
doncotto2015@gmail.com Facebook: Don Cotto-Bocanada	Aguas Buenas
Finca del Río Finca familiar campesina que ofrece servicios al público mediante talleres de: plantas medicinales, preparación de composta, preparación del suelo para la siembra, mantenimiento de cultivos, avistamiento de aves. Oportunidad para los estudiantes de cumplimiento de horas Contacto Verde.	
(787) 696-5855 fincadelrio@outlook.com Facebook: Finca del Río	Cayey
Finca La Agricultora Proyecto centrado en la agroecología resaltando equidad de género en el empleo y el impacto del producto en el ambiente tanto en el producto como en el proceso.	
(939) 218-7818 agro.stephanie.rodriguez@gmail.com Facebook: Agricultora, Stephanie Rodríguez	Ciales

Finca Escuela Agroecológica El Guaraguao "Siembra para los que vienen, que para nosotros ya sembraron". Ofrecen talleres educativos de siembra agroecológica, arado con bueyes, sabiduría ancestral y demás.	
(939) 280-7631 escuelaelguaraguao@gmail.com Facebook: Finca Escuela El Guaraguao	Bo. Bermejales, Sector Buena Vista, Orocovis
Finca Gripiñas, Inc. Proyecto familiar agroecológico y biodinámico de beneficiado y torrefacción de café dedicada a la caficultura sana, justa y limpia a través de la sanación del suelo y de la biodiversidad. Ofrecen recorridos, voluntariados, talleres, y eventos finca a la mesa.	
(787) 397-3243 / (787) 504-8648 Facebook: Cafe Tureygua / Finca Gripiñas	Bo. Veguitas, Sector Gripiñas, Jayuya
Finca Martinete Proyecto que provee espacio para desarrollar nuestra relación con la Madre Tierra a través de 3 pilares principales: la agroecología, turismo rural y camino espiritual.	
(787) 415-4761 (Ivonne M. Reverón) Facebook: Finca Martinete Instagram: Finca_Martinete	Patillas
Finca Mi Casa Finca familiar agroecologica y certificada orgánica con un enfoque en producción conservando las prácticas jíbaras de Puerto Rico. Luis Soto también acepta voluntarios y brigadas educativas en su finca.	
Don Luis Soto	Camuy
Finca Pajuil Finca de permacultura y ayurveda agroecológica con enfoque en agroturismo como herramienta educativa. Integran holísticamente la calidad de vida para el ecosistema con servicios y productos medicinales orgánicos.	
fincapajuil@gmail.com Facebook: Finca Pajuil	Hatillo
Guakiá Colectivo Agroecológico Producción de alimentos, tecnología y experiencias de aprendizaje accesibles a la comunidad puertorriqueña mediante el trabajo colectivo y agroecológico. Ofrecen harlas y visitas guiadas.	
(787) 602-5124 - Marissa Reyes guakiapr@gmail.com Facebook: guakiapr	Bo. Higuillar, Dorado

Huerto Semilla UPRRP Comunidad multidisciplinaria que trabaja y promueve la agroecología en la zona urbana de forma autogestionada, visionando empoderarnos conjunto a las comunidades, cultivar la tierra de forma sostenible y solidaria para enfrentar la crisis alimentaria y vivir una vida digna.	
huerto.upr@gmail.com Facebook: Huerto Semilla UPRRP Instagram: Huerto Semilla	Entre la Escuela de Arquitectura y la Facultad de Bellas Artes, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras
Huerto Urbano del Callejón Trujillo Proyecto comunitario de rescate de espacio en abandono para transformarlo en un núcleo de esperanza y alimento para la comunidad. Ofrecen talleres de siembra ecológica y más todos los jueves de brigada.	
Facebook: Huerto Urbano del Callejón Trujillo	Ponce
Instituto de Permacultura de PR Servicios educativos y comunitarios orientados a ofrecer a los residentes de las comunidades oportunidad para mejorar su calidad de vida mediante la auto gestión y la permacultura.	
(787) 846-4505 (787) 613-3250 (Sr. Max Pérez Padró) (787) 387-1156 (Sra. Evelyn Ortiz Avilés) http://permaculturapuertorico.net/ Facebook: Instituto de Permacultura de Puerto Rico	Interior Bo. Tetuán 2, Utuado
Mamá Hippie PR Ofrecen charlas para concientizar y cultivar buenos hábitos alimentarios a las familias y venta de productos nutritivos para todos: bebés, niños y adultos.	
Facebook: Mama Hippie PR	Caguas
Montemar Talleres de conservación de alimentos con métodos caseros: deshidratación de frutas y tubérculos para harina, fermentación, conservas en calor (pausterización y esterilización), encurtidos y conservas de vegetales.	
(787) 306-4382 (Julitza M. Nieves Labiosa) pmontemar@gmail.com	Bo Camaseyes, Aguadilla
Organización Boricuá de Agricultura Ecológica (Boricuá) Grupo de base de membresía con una red de fincas agroecológicas y proyectos educativos en Puerto Rico. Organizan brigadas a fincas agroecológicas y ofrecen servicios educativos con énfasis en la agricultura ecológica.	
organizacion.boricua@gmail.com https://organizacionboricua.blogspot.com/ Facebook: @organizacionboricua	Dirección Postal: PO Box 361767. San Juan 00936-7533.

PAC (Proyecto Agroecológico Campesino) Finca integral de producción de cultivos, crianza animal, manejo de recursos, restauración del suelo y de ecosistemas. Ofrecen talleres para pequeños productores de la región, vivenciales para estudiantes de escuela elemental e intermedia y visitas de intercambio de trabajo.	
(939) 940-9865 - (Aixa Tolentino Miranda / Gustavo Gonzalez Ramos) aixatm@gmail.com Facebook: PAC/Proyecto Agroecológico Campesino Instagram: proyectoagroecologicocampesino	Lares
Para la Naturaleza Organización sin fines de lucro que facilita experiencias en la naturaleza, conserva terrenos de alto valor ecológico, fomenta la responsabilidad por los recursos naturales e impulsa política pública para la protección de la naturaleza. Ofrece talleres, campamentos, oportunidades de voluntariado y programas de ciencia ciudadana.	
(787) 722-5834 info@paralanaturaleza.org https://www.paralanaturaleza.org	Distintas propiedades alrededor de la isla
Plenitud PR Servicios educativos en arte, bioconstrucción, permacultura, agricultura ecológica y recolección de agua de lluvia.	
(787) 247-1966 www.plenitudpr.org info@plenitudpr.org Facebook: Plenitud PR	Bo. Alto Sano, Las Marías
Proyecto Agroecológico El Josco Bravo Producción agroecológica de alimentos y servicios educativos. Ofrecen el curso de Productores y Promotores Agroecológicos en 3 lugares de la isla.	
(787) 666-0625 (Ian Carlo Pagán Roig) eljoscobravo@gmail.com Facebook: eljoscobravo	Villas del Toa, Toa Alta
Siembra Boricua Con el propósito de incrementar la cantidad de productores agroecológicos en Puerto Rico y así encaminarnos hacia la soberanía alimentaria del país, facilitan la transición de estudiantes de ciencias agrícolas hasta convertirse en empresarios agrícolas mediante talleres de capacitación agrícola y de mercadeo entre otros.	
siembraboricuapr@gmail.com Facebook: Siembra Boricua	Las Marías
Red Conucos: Red de Huertos Escolares de Puerto Rico Proyecto dirigido a crear enlaces entre los distintos proyectos de huertos escolares y huertos comunitarios de Puerto Rico y aumentar la enseñanza de la agricultura sustentable en las Escuelas Públicas de Puerto Rico a través de módulos de educación a distancia.	
(939) 246-3192 (Juanita Caldas Medina, Coordinadora) redconucospr@gmail.com	

SOCLA - Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología, Capítulo Puerto Rico Promueven la reflexión, discusión e intercambio científico de información sobre agroecología y apoyan al movimiento agroecológico de América Latina y Puerto Rico. Organizan Simposio Anual de Agroecología en colaboración con Boricuá y la UPR-Utuado.	
Georges Félix y Mariangie Ramos www.socla.co soclapuertorico@gmail.com Facebook: SOCLA Puerto Rico - Agroecología	Departamento de Tecnología Agrícola UPR Utuado
Tabonuco Campamento de ecología vivencial para jóvenes. Ofrecen pasadías y programas multi-días con diseño individualizado de educación ecológica enfocada en agroecología, artes, alimentación sana y convivencia armoniosa.	
tabonucopr@gmail.com www.camptabonuco.com Facebook: Camp Tabonuco	Mameyes Arriba, Jayuya
Unitaria Común Ente unitario entre los saberes del campo, conocimiento científico y la intuición de quienes buscan reconectar con la naturaleza. Ofrecen talleres educativos, cosecha fresca, y productos elaborados.	
(787)414-8468 (Shaisa Soto) (787) 408-5466 (Fello Pérez) ecoboriken@gmail.com	Utuado
Visit Rico Organización sin fines de lucro que tiene el fin de promover el agroturismo y la agricultura local. Ofrecen actividades educativas en diferentes fincas de la Puerto Rico.	
(787) 773-1100 camille@visitrico.org www.visitrico.org	San Juan
World Central Kitchen Su programa *Plow to Plate* apoya y se asocia con fincas de pequeños agricultores y organizaciones agrícolas y comunitarias a través de subvenciones directas y les brinda acceso a una variedad de oportunidades de creación de redes y aprendizaje en las áreas de la agricultura y capacitación en habilidades empresariales.	
mikol@wck.org puertorico@wck.org www.worldcentralkitchen.org Facebook: World Central Kitchen Puerto Rico	A través de Puerto Rico

Referencias

Alicea-Segarra, D., & Casillas-Maldonado, J. (2014). *El manglar: Manual para estudiantes*. Mayagüez, PR: Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico.

Alicea-Segarra, D., Casillas-Maldonado, J., & Bejarano-Rodríguez, I. (2014). *Las praderas de hierbas marinas: Manual para estudiantes*. Mayagüez, PR: Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico.

Alicea-Segarra, D., Bejarano-Rodríguez, I., & Soler-Figueroa, B. (2016). *Los arrecifes de coral: Manual para estudiantes*. Mayagüez, PR: Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico.

Atkinson, C. J., Fitzgerald ,J.D., & Hipps, N. A. (2010). Potential mechanism for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant Soil, 337, 1-18. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0464-5.

Chaoui, H. (2010). Vermicasting (or Vermicomposting): Processing Organic Wastes Through Earthworms. *Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs*. Recuperado de http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/10-009.htm

Christensen, E. (2015). Recipe: Best-Ever Veggie Burger. *Kitchn*. Recuperado de https://www.thekitchn.com/recipe-best-ever-veggie-burger-96967

Christie, B. (2011). *Red Worm Composting: Guide to Vermicomposting*. Recuperado de http://www.redwormcomposting.com/RWC-Vermicomposting-Guide.pdf

Davis, J.G., & Whiting, D. (2013). *Choosing a Soil Amendment*. Colorado, USA: Colorado State University Extension, Recuperado de https://extension.colostate.edu/topic-areas/yard-garden/choosing-a-soil-amendment/

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004). Hidrografía. *Inventario de recursos de agua de Puerto Rico. San Juan, PR*. Recuperado de http://www.recursosaguapuertorico.com/Cap__tulo_6__Parte_1_Hidrograf__a_de_Puerto_Rico.pdf

Domínguez, J., Aira, M., & Gómez-Brandon, M. (2010). Vermicomposting: earthworms enhance the work of microbes. En H. Insam, I.H. Franke-Whittle y M. Gobena (Eds.), *Microbes at work. From wastes to resources* (pp. 93–114). Heidelberg, Germany: Springer.

Ecured. (s.f.). *Cultivo en organopónico*. Recuperado de http://www.ecured.cu/index.php/Cultivo_en_organoΩ≈p%C3%B3nico

Febles, N.A. (2011). *El Huerto Casero: Manual de Agricultura Orgánica*. San Juan, PR: EMS Editores.

Figueroa, V.U. (2007). Uso y aportaciones minerales en compostas. *Elaboración y uso de compostas en nogal pecanero*. Memoria Técnica 25. INIFAP, Campo experimental Costa de Hermosillo.

Fritz, J. I., Franke-Whittle, I. H., Haindl, S., Insam, H., & Braun, R. (2012). Microbiological community analysis of vermicompost tea and its influence on the growth of vegetables and cereals. *Can. J. Microbiol*. 58, 836-847.

García, C. R. (1996). *Vermicomposta e inoculación micorrizia en maíz cultivados en tapetes* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Chapingo, México. Departamento de suelos.

García-Conde, M.R. (2012). *Manual Cría de la lombriz de tierra: Una alternativa ecológica y rentable*. Bogotá: Editorial Grania.

González-Lagoa, J.G., & González-Toro, C. (2010). *Encuentro con el mar*. Mayagüez, PR: Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico.

Govardhan, S. (2007). *Oro Verde: Securing the Future of our Food*. Mayagüez, P.R.: Antillean University Press.

Global Water Partnership Caribbean. (2017). GWP-C *Tool Box: Rainwater Harvesting in the Caribbean*. Recuperado de https://www.gwp.org/en/GWP-Caribbean/WE-LEARN/caribbean-rainwater-harvesting-toolbox2/

Harris, S., & Mitchell, C. (2012). Raised Bed Gardening. Alabama, USA: Alabama Cooperative Extension System. Recuperado el 28 de febrero de 2018 de http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1345/index2.tmpl

Hyun-Jung, K., Kwang-Hee, S., Chang-Jun, C., & Hor-Gil, H.(2004). Analysis of Aerobic and Culturable Bacterial Community Structures in Earthworm (Eisenia fetida) Intestine. *Agric. Chem. Biotechnol.* 47(3). Recuperado de www.aeml.or.kr/html/2004/Analysis%20of%20Aerobic%20and%20Culturable%20Bacterial%2Community%20Structures%20in%20Earthworm%20(Eisenia%20fetida)%20Intestine.pdf

Ingham, E.R. (2002). *Compost Tea Brewing Manual*. Oregon, USA: Soil Foodweb, Inc.

Ingham, E.R. (2014). *The Soil Biology Primer*. Recuperado de http://www.envirothonpa.org/wp-content/uploads/2014/04/7-Soil-Biology-Primer.pdf

Ingham, E.R. (2018). Soil Foodweb Inc. Recuperado de https://www.soilfoodweb.com/

Jeavons, J. (2006). *How to Grow More Vegetables*. New York: Ten Speed Press.

Kim, M. J. , Shim, C. K., Kim, Y. K., Hong, S. J., Park, J. H., Han, E. J., Kim, J. H., & Kim, S. C. (2015). Effect of Aerated Compost Tea on the Growth Promotion of Lettuce, Soybean, and Sweet Corn in Organic Cultivation. Plant Pathol. J. 31(3), 259-268. http://dx.doi.org/10.5423/PPJ.OA.02.2015.0024

Lancaster, B. (2010). *Rainwater harvesting for drylands and beyond: Water Harvesting Earthworks* (Vol. 2). Tucson, AZ: Rainsource Press.

Lancaster, B. (2013). *Rainwater harvesting for drylands and beyond: Welcome Rain into your Life and Landscapes* (Vol. 1). Tucson, AZ: Rainsource Press.

Lawton, Geoff. (2014). P*ermaculture Design Course*. https://www.geofflawtononline.com/.

Lerner, Rosie. (2009). Container and Raised Bed Gardening. *Consumer Horticulture*. Recuperado de https://mdc.itap.purdue.edu/item.asp?Item_Number=HO-200-W

LexJuris Puerto Rico. (1996-2014). *Ley Núm. 180 del año 2014, Ley para crear el Programa de Ríos Patrimoniales, Ríos de Alto Valor Natural y Ríos Recreacionales de Puerto Rico*. www.lexjuris.com/LexLex/Leyes2014/lexl2014180.htm

Llaven, G. (2009). Producción de Girasoles Orgánicos *(Helianthus annuus L) con Características Ornamentales Aplicando dos Tipos de Composta, Lombricomposta y Composta en Condiciones de*

Campo (Disertación). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. Recuperado en septiembre de 2017 de http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2406/GENNY%20LLAVEN%20VALENCIA..pdf?sequence=1

Lowenfels, J. (2010). *Teaming with Microbes*. Portland, Oregon: Timber Press.

Mollison, B. (1988). P*ermaculture: A Designer's Manual*. Sisters Creek, Tasmania, Australia: Tagari Publications.

Munroe, G. (s.f.) *Manual of On-Farm Vermicomposting and Vermiculture*. Recuperado de https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/sandec/E-Learning/Moocs/Solid_Waste/W4/Manual_On_Farm_Vermicomposting_Vermiculture.pdf

Ortiz-Sotomayor, Álida. (2011). *Los arrecifes de coral*. Mayagüez, PR: Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico.

Pacholko, K. (2012, marzo 2). Soil Texture and Soil Structure. *Gardening Time*. Recuperado de http://gardening-time.blogspot.com/2012/03/soil-texture-and-soil-structure_02.html

Palomino, A. (2005). *Manual Cría de la Lombriz de Tierra: Una Alternativa Ecológica y Rentable*. Bogotá, Colombia: Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Recuperado de https://books.google.com.pr/books?id=uHlB89_Y_P0C&pg=PA116&lpg=PA116&dq=caracter%C3%ADsticas+de+eudrilus+eugeniae&source=bl&ots=O_IUe5kpkR&sig=Lrx6Quc1ecXSs-Jf-omGeqh6v4FQ&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwii4666wKveAhUL21MKHf99DGIQ6AEwCHoECAUQAQ#v=onepage&q=caracter%C3%ADsticas%20de%20eudrilus%20eugeniae&f=false

Pesante, D.E. (2012). *El Huerto Sostenible: Manual práctico de agroecología*. San Juan, PR: Sinónimo, Inc.

Shein, C. (2013). *The Vegetable Gardener's Guide to Permaculture*. Portland Oregon: Timber Press, Inc.

Simbarashe, G., Madziwa, B., & Mahlatini, P. The Nutrient Content of Organic Liquid Fertilizers in Zimbabwe. *International Journal of Modern Engineering Research*, 1(1), 196-202. Recuperado de http://ijmer.com/papers/vol%201%20issue%201/ZC011196202.pdf

Trinklein, D. (2014). Raised-Bed Gardening. Missouri, USA: University of Missouri Extension. Recuperado de http://extension.missouri.edu/p/G6985

University of Cornell College of Agriculture and Life Sciences. (2006). Vegetable Growing Guide. *Home Gardening*. Ithaca, NY: Cornell University. Recuperado de http://www.gardening.cornell.edu/homegardening/scene0391.html

Referencias del glosario

Cuenca hidrográfica. (s.f.). Recuperado de http://cuencahidrograficamila.blogspot.com/2016/04/cuencahidrografica-el-ambito-de-la.html

Dorantes, M. (2013). Terrazas. *agricultura y ecología*. Recuperado de http://agriculturayecologia.blogspot.com/2013/12/terrazas.html

Diccionario de la Lengua Española. (2018). Real Academia Española. http://dle.rae.es/?id

Diccionario - Glosario: Terminología Utilizada en Lombricultura y Agricultura Orgánica. (s.f.). *Manual de Lombricultura*. Recuperado de https://www.manualdelombricultura.com/glosario/glosario.pl

EcuRed. (s.f.). Cuenca hidrográfica. Recuperado de https://www.ecured.cu/Cuenca_hidrográfica

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). Recuperado de http://www.fao.org/home/en/

Ibañez, J.J. (2006). EL AGUA DEL SUELO 3: Agua de Infiltración, Agua Gravitacional y Agua Retenida. *Madrid Blogs*. Recuperado de http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/05/17/23216

Instalación de ventanas cenitales. (s.f.). YAMATO *Supreme Marketing*. Recuperado de http://www.alarcontrol.com/es/climatizacion-automatica/refrigeracion-ventilacion/ventanas-cenitales

Qué es la soberanía alimentaria. (2003). *La Vía Campesina: Movimiento Campesino Internacional*. Recuperado de https://viacampesina.org/es/que-es-la-soberania-alimentaria/

Recursos de agua de Puerto Rico. (2004). Inventario de recursos de agua de Puerto Rico. Recuperado de www.recursosaguapuertorico.com/Cap__tulo_6__Parte_1_Hidrograf__a_de_Puerto_Rico.pdf

Sánchez Londoño, J. y Valderrama Uribe, G. (2014). Glosario. *Biología del suelo: Un mundo bajo nuestros pies*. Recuperado de https://biologiadelsueloscsudea20132.wordpress.com/microbiologia/microfauna-y-mesofauna-del-suelo/protozoos/

Sinergia. (s.f.) *BioDic*. Recuperado de https://www.biodic.net/palabra/sinergia/#.W6UlA2hKiUk