

¡Manos a la tierra!

Cómo crear y mantener
un huerto escolar



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA

RECTOR GENERAL

Gustavo Pacheco López

SECRETARIA GENERAL

Esthela Irene Sotelo Núñez

COORDINADORA GENERAL DE DIFUSIÓN

Yissel Arce Padrón

DIRECTOR DE PUBLICACIONES Y PROMOCIÓN EDITORIAL

Carlos Francisco Gallardo Sánchez

SUBDIRECTOR DE PUBLICACIONES Y PROMOCIÓN EDITORIAL

Lucio Alejandro Herrera Arteaga

SUBDIRECTOR DE DISTRIBUCIÓN Y PROMOCIÓN EDITORIAL

Marco Moctezuma Zamarrón

Formación y diseño: **Silvia Becerra Ramos**

Ilustraciones: **Diego F. T. de la Vega**

Primera edición, 2026

D. R. © 2026, Universidad Autónoma Metropolitana

Prolongación Canal de Miramontes 3855, col. Rancho los Colorines,

Tlalpan, 14386, Ciudad de México

www.casadelibrosabiertos.uam.mx

Esta publicación no puede ser reproducida, ni toda ni en parte, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo, por escrito, de los editores.

ISBN de la obra: 978-607-28-3749-2

Impreso en México / Printed in Mexico

¡Manos a la tierra!

Cómo crear y mantener un huerto escolar

Mario Andrés De Leo Winkler (coordinador)

Laura Andrés Rodríguez

Miriam Carrillo Barragán

Fátima Guadalupe Robles Valdez

Agustín Ruiz Ramírez

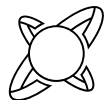
Ilustraciones

Diego F. T. de la Vega

Revisión de textos

María José Burgin

Karen Andrea González Cruz



Comunicación del
Conocimiento | **uam**



Índice

Introducción	9
---------------------	----------

Capítulo 1. Nuestra experiencia

1.1 Introducción	15
1.2 Experiencias en los suelos de la Ciudad de México	16
1.3 Experiencias de aprendizaje, curriculares y asesorías UAM en escuelas de la CDMX	19
1.4 Experiencias vivenciales en la CDMX	21

Capítulo 2. El huerto escolar

2.1 Introducción	27
2.2 Beneficios de implementar un huerto	29
2.3 Plan de trabajo para el huerto	31
2.4 Delimitación del espacio al aire libre destinado al huerto	33
2.5 Preparación del suelo	34
2.6 Materiales e insumos básicos para el huerto	35

Capítulo 3. Compostaje

3.1 Introducción	37
3.2 Compostaje y ciencia	38
3.3 Residuos orgánicos aptos para la composta	39
3.4 Residuos orgánicos a evitar	40
3.5 Técnicas de compostaje	41
3.6. Elaboración de la composta	42
3.7 Uso y mantenimiento de la composta	44
3.8 Lombricomposta	46
3.9 Elaboración de un lombricompostero	46
3.10 Preparación de la lombricomposta	47

Capítulo 4. Plantas, semillas y germinación

4.1 Introducción	53
4.2 Elegir qué se va a cultivar	53
4.3 Recomendaciones	55
4.4 ¿Qué cultivar en el huerto escolar?	57
4.5. Semillas para germinación	59
4.6 Cómo preparar plántulas para sembrar en el huerto	60
4.7 Asociación de cultivos	61

Capítulo 5. Preparación del suelo y siembra

5.1 Introducción	67
5.2 Tipos de suelo	69
5.3 Preparación del suelo	70
5.4 Tipos de siembra	72

Capítulo 6. Mantenimiento

6.1 Introducción	77
6.2 Riego y manejo responsable del agua	78

6.3 Deshierbe	79
6.4 Rotación de cultivos	81
6.5 Control de plagas y enfermedades	83
6.6 Deficiencia de nutrientes	84
6.7. Bioinsumos	85

Capítulo 7. Monitoreo de la calidad del agua

7.1 Introducción	91
7.2 Características del agua	93
7.3 Calidad del agua	93
7.4 Potencial de hidrógeno (pH)	94
7.5 Total de sólidos disueltos (TDS) y conductividad eléctrica (EC)	96
7.6 Nitratos y fosfatos	97
7.7 Estrategias para corregir parámetros del agua de riego	98

Capítulo 8. Cultivo sin suelo

8.1 Introducción	105
8.2 Hidroponía y acuaponía	107
8.3 Cultivo en suelo vs. hidroponía	109
8.4 Siembra en cultivo sin suelo	112

Capítulo 9. Huertos y sostenibilidad

9.1 Introducción	115
9.2 Desarrollo sostenible	116
9.3 Sustentable vs sostenible	118
9.4 Cómo plantear una acción sostenible	119
9.5 Economía circular	122
9.6 Economía solidaria	123

Capítulo 10. Recetario	
10.1 Introducción	127
10.2 Beneficios de los productos del huerto	128
10.3 ¿Cómo desinfectar los alimentos adecuadamente?	129
10.4 Diez recetas con productos del huerto	130
Anexos	
A. Métodos para evaluar la calidad del agua en el huerto escolar	141
I. Consideraciones antes de realizar las mediciones	142
II. Potencial de hidrógeno (pH)	142
III. Conductividad eléctrica (EC) y total de sólidos disueltos (TDS)	143
B. Sistema hidropónico simple	143
I. Construcción del sistema	143
II. Colocar la plántula en el sistema hidropónico simple	146
III. Cuidados en la hidroponía	147
Glosario	149
Agradecimientos	159

Introducción

La implementación de huertos escolares ha sido ampliamente documentada por diversas instituciones educativas y organizaciones de colaboración internacional (FAO, 2009; FAO, 2010; MAGYP 2010). Han destacado como proyectos con múltiples beneficios, entre los que se pueden nombrar: la sensibilización del cuidado del medio ambiente y los recursos naturales, la aplicación de prácticas agroecológicas; el fortalecimiento de relaciones cooperativas entre las personas que se involucran, la generación de un sentido de pertenencia e identidad; así como la reducción de residuos sólidos, la producción de alimentos propios y el fortalecimiento de la economía circular, solidaria y social.

La planeación y establecimiento de un espacio educativo de este tipo, que implica un trabajo colectivo, debe estar soportado con el apoyo del personal docente para la creación de vínculos dentro de la comunidad escolar: profesorado, alumnado, personal administrativo y directivo, familiares, vecinas y vecinos del plantel educativo. De igual forma, una parte muy importante para sostener el huerto es la coordinación de todas las personas involucradas en la división de tareas y responsabilidades. El espacio físico del huerto escolar es un espacio educativo fuera del salón de clase habitual, donde el alumnado participa en un entorno próxi-

mo a la siembra, los cultivos, productos y cuidados necesarios para llegar a una cosecha, vinculando las tareas propias del huerto con el programa educativo y con su vida diaria, a este concepto se le conoce como *aula viva*.

Este libro tiene como objetivo proporcionar una guía simple y funcional sobre la creación, gestión y mantenimiento de un huerto escolar exitoso, incluyendo:

- ✿ Planificación. Establecimiento de un programa inicial de actividades y responsabilidades, así como la selección del área para el huerto y su diseño.
- ✿ Selección. Elección de las especies de plantas a cultivar, desde la preparación de semillas, su germinación y siembra.
- ✿ Cultivo. Valoración de la técnica de cultivo que sea más apta al espacio destinado para el huerto, las capacidades de cuidado del suelo y riego. Preparación de abonos naturales para mejora de la salud de la tierra.
- ✿ Control. Elaboración de bioinsumos (plaguicidas, fungicidas e insecticidas) que minimizan el daño al medio ambiente y la contaminación del terreno en general.
- ✿ Cosecha. Instauración de métodos de producción, acorde a las plantas y sus frutos, para autoconsumo o para intercambiar con otros productos.

Por otra parte, este texto es una herramienta de apoyo para el profesorado y las comunidades escolares que buscan crear experiencias de enseñanza y aprendizaje significativas, desde el programa educativo hasta la conexión del alumnado con la naturaleza, la alimentación saludable y el reconocimiento a las labores del campo y la tierra.

La instauración de los huertos escolares, que han originado las temáticas tratadas en esta obra, es parte de una convocatoria emitida por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), donde dos comunidades escolares de los Institutos de Educación Media Superior de la CDMX (IEMS) fueron beneficiadas: el plantel Iztapalapa V “José María Pérez Gay” en la alcaldía Iztapalapa y el plantel Magdalena Contreras “Ignacio Manuel Altamirano” en la alcaldía del mismo nombre.

Cada espacio de siembra y cosecha ha respondido a necesidades propias del plantel escolar que lo alberga, las cuales se relacionan con los miembros del profesorado involucrado y la asignatura escolar que imparten, haciendo combinaciones de actividades de biología y artes en un espacio, y biología, medio ambiente y literatura en otro, acumulando distintas perspectivas curriculares para abordar de diferentes maneras el aprendizaje y la experiencia del huerto. Incluso, la respuesta de los cultivos está fuertemente vinculada con la ubicación de cada bachillerato, ya que a pesar de que ambos planteles se encuentran dentro de la misma ciudad, las zonas tienen características con amplias diferencias respecto a precipitación y disponibilidad de agua, árboles y fauna local, calidad del suelo y construcciones que las rodean.

Además de las aplicaciones en las distintas disciplinas educativas, los huertos han activado procesos dentro de cada plantel, debido al involucramiento de alumnos, profesores, personal administrativo y de intendencia, familiares y personas vecinas, quienes, a través del trabajo colaborativo se han apropiado de este sitio natural como un espacio que promueve los aprendizajes situados en el *aula viva*.

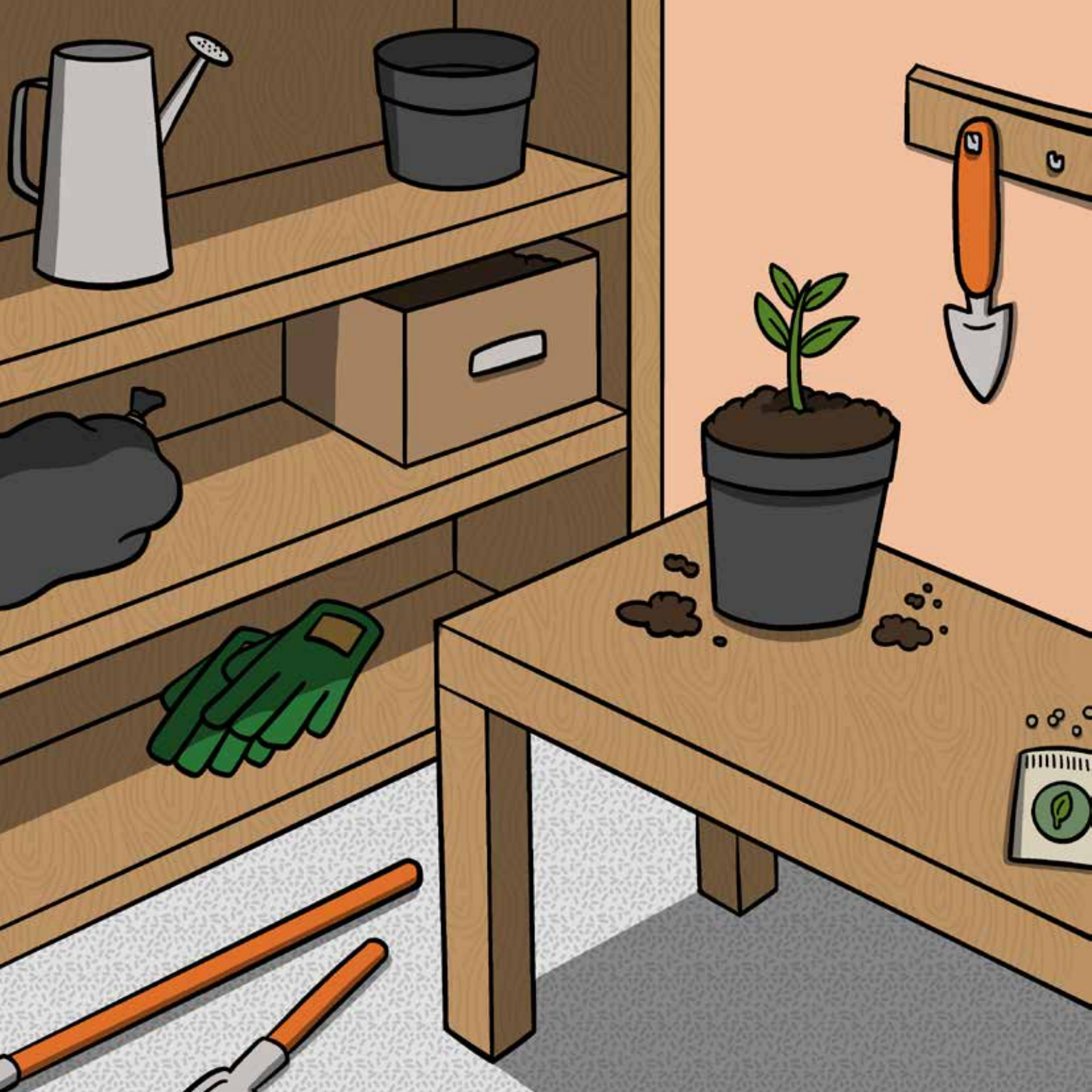
Dentro de los procesos activados gracias a los huertos escolares podemos mencionar la generación de asociaciones con personas que habi-

tan cerca de los planteles: en el caso del IEMS plantel Iztapalapa V, se ha generado un calendario de visitas de vecinos encargados de un huerto urbano cercano, con la finalidad del intercambio de semillas, productos y experiencias. En el IEMS plantel Magdalena Contreras se tiene establecido un trueque periódico con vecinos, canjeando productos cosechados por la escuela por brotes o tallos de plantas para formar un jardín polinizador cerca del huerto escolar.

En suma, el trabajo de la UAM con los dos planteles del IEMS a través del proyecto de “Huertos Escolares” ha construido los cimientos de organización comunitaria, trabajo interinstitucional, y preparación de espacios necesarios para que los cultivos y cosechas se vuelvan de autogestión y sustentables a corto plazo. En este libro compartimos experiencias y conocimiento para iniciar y mantener un huerto escolar.

Bibliografía

- CIRD AC. (2015). *Manual de huertos escolares en zonas urbanas: Una alternativa socioecológica y alimentaria para las ciudades*. INDESOL-CIRD A.C. <https://www.redhuertos.org/wp-content/uploads/Manual-de-Huertos-Escolares-CIRDAC.compressed.pdf>
- FAO. (2009). *El huerto escolar como recurso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas del currículo de educación básica*. <https://www.fao.org/4/am042s/am042s.pdf>
- FAO. (s.f.). *Manejo integrado de plagas y plaguicidas*. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/principles-and-practices/es/>
- Gallego Oviedo, Y. (2022). *Compostaje y lombricultivo*. Red Educativa Digital Descartes. https://prometeo.matem.unam.mx/recursos/VariosNiveles/iCartesiLibri/pdfs/Compostaje_y_lombricultivo.pdf
- MGAGYP. (2010). *Las huertas escolares como espacio de aprendizaje y servicio solidario. Una aproximación desde las experiencias*. INTA.
- Romón Salinas, C. (2014). *Guía del huerto escolar*. Editorial Popular. <https://www.digitaliapublishing.com/a/155537/#>
- Simões Costa, E., Juárez Calil, A., Araújo Fernandes, M. D. C., & de Oliveira, M. S. (2010). *Mapeo del proceso: Creación e implementación del proyecto. Educando con el huerto escolar*. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/red-icean/docs/Brasil_icean%20en%20la%20escuela_educando%20huerto_2011_REDICEAN.pdf.pdf



Capítulo 1.

Nuestra experiencia

1.1 Introducción

En 2022, la Dirección de Comunicación del Conocimiento (DCC) de la Rectoría General de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) emitió la primera Convocatoria de Huertos Escolares con el objetivo de contribuir a la formación interdisciplinaria del alumnado y al fortalecimiento de la *cohesión social* entre la comunidad escolar. En esta convocatoria resultaron beneficiados dos planteles del Instituto de Educación Media Superior (IEMS) en la Ciudad de México (CDMX) ubicados en las alcaldías La Magdalena Contreras e Iztapalapa. A través de esta convocatoria, y dos más para su continuidad en 2023 y 2024, apoyamos la creación, mantenimiento y consolidación de dos huertos escolares. La UAM ha brindado conocimiento técnico de su profesorado y alumnado, materiales e insumos, así como seguimiento continuo a la comunidad escolar. Además, se contó con la participación de personal académico de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en la impartición de un taller sobre monitoreo de la calidad del agua (ver capítulo 7).

Las inversiones realizadas durante 3 años para la preparación de los huertos, la compra de materiales para su mantenimiento y adecuaciones es aproximadamente de \$40,000 pesos.

La implementación de huertos escolares en ambos planteles ha sido muy enriquecedora para las comunidades escolares y también para la UAM, ya que ha construido los cimientos de organización comunitaria, trabajo interinstitucional y preparación del espacio necesarios para que los huertos escolares se vuelvan de autogestión y sustentables a corto plazo. Asimismo, cada huerto ha respondido a necesidades propias que han activado procesos que se relacionan con la vinculación al currículum escolar de diversas asignaturas y al fortalecimiento de la *cohesión social* debido al involucramiento del estudiantado, profesorado, personal administrativo y de intendencia, familiares y personas vecinas, quienes, a través del trabajo colaborativo, se han apropiado del huerto como un espacio que promueve los aprendizajes significativos situados en un *aula viva*. A continuación, se comparten las experiencias de trabajo y los retos que se presentaron para el buen funcionamiento de los huertos escolares.

1.2 Experiencias en los suelos de la Ciudad de México

El suelo de la CDMX puede tener un uso urbano o rural. En el primero, construimos casas, grandes edificios, calles, avenidas y la mayoría de los asentamientos humanos, es decir, es donde la mayoría de la población vive. Por otra parte, en el suelo rural se mantiene una gran parte de su cobertura vegetal con especies como pinos, abetos y encinos; cuenta con ecosistemas (como los humedales) y con áreas agrícolas. Además, el suelo rural, aporta *servicios ecosistémicos* como la captación

de agua de lluvia, la regulación del clima e incluso, otorga un sentido de pertenencia a los pobladores. La importancia del suelo de uso rural a veces pasa desapercibida por quienes habitan la CDMX ante el crecimiento de la *tasa de urbanización*.

El suelo puede ser de distintos tipos según sus características de composición química, tamaño de partículas, entre otras. En la CDMX se pueden encontrar hasta 15 tipos de suelos distintos, distribuidos entre las montañas y la zona lacustre. Algunos de ellos son más aptos para la agricultura que otros, y pueden aprovecharse para realizar esta actividad económica en un contexto urbano.

La DCC ha trabajado con huertos escolares localizados en dos alcaldías distintas. Podría pensarse que al encontrarse en la misma ciudad los retos enfrentados en la instalación y mantenimiento de ambos huertos fueron similares entre sí, pero el tipo de suelo en cada una de las ubicaciones es distinto, lo que implicó tomar medidas particulares.

Además, existen otros factores propios de cada alcaldía que deben considerarse en la planeación del huerto. Por ejemplo, la intermitencia en el suministro de agua potable en la alcaldía Iztapalapa implicó la instalación de un sistema de colecta de agua pluvial para el plantel por parte de la alcaldía.

La Tabla 1.1 resume algunas experiencias en los huertos relacionadas con aspectos técnicos relevantes.

Tabla 1.1. Características relevantes de los huertos escolares participantes en la convocatoria de la dcc-uam

Plantel	IEMS Plantel Iztapalapa V José María Pérez Gay	IEMS Plantel Magdalena Contreras Ignacio Manuel Altamirano
Alcaldía	Iztapalapa	La Magdalena Contreras
Extensión	50 m ² divididos entre camas de cultivo y jardín de polinizadores.	30 m ² divididos entre camas de cultivo, vivero de plantas maderables y un jardín de polinizadores.
Suelo	De carácter salino y/o poroso, es difícil de aprovechar en la agricultura.	Rico en material volcánico, cuenta con una gran capacidad de retención de agua y es apto para uso agropecuario.
Preparación del suelo	Sustituir el suelo superficial con tierra adquirida. Aun así, se presentaron problemas con la permeabilidad del suelo.	Rehabilitación de las camas de cultivo con las que se contaba previamente: deshierbe, remoción del suelo para aireación.
Agua	Problemas con su abastecimiento, la alcaldía instaló un sistema de captación de agua de lluvia.	Se instaló un sistema de riego.
Compostaje	Producción de composta empleando residuos orgánicos para fortalecer los nutrientes del suelo.	
Plantas cultivadas	Lechuga de bola y orejona, chile serrano, jalapeño y habanero, betabel, acelga, espinaca, albahaca, rábano, maíz morado, zanahoria, manzanilla, menta y citronela.	Rábano, zanahoria, chile manzano, maíz, calabaza, betabel, girasol, brócoli, lechuga, espinaca y nopal.
Otros	Instalación de un sistema hidropónico basado en la técnica de película de nutrientes (ver capítulo 8) para la cosecha de lechuga y fresa.	
Tiempo invertido en los primeros dos años	2417 horas.	3264 horas.

Fuente: elaboración propia.

1.3 Experiencias de aprendizaje, curriculares y asesorías UAM en escuelas de la CDMX

El huerto escolar funge como un recurso educativo que ha demostrado tener múltiples beneficios entre el alumnado y la comunidad escolar, ya que contribuye a la formación interdisciplinaria del alumnado y al fortalecimiento de la cohesión social en las instituciones educativas participantes.

La metodología de trabajo que se ha desarrollado en la realización de los huertos está basada en la *enseñanza socializada* que busca la integración social, el desarrollo de capacidad de trabajar en grupo, la creación de un sentimiento comunitario y el fomento de respeto hacia las demás personas (Tabla 1.2). El objetivo es que el alumnado colabore entre sí, y no compita.

Asimismo, las estrategias didácticas que se han implementado a lo largo del proyecto promueven el trabajo autogestionado y colaborativo con técnicas y procedimientos que fomenten las dinámicas grupales, comunicación interpersonal, deliberación y diálogo, además de producción de conocimiento corresponsable y fomento del pensamiento crítico.

Tabla 1.2 Estrategias de enseñanza y experiencias curriculares en los huertos escolares participantes en la convocatoria de la DCG-UAM

Recurso didáctico	Experiencia
Bitácora	Cada IEEMS registra en una bitácora el trabajo en los huertos donde se describen actividades, responsabilidades, experiencias y aprendizajes.
Registro fotográfico y audiovisual	Cada IEEMS realiza mensualmente un registro fotográfico de los procesos que viven en los huertos escolares.
Prácticas de laboratorio	Se impartió el taller de monitoreo y calidad de agua por parte del personal académico de la uabc, para brindar herramientas de enseñanza e investigación al profesorado (ver capítulo 7).
Tablas de cuadro de procesos	La UAM proporcionó formatos de calendario de siembra, trasplante y recolección, así como de ciclo de estaciones y procesos biológicos, con la finalidad de que el alumnado participante tenga estas herramientas de seguimiento (ver capítulos 4 y 6).
Talleres y actividades recreativas	Talleres de siembra de semillas (ver capítulo 4), biofertilizantes y bioplaguicidas (ver capítulo 6), asesoría sobre camas de cultivo (ver capítulo 5), hidroponía (ver capítulo 8) y lombricomposta (ver capítulo 3).
Comités o subgrupos de trabajo	El alumnado participante se divide y trabaja en las diversas actividades necesarias en un huerto escolar.
Planificación del trabajo	Desde el inicio de los huertos, cada IEEMS organiza y planifica el trabajo con el alumnado. Además, mensualmente hacen entrega de reportes donde comparten sus actividades, avances y problemáticas.
Vinculación al currículum escolar	El trabajo del huerto escolar se ha vinculado con diferentes aprendizajes de contenidos curriculares: biología (microsistemas, fotosíntesis, reproducción sexual y asexual en plantas), física y química (desarrollo de prácticas y ejercicios puntuales), literatura, artes y lengua (desarrollo de textos, bitácora y pintura).

Fuente: elaboración propia.

1.4 Experiencias vivenciales en la CDMX

Los testimonios proporcionan evidencias cualitativas del valor de los huertos escolares ayudando a comunicar y resaltar los beneficios obtenidos en los planteles. Si bien, el desarrollo de los huertos escolares es una práctica exitosa, no podemos perder de vista que los participantes involucrados son quienes aprenden a trabajar en equipo y a relacionarse entre ellos para un objetivo en común. Además, los testimonios son valiosos por mostrar:

- ⊕ Evidencia del impacto educativo: muestran cómo los huertos contribuyen al aprendizaje y fomentan el interés en asignaturas como ciencias, artes y literatura.
- ⊕ Fomento de habilidades sociales: ilustran cómo los huertos ayudan a desarrollar habilidades sociales y de trabajo en equipo.
- ⊕ Promoción de hábitos saludables: destacan cómo los huertos motivan al alumnado a adoptar hábitos alimenticios más saludables.
- ⊕ Conexión con la naturaleza: expresan cómo los huertos ayudan a conectar con la naturaleza y desarrollar el cuidado del medio ambiente.
- ⊕ Apoyo a la comunidad: muestran cómo los huertos pueden servir como puntos de reunión y colaboración entre alumnado, profesorado, personal administrativo y de intendencia, familias, vecinas y vecinos, fortaleciendo los lazos comunitarios.
- ⊕ Conciencia socioambiental: hacen evidente cómo los huertos promueven el valor por los procesos necesarios para obtener sus alimentos, así como a las personas involucradas, tal es el caso de las y los trabajadoras/es del campo.

Testimonios del alumnado

Gabriela Cruz

“En este tiempo pude aprender cómo cuidar una planta y un huerto, es increíble ver cómo con esfuerzo y trabajo en equipo se puede lograr cosechar alimentos y hacer crecer una planta, nunca había tenido esa experiencia ...”

Fernanda Contreras

“Cuando empecé a ir al huerto no me gustaba la idea de agarrar tierra, de ensuciarme, de estar bajo el sol, era algo con lo que lidiaba constantemente pues no era lo que me había imaginado, pero ahora que ya llevo tiempo en el huerto me da pena mi pensamiento de antes, porque uno no se imagina lo que la gente obrera tiene que pasar para que los productos nos lleguen hasta la mesa...”

Ximena Torres

“También nos une como comunidad escolar al hacerlo en equipo y estando al pendiente de los cuidados que conlleva y poder disfrutar el proceso del cómo evoluciona el huerto escolar”

Diego Acosta

“En el huerto aprendí lo que fue el proceso de fotosíntesis de las plantas, también cómo les cultivamos en recipientes, conservar y preparar los alimentos...”



Testimonios del profesorado de ambos huertos

Octavio Contreras

“[...] es una actividad que integra a los alumnos y les genera una conciencia ambiental de manera significativa.”

Norma Angélica Ávila

“[...] un aprendizaje que yo creo muy valioso fue la paciencia y la constancia porque cada uno de nosotros trató de germinar, trató que el fruto se diera [...] y eso es algo que pudimos compartir, sin importar que fuéramos estudiantes, profesores o trabajadores.”

César Augusto Vázquez

“[...] de entrada es difícil, esto te permite revalorar todo el trabajo que hay detrás de algo tan sencillo como comerse una zanahoria, una lechuga...”

Testimonios del personal administrativo, padres y madres de familia

Madre de una estudiante

“Yo vi a mi hija muy interesada en el proyecto del huerto, se empapa tanto en saber cada procedimiento del cuidado de las plantas [...] me gusta mucho ver que poco a poco ha ido perdiendo el miedo a interactuar con más compañeros...”

Juana María (personal de intendencia)

“Quise traer plantas para el huerto porque me gustan y tengo muchas en mi casa. Las doné porque me gusta participar siempre en lo que pueda. Ya tengo otras, pero no las he traído por salir con prisas.”

Carmen Vargas (vecina)

“La actividad del huerto me pareció muy buena para la prepa. Algunas alumnas venían a recoger los contenedores de la cáscara de huevo y de la verdura, se los llevaban y me los traían de regreso. Les guardé cosas que se iban quedando de lo que preparaba de comida. Me trajeron un poco de la cosecha de espinaca y me las comí solitas, sin nada y estaban bien ricas.”

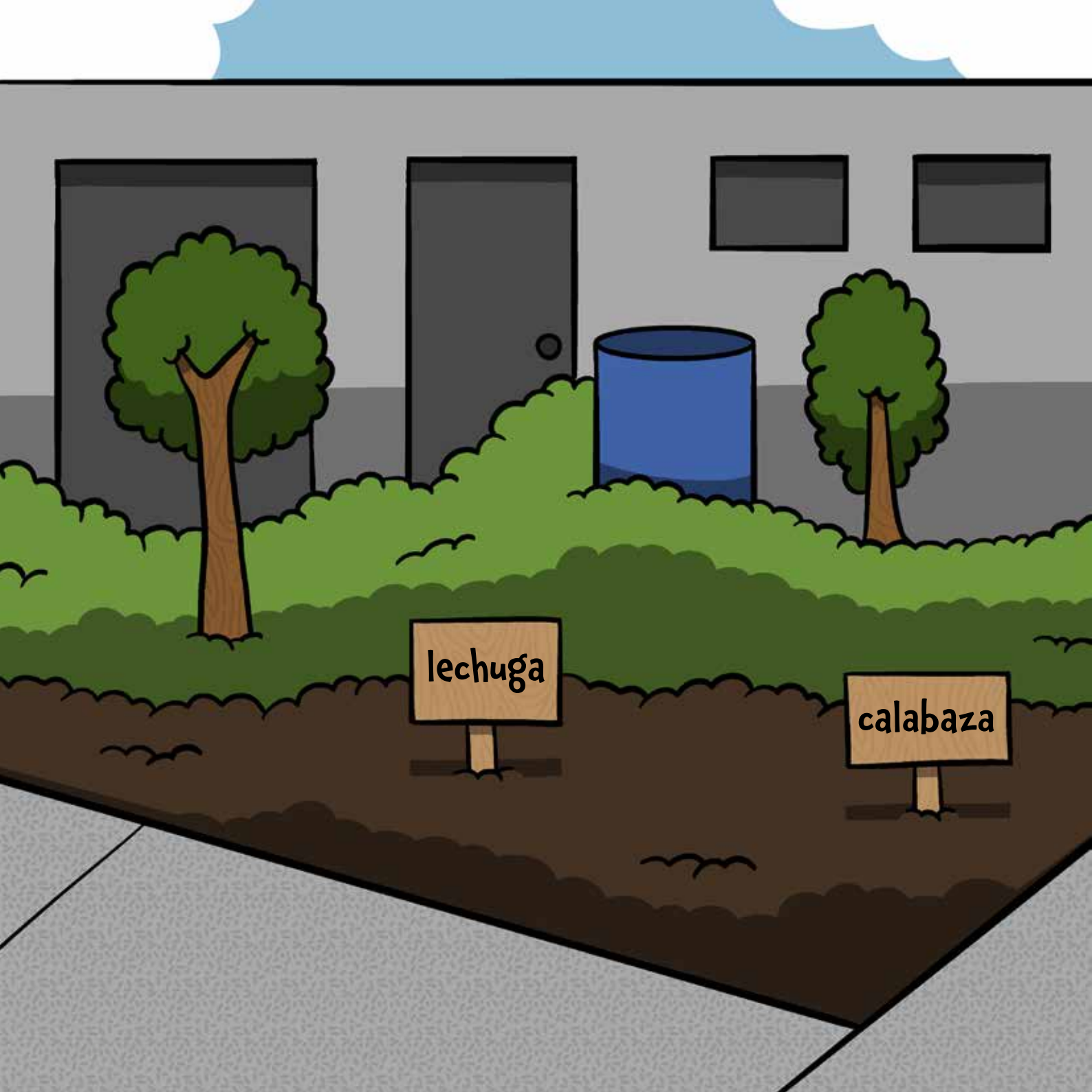
Personal del comedor escolar

“Nos sentimos muy agradecidos de ser parte del proyecto que lleva a cabo la escuela, ya que para nosotros es una muy buena forma de ayudar al medio ambiente, esperamos y se siga impulsando el proyecto y así poderlo llevar a otros planteles.”



Bibliografía

- Alcántara Nieves, N., & Larroa Torres, R. M. (Enero-abril, 2022). La multifuncionalidad de los huertos urbanos en la Ciudad de México. *Espiral. Estudios sobre Estado y Sociedad*, 29(83), 187-229. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652022000100187
- Reyes Jaramillo, I. (Enero-marzo, 2019). Una mirada a la problemática de los suelos de la Ciudad de México (CDMX). *Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*, (111), 54-62. <https://contactos.izt.uam.mx/index.php/contactos/article/view/39>



lechuga

calabaza

Capítulo 2.

El huerto escolar

2.1 Introducción

El huerto escolar es una zona destinada al cultivo de plantas comestibles, aromáticas y de ornato dentro de un plantel educativo. Este proyecto de *aula viva* es un recurso que ha demostrado tener múltiples beneficios en el alumnado y la comunidad escolar en general, debido a que contribuye con el desarrollo de conocimientos especializados y habilidades técnicas, con la interacción de diferentes disciplinas, así como en la formación de dinámicas positivas entre los participantes de cualquier etapa formativa por medio de actividades que promueven aprendizajes significativos. Además, se generan prácticas comunitarias que fomentan el sentido de identidad y pertenencia entre quienes se involucran; así como prácticas agroecológicas, integrando criterios sociales, ambientales y de salud para impulsar un sistema alimentario más equilibrado y sostenible. En este capítulo se presentan los beneficios y los elementos necesarios para comenzar un huerto escolar.





2.2 Beneficios de implementar un huerto

Algunos de los beneficios de construir un huerto en la escuela:

- ✿ Conciencia ambiental: fomenta las prácticas de conservación del medio ambiente, ya que se conocen los recursos naturales requeridos para el huerto, y los ciclos de siembra y cosecha.
- ✿ Prácticas cooperativas: promueve la organización de tiempo y actividades en torno a un objetivo común y también da un sentido de pertenencia.
- ✿ Economía circular: un huerto puede proveer bienes y servicios que reduzcan el impacto ambiental, así como gestionar un uso más eficiente y sostenible de los recursos naturales.
- ✿ Formación inter y transdisciplinaria: las actividades que se realizan alrededor de la implementación de un huerto están vinculadas con diversas disciplinas del conocimiento y con materias

del programa educativo, e involucra un trabajo colaborativo con diferentes actores (profesorado, alumnado, personal administrativo, familias y comunidad).

- ✿ Seguridad alimentaria: facilita el acceso a alimentos. El huerto es un medio para que algunos alimentos se obtengan de primera mano sin necesidad de adquirirlos en grandes cadenas de consumo.

Para implementar un huerto con éxito, se requiere de un conjunto de condiciones mínimas:

- ➔ Plan de trabajo y participantes de la comunidad escolar.
- ➔ Delimitación del espacio al aire libre destinado al huerto.
- ➔ Preparación del suelo.
- ➔ Adquisición de materiales e insumos básicos para el huerto.

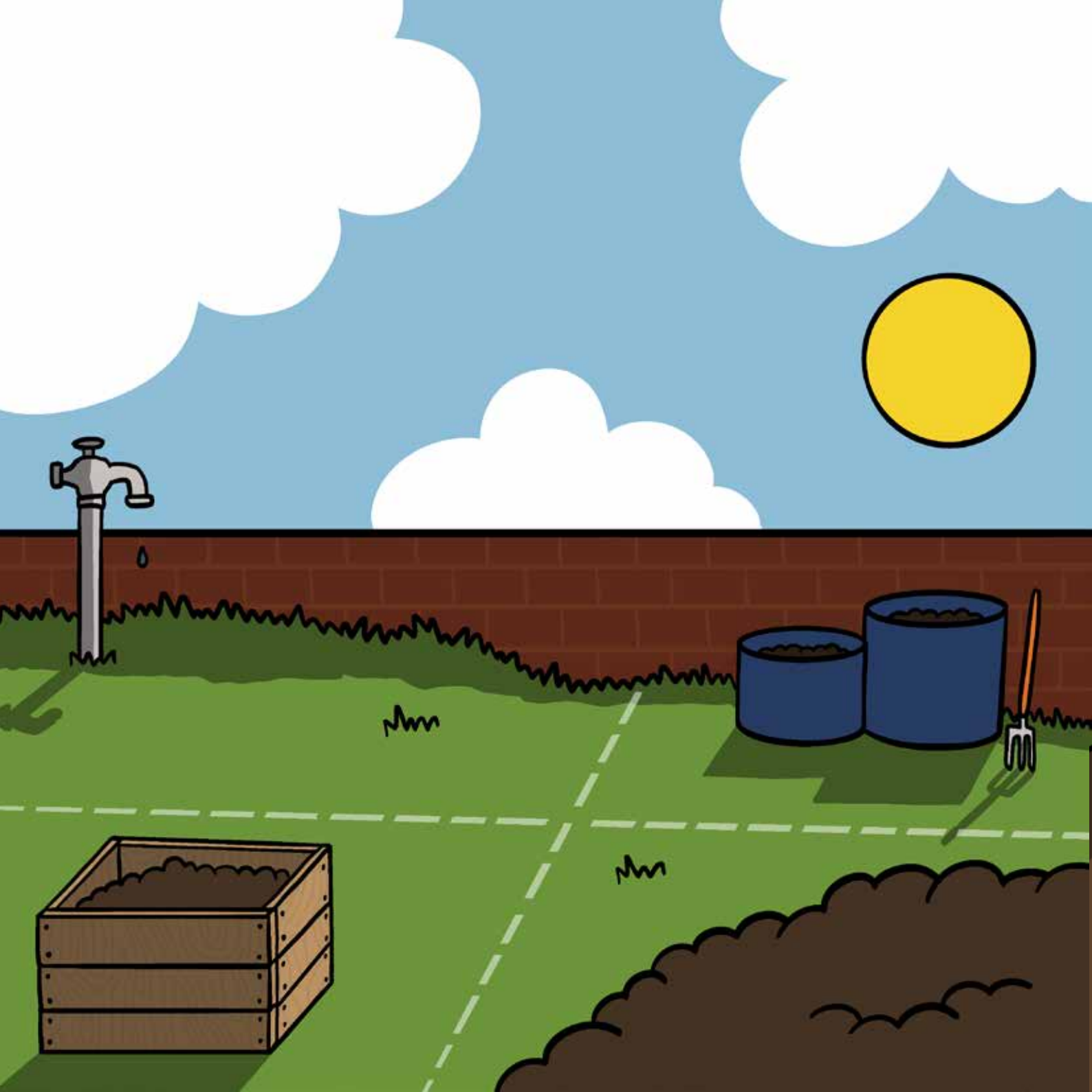


2.3 Plan de trabajo para el huerto

Antes de iniciar un huerto, debe considerarse la elaboración de un plan de trabajo que incluya:

- ✿ La cantidad de personas que se involucrarán, asignación de tareas y responsabilidades, así como el tiempo del que disponen para participar.
- ✿ La vinculación entre las labores en el huerto y su relación con el programa educativo.
- ✿ Las tareas por realizar para el cuidado y mantenimiento del huerto, que pueden estar organizadas en un cronograma junto con las personas responsables.
- ✿ La elección de las especies de plantas que se sembrarán o trasplantarán. Para ello, se deben considerar los siguientes puntos: el ciclo de vida de la planta, la temporada, el tipo de semilla (de polinización abierta o híbrida) y el tipo de suelo del huerto (**ver capítulo 4**).
- ✿ Un esquema del huerto colocando los detalles de la delimitación del espacio.

Es importante que el plan de trabajo se registre en una bitácora de formato libre, que permita realizar el seguimiento del huerto. En esta bitácora se deben incluir detalles como el estado de la infraestructura del huerto, la presencia de plagas, el crecimiento de las plantas, la cantidad de hortalizas y frutas, entre otros aspectos que se consideren relevantes.



2.4 Delimitación del espacio al aire libre destinado al huerto

El primer paso es decidir cuál será el espacio en donde se establecerá el huerto. La selección deberá considerar los siguientes elementos básicos:

- ⊕ Exposición a la luz del sol por un mínimo de 6 horas al día, para que sea posible el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- ⊕ El tipo de huerto a construir. Entre las opciones más comunes: la instalación en suelo (camas de cultivo), en contenedores (macetas, cubetas, huacales, etcétera) o hidroponía. Para instalación en suelo se recomienda un área de cultivo mínimo de 30 m².
- ⊕ Accesibilidad a una toma de agua cercana para riego o considerar la adecuación de un sistema de captación de agua de lluvia.



- ✿ Determinar las secciones o camas de cultivo, basándose en aspectos como la asociación de cultivos (**ver capítulo 4**).
- ✿ Distribución de los espacios para incluir otras áreas que componen el huerto: composta, semilleros, almacenamiento de materiales y herramientas.

2.5 Preparación del suelo

El suelo está habitado por organismos, algunos de estos se ven a simple vista y otros no. Los organismos ayudan a la descomposición de desechos vegetales y animales, que se convierten en nutrientes de los que se alimentan las plantas.

Cuando se inicia un huerto, no se sabe si el suelo tiene las características adecuadas para que las plantas puedan crecer y desarrollarse. Para esta preparación del suelo (**ver capítulo 5**) se afloja, nivela y surca todo el terreno del huerto y se mezcla con algún abono natural como la composta (**ver capítulo 3**). También se pueden preparar camas de cultivo rodeando una extensión de terreno rectangular con un marco de madera o rocas

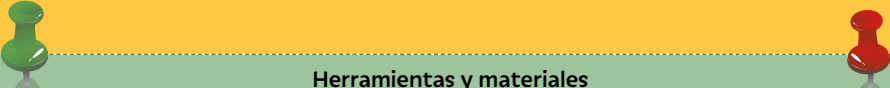


y llenando su interior con material de acolchado y suelo enriquecido con composta (ver capítulo 5).

2.6 Materiales e insumos básicos para el huerto

Se recomienda contar con las herramientas e insumos enlistados en la Tabla 2.1 para comenzar un huerto.

Tabla 2.1 Herramientas e insumos básicos para instalar y mantener un huerto escolar



Herramientas y materiales				
Cultivo	Siembra y mantenimiento	Compostaje	Manejo de plagas	Monitoreo del agua ¹
Suelo Semillas Material de acolchado Germinadores Etiquetas de identificación Palos de madera Hilo rafia o de algodón Malla sombra	Pala Bieldo Guantes para jardinería Carretilla Manguera Tijeras podadoras	Materia orgánica (ver capítulo 3) Desechos de jardín Contenedores de plástico (cubetas) Lona o bolsas de plástico oscuro	Rociador Tabaco jardinero Aceite de neem Jabón potásico o jabón sin aroma	Tiras indicadoras de grado de acidez o alcalinidad o un pHmetro Kit para análisis de nitratos Kit para análisis de fosfatos

Fuente: elaboración propia.

¹ El monitoreo de calidad de agua es una actividad complementaria que puede apoyar en el mantenimiento del huerto, sin embargo, es posible iniciar con la instalación del huerto sin realizarlo.



Bibliografía

- Borrel Brito, J. M., Manso Hernández, N., & Mora Santos, F. J. (2016). *Guía de huertos escolares de Parla para formadores*. Ayuntamiento de Parla. <https://www.ayuntamientoparla.es/ficheros/guia-huertos-escolares-educacion-medioambiental.pdf>
- Borrel Brito, J. M. (2017). *Guía rápida. Huertos escolares*. Ayuntamiento de Fuenlabrada. <https://heliconia.es/wp-content/uploads/2017/09/Gu%C3%ADa-Huertos-escolares-online.pdf>

Capítulo 3.

Compostaje

3.1 Introducción

El compostaje es un proceso controlado que permite la descomposición de residuos orgánicos para transformarlos en un abono natural. Esta degradación convierte la materia orgánica en composta, un fertilizante ecológico o abono natural que mejora la calidad del suelo y favorece el crecimiento de diversas plantas y cultivos.

La composta no solo enriquece el suelo del huerto con nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, sino que también aporta materia orgánica, mejorando la estructura del suelo y la retención de agua. Hacer composta y usarla permite utilizar residuos orgánicos, promoviendo la economía circular (**ver capítulo 9**).

A continuación, en este capítulo se explorará cómo se puede realizar una composta o una lombricomposta en el huerto escolar.

3.2 Compostaje y ciencia

Los residuos orgánicos utilizados en la composta deben ser de origen vegetal. Es recomendable que los residuos tengan diferentes texturas y tiempos de descomposición, esto permitirá tener un proceso de degradación más estable, y generará un hábitat más adecuado para los organismos en la composta que llevarán a cabo la degradación.

Al preparar la composta, la temperatura de ésta comenzará a elevarse progresivamente debido a las reacciones químicas de descomposición, alcanzando después de 15 días los 40 °C y con ello, la etapa de la mayor degradación. Posteriormente, el producto de actividad bacteriana (alimentación, producción de desechos y reproducción), la temperatura aumentará a un rango entre los 50 °C y 70 °C. Cuando la descomposición de los residuos finalice, la vida bacteriana se reducirá y la temperatura comenzará a disminuir hasta alcanzar la temperatura ambiente.



3.3 Residuos orgánicos aptos para la composta

La Tabla 3.1 muestra la clasificación de algunos residuos aptos para compostaje, de acuerdo con su rapidez de descomposición.

Tabla 3.1 Residuos orgánicos aptos para compostaje

De rápida descomposición	De lenta descomposición	Muy lenta descomposición
Poda fresca de hierbas, césped y hojas de plantas jóvenes o tiernas.	Trozos de frutas y verduras, restos de plantas maduras, flores viejas o plantas de macetas.	Hojarasca, aserrín o virutas de madera no tratada, servilletas o papel blanco en trocitos.



3.4 Residuos orgánicos a evitar

No se deben integrar los siguientes residuos a la composta:

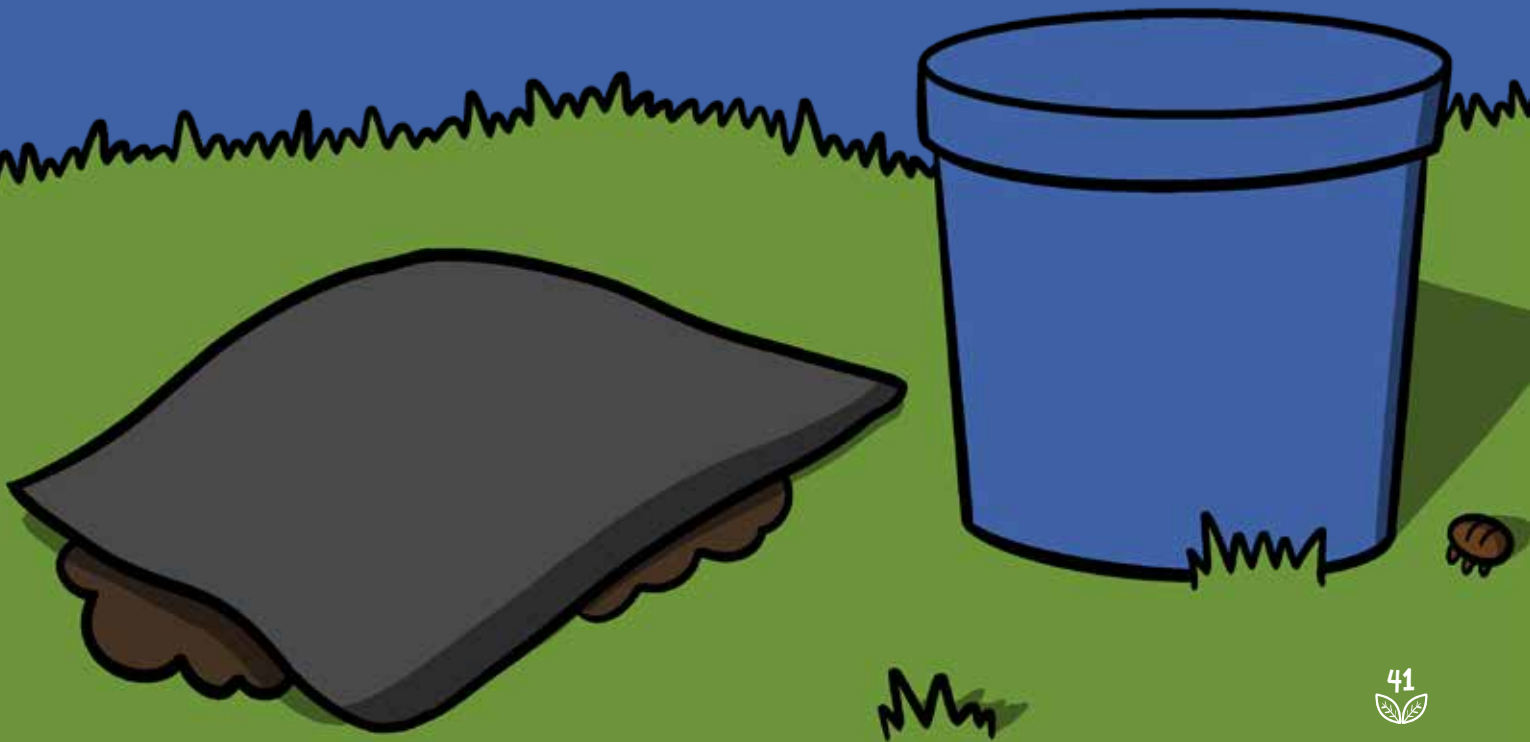
- ➔ Lácteos
- ➔ Excrementos (humanos o animales)
- ➔ Carnes y huesos
- ➔ Salsas o picantes
- ➔ Alimentos cocinados
- ➔ Restos de café y bolsas de té
- ➔ Ramas gruesas o troncos
- ➔ Productos grasos o aceites
- ➔ Restos de carbón o ceniza
- ➔ Papel o cartón ilustrado
- ➔ Textiles naturales (algodón)



3.5 Técnicas de compostaje

En un recipiente:

Hacer la composta en un recipiente es el método más práctico y eficiente, debido a que se tiene mayor control de fauna nociva, como insectos, ratas, moscas y hormigas, que son atraídas por los residuos. En dicha disposición también es posible dar una mejor aireación y seguimiento de la temperatura para el desarrollo adecuado de los microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica. El recipiente puede ser cualquier contenedor, como una cubeta o **cubo de plástico** hasta un espacio construido a partir de ladrillo, madera o metal. Cualquiera de las opciones debe estar siempre bien cubierta con una tapa, lona o **bolsa de plástico** opaco o en colores oscuros.



En el suelo:

Otro lugar para preparar la composta es en el suelo. Se cava un hueco, con dimensiones recomendadas de 1 m de largo, ancho y profundidad, tomando en cuenta que la materia debe ser destapada y mezclada con pala cada 8 o 10 días. El hueco debe ser cubierto para ocultarlo de la luz solar con una tapa, lona o bolsa de plástico opaco o en colores oscuros.

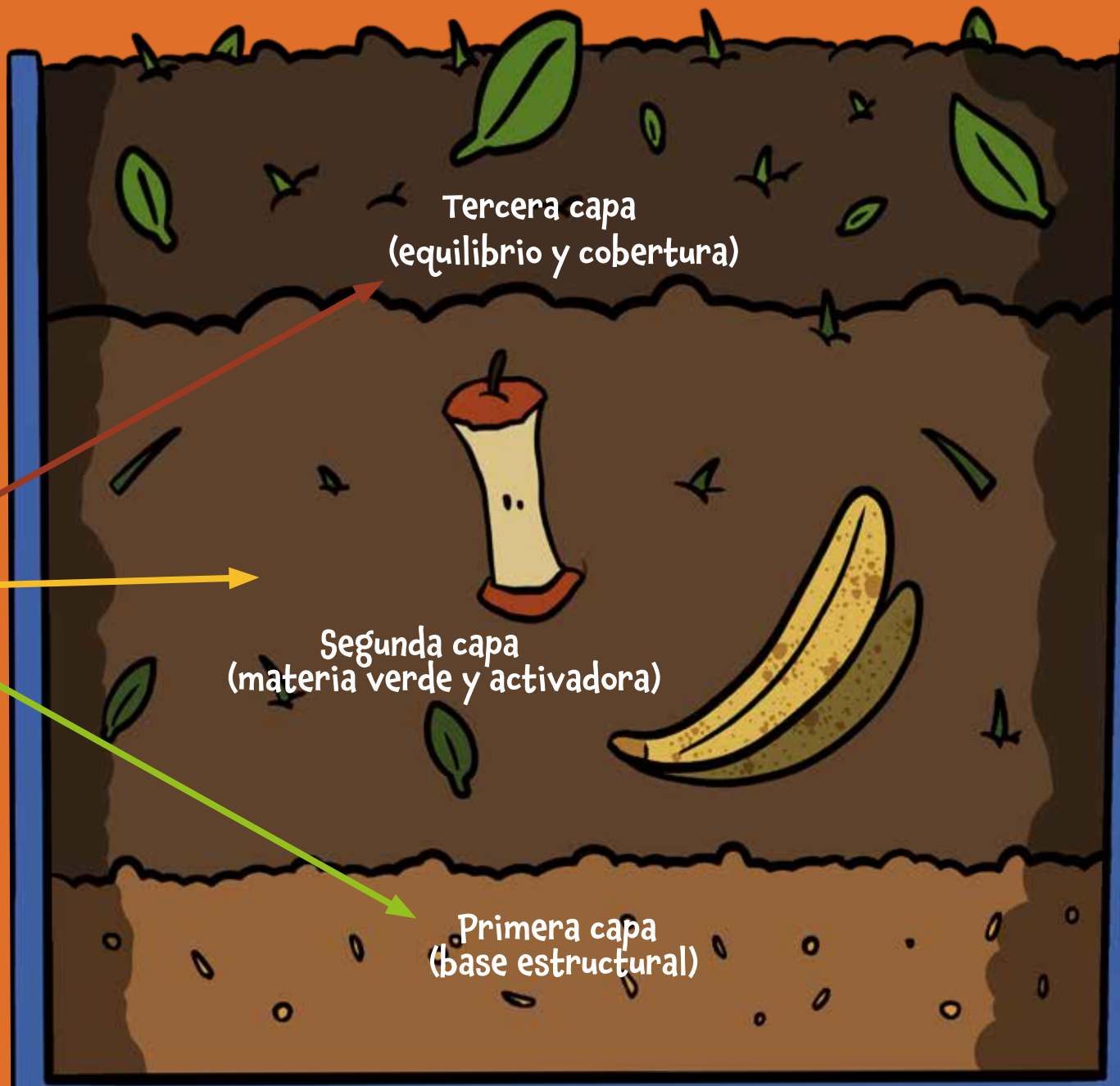
3.6. Elaboración de la composta

La materia orgánica por utilizar para hacer la composta debe tener un cierto orden de acomodo para que pueda funcionar de manera adecuada la descomposición:

- ❖ Primera capa (base estructural): al fondo del compostero se coloca materia seca bien triturada, como hojarasca, paja, fibra de coco o aserrín, para facilitar la aireación y absorber la humedad.
- ❖ Segunda capa (materia verde y activadora): restos de poda, frutas y verduras crudas, además de una capa delgada de tierra o sustrato para aportar microorganismos beneficiosos.
- ❖ Tercera capa (equilibrio y cobertura): mezcla de tierra o sustrato con restos de poda reciente (hojas, ramas finas), asegurando un balance entre carbono y nitrógeno.

Para la distribución de estas capas se debe considerar el tamaño del recipiente:

- ❖ Para un recipiente pequeño (menor o igual a 5 litros de capacidad): se divide el recipiente en 5 fracciones o secciones de igual tamaño. La primera capa ocupa $\frac{1}{5}$ de la altura, la segunda $\frac{2}{5}$, la



Tercera capa
(equilibrio y cobertura)

Segunda capa
(materia verde y activadora)

Primera capa
(base estructural)

tercera $\frac{1}{5}$, y se deja vacío el último $\frac{1}{5}$ para contar con espacio que permita remover y airear con una pala pequeña o cucharón.

- ✿ Para un recipiente mediano a grande (mayor a 5 litros de capacidad): se divide por centímetros, la primera capa ocupa 10 cm de la altura del bote, la segunda 15 cm y la tercera 10 cm. Si aún hay espacio en el recipiente, se repite el proceso de acomodo de las capas, dejando en la parte de arriba al menos 25 centímetros libres, para remover y airear.

Terminado el acomodo de los residuos, se vierte 1 litro de agua por cada 5 litros de materia, y se va escalando acorde al tamaño del compostero. Esto hará que la composta quede húmeda. Finalmente se tapa la composta.

3.7 Uso y mantenimiento de la composta

Dependiendo de la cantidad de residuos en el compostero, el proceso de transformación de material orgánico a composta toma un tiempo de entre 2 a 6 meses. Los principales cuidados durante este periodo son

- ✿ Mezcla de residuos: los residuos orgánicos en el compostero deben mezclarse cada 8 o 10 días para permitir la aireación, que es vital para la descomposición bacteriana, y contribuir a la regulación de temperatura. Con una pala se deben traer los componentes de la parte de abajo hacia arriba. Se debe evitar agregar nuevo material, ya que se puede interrumpir el proceso de composteo. Al final, se vuelve a tapar el compostero.
- ✿ Medición de la temperatura: se puede usar un termómetro analógico o digital de sonda (como los usados en la cocina), sumergiendo hasta que la punta se encuentre lo más cerca posible al centro de la pila de composta. Otra opción es introducir una

varilla o barra de metal por unos 10 minutos, retirarla y acercar la mano, en caso de que el calor sea tolerable al tacto, aún no se alcanzan los 40 °C.

- ⊕ Medición empírica: para mantener la masa de residuos con una correcta cantidad de agua, lo más relevante es poner atención en que el material tenga la humedad suficiente. Para ello, se puede realizar la prueba del puño que consiste en tomar con la mano una porción de la composta y se aprieta con la fuerza natural de la mano, en caso de sentirse una mezcla seca y polvosa se agrega agua poco a poco y se mezcla; y en caso de escurrir, se añade material seco como hojarasca con tierra o sustrato. La humedad ideal se nota cuando no salen gotas de agua entre los dedos y, al abrir la mano, se tiene un terrón quebradizo.



- ☼ **Uso de la composta:** puede esparcirse en el terreno o mezclarse con la tierra que se ha dispuesto para la siembra. También puede agregarse durante el periodo de crecimiento del cultivo, en este caso se toma la composta en terrones y se coloca alrededor de la planta (de 5 a 7 cm del tallo), y después se riega todo el cultivo de manera uniforme.

3.8 Lombricomposta

Mientras se lleva a cabo el compostaje de los residuos orgánicos, es posible agregar lombrices que se alimentan de la materia orgánica en descomposición y que al desplazarse por su interior ayudan en la aireación. De esta forma se acorta el tiempo de preparación de la composta, mejorando la calidad de nutrientes con un proceso de bajo costo económico.

Por otra parte, se producen lixiviados, o humus líquido de lombriz, que puede incorporarse principalmente a la tierra de siembra o utilizarse directo en las hojas de las plantas que sirve como fertilizante.

3.9 Elaboración de un lombricompostero

Un lombricompostero se puede elaborar con un recipiente cilíndrico de plástico

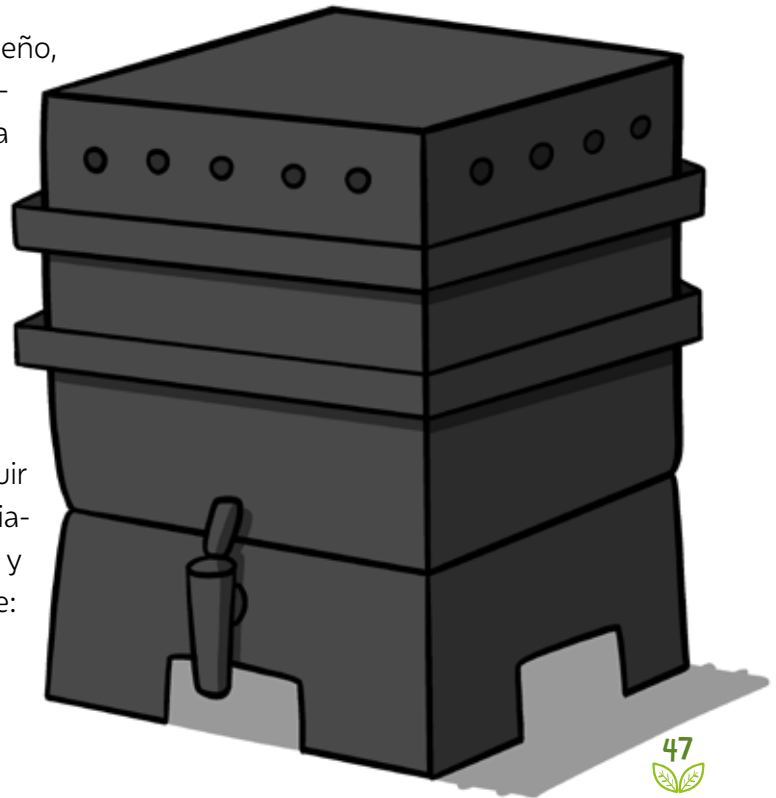


(tambo). Deberá taparse como se describió anteriormente y realizar las siguientes modificaciones:

- ✚ En un recipiente de 200 litros, se deben hacer orificios con una broca de 0.635 cm ($\frac{1}{4}$ de pulgada) con 10 cm de separación a lo largo y ancho del tambo para ayudar a oxigenar la tierra de las lombrices.
- ✚ Hacer un orificio de 5 cm en la parte inferior, y colocar una llave para jardín fabricada de acero para extraer posteriormente el lixiviado.
- ✚ Acomodar el tambo sobre una superficie elevada (pueden encontrarse sobre dos o más bloques de concreto o ladrillos), y colocar bajo la llave de jardín un recipiente para la extracción del lixiviado.
- ✚ Para un recipiente más pequeño, se deberá escalar tanto el diámetro de los orificios como la distancia entre ellos.

3.10 Preparación de la lombricomposta

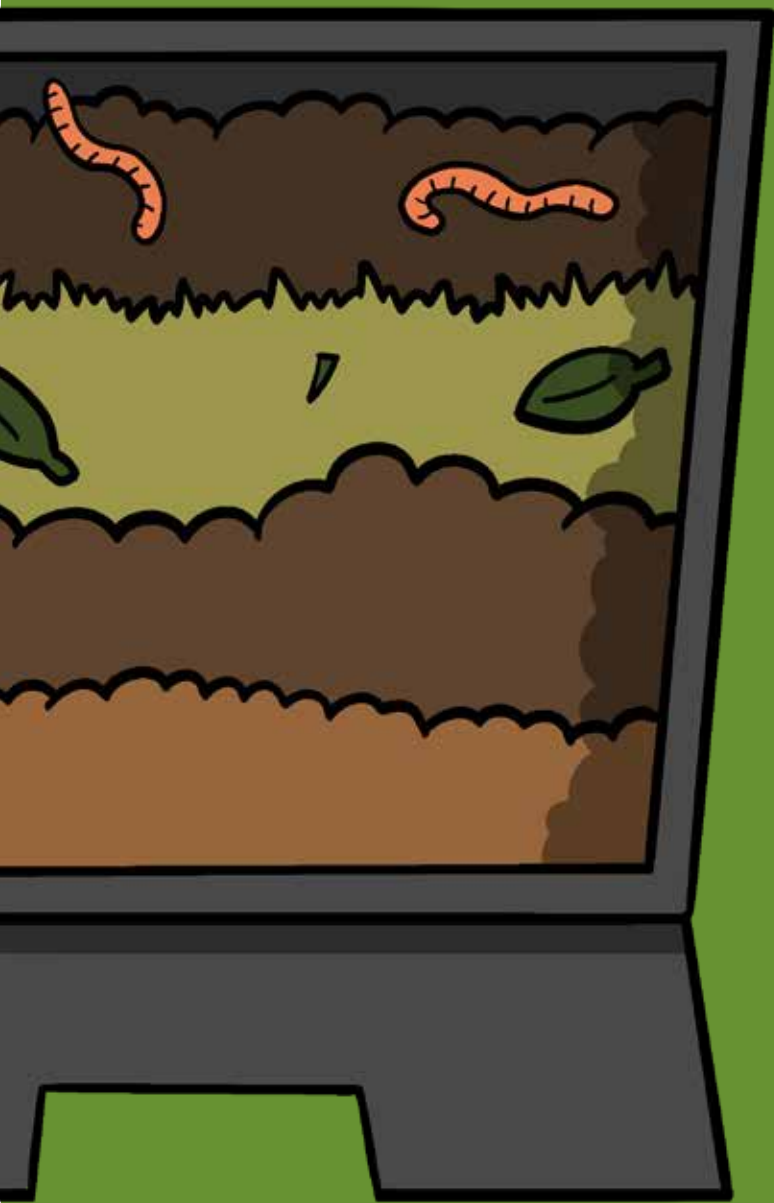
Como paso inicial, se deberá conseguir un pie de cría de lombriz roja californiana, lombriz de tierra común o ambas y posteriormente se realiza lo siguiente:



- ✿ Se deberá compostar la materia orgánica durante 15 días para tener una temperatura máxima de 35 °C, y así evitar dañar a las lombrices.
- ✿ Dentro del tambo se deben intercalar capas de tierra, composta, hojas secas-ramas-poda de arbusto y lombrices, hasta llenarlo. Evitar que las capas rebasen los 10 cm de espesor para no aplastar a las lombrices.
- ✿ Tapar el contenedor para evitar plagas, luz solar y pérdida de humedad. Además, debe colocarse en un espacio que se mantenga fresco.
- ✿ Remover la lombricomposta y verificar la humedad cada 7 días por medio de la prueba del puño.
- ✿ Agregar agua o material de composta seco según sea necesario. Cuidar que siempre se alimente a la lombricomposta con materia orgánica compostada.
- ✿ Extraer el lixiviado de lombriz cada 3 o 4 semanas. Es importante usarlo el mismo día que se colecta.

Antes de utilizar la composta, es recomendable tamizarla para eliminar restos no descompuestos y asegurar una textura uniforme. También, se debe dejar reposar durante dos a cuatro semanas en un lugar seco y bien ventilado, evitando la exposición directa al sol y la lluvia. Durante este periodo es recomendable removerla ocasionalmente para favorecer la aireación y permitir que los microorganismos beneficiosos terminen su actividad. De esta manera, la composta estará lista para ser aplicada al suelo de manera óptima.

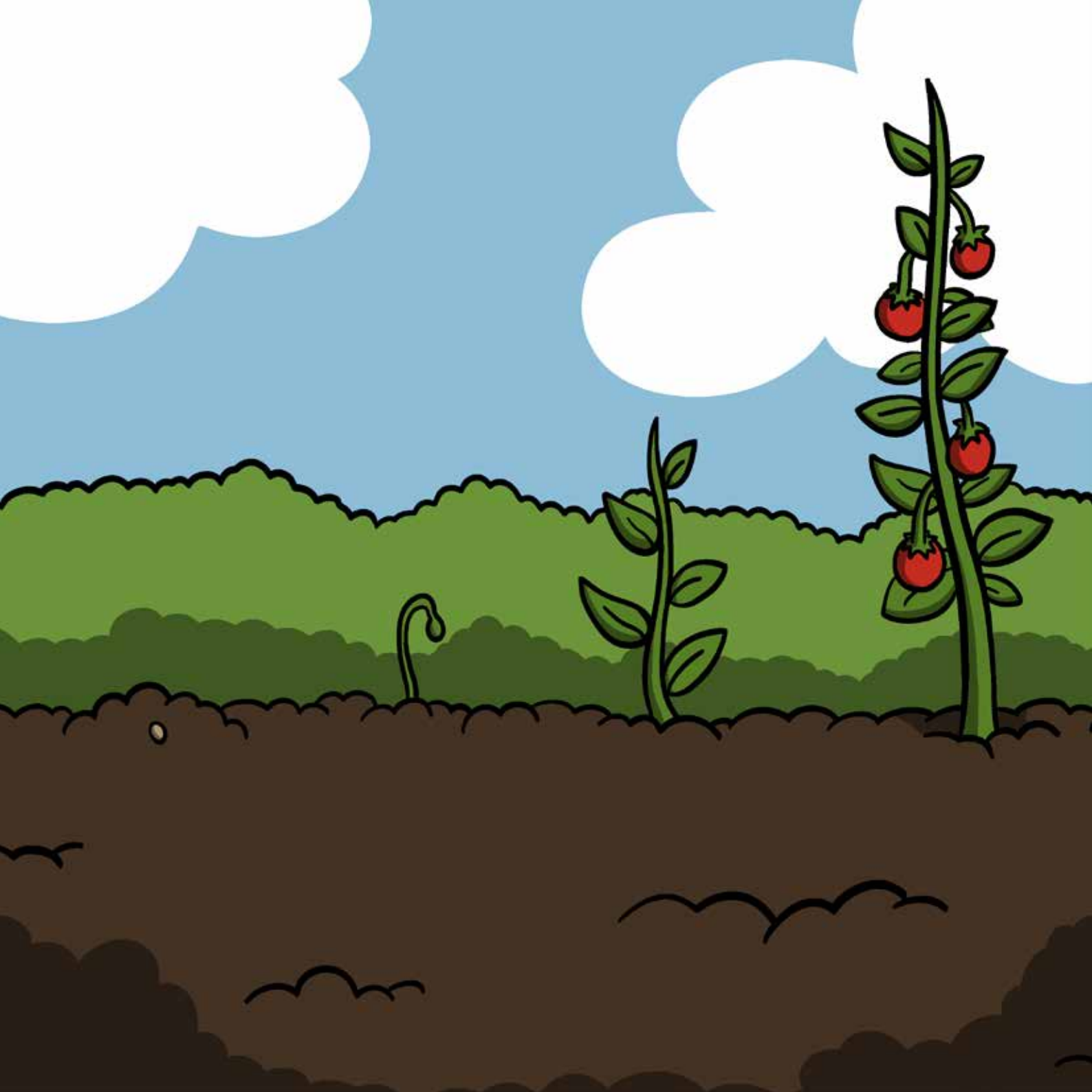




Bibliografía

- Domínguez, J., & Gómez-Brandon, M. (2010). Ciclos de vida de las lombrices de tierra *aptas para el vermicompostaje*. *Acta Zoológica Mexicana*, **26**(2), 309-320. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372010000500023&script=sci_abstract
- Fragoso, C. (2001). Las lombrices de tierra de México (Annelida, Oligochaeta): Diversidad, ecología y manejo. *Acta Zoológica Mexicana*, (s.n.). <https://azm.ojs.inecol.mx/index.php/azm/article/view/1849/1963>
- González Sandoval, M. d. R., Martínez Hernández, S., Quezada Maldonado, J., & Rojas Barrera, E. J. (Enero, 2014). Elaboración de lombricomposta a partir de residuos sólidos orgánicos. *Pädi. Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías*, **1**(2). <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n2/p1.html>
- GRAMA. (2005). *Manual del buen compostador*. <https://www.asociacion-grama.org/documentacion/manuales/Manual%20del%20Buen%20Compostador%20GRAMA.pdf>
- Juárez-Ramón, D., & Fragoso, C. (2014). Comunidades de lombrices de tierra en sistemas agroforestales intercalados, en dos regiones del centro de México. *Acta Zoológica Mexicana*, **30**(3), 637-654. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372014000300013&script=sci_abstract
- Laich, F. (2011). El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje. *Jornada Técnica: Fertilidad y calidad del suelo. Experiencias de fertilización orgánica en platanera*. <https://www.icia.es/biomusa/es/jornadas-y-actividades/jornada-tecnica-sobre-calidad-y-fertilidad-del-suelo/65-el-papel-de-los-microorganismos-en-el-proceso-de-compostaje/file>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2011). *Elaboración y uso del bocashi. Programa especial para la seguridad alimentaria (PESA)*. El

- Salvador. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/324112ce-8842-473d-9ff7-153784c45597/content>
- Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. FAO. https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ROMAN%20et%20al%202013.%20Manual%20de%20compostaje%20del%20agricultor.pdf
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos 14. Humus de Lombriz*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737318/14_Humus_de_lombriz.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Composta casera: mejora plantas y suelos a costos económicos con materiales accesibles*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/composta-casera-mejora-plantas-y-suelos-a-costos-economicos-con-materiales-accesibles?idiom=es>
- Tortosa, G. (2008). *Definición de compostaje. ¿Qué es el compost?* Compostando Ciencia. <https://www.compostandociencia.com/2008/09/definicion-de-compostaje-html/>



Capítulo 4. Plantas, semillas y germinación

4.1 Introducción

La semilla contiene el *embrión* y los nutrientes necesarios para su desarrollo. Bajo condiciones adecuadas puede iniciar el proceso de germinación, dando origen a una *plántula* que, con el tiempo, se convierte en una planta. A lo largo de este capítulo se revisará cómo seleccionar semillas y realizar su siembra o germinación.

4.2 Elegir qué se va a cultivar

El éxito de un cultivo y su cosecha depende de muchos factores y de una buena planeación. Es importante elegir las plantas y semillas sanas y adecuadas para la siembra, tomando como base el clima (templado con lluvias en verano, desértico, tropical, entre otros) de la región, la temporada, el tipo de suelo del lugar en que se realizará la plantación (**ver capítulo 5**), para ello se puede partir de conocer cuál es el ecosistema

en el que vivimos. Además, hay que observar el espacio de terreno asignado y el acceso que tiene a agua y luz solar.

Por otra parte, se deben tomar en cuenta otros aspectos de la planeación como las capacidades para realizar las inversiones monetarias requeridas y las posibilidades de participación de las comunidades, esto con el fin de no descuidar los cultivos por periodos largos, que propicien falta de agua para las plantas, el poco control en el contagio de enfermedades y plagas o ataques de fauna. Como ejemplo de lo anterior, están los periodos vacacionales escolares, en los cuales se tendrán que realizar guardias. También sirve para contemplar el trabajo y periodos de tiempo que se deben invertir en el huerto, eligiendo plantas acordes a ello, pues algunas demandan mayor atención que otras. Además, se debe considerar el tiempo de cosecha de lo que se interesa cultivar.

Asimismo, pueden considerarse los objetivos del proyecto desde el punto de vista curricular: la enseñanza de fenómenos biológicos del crecimiento de vegetales, alimentación saludable, asociaciones sociales de las personas participantes, aplicación de las matemáticas, producción de obras artísticas, la generación de una economía social entre otras opciones que pueden ser analizadas en conjunto por la comunidad escolar para la elección de lo que se va a cultivar.



4.3 Recomendaciones

Al elegir las plantas para la siembra, es importante considerar algunos aspectos:

- ✿ Facilidad de cultivo: optar por plantas que sean fáciles de sembrar, cuidar y cosechar, considerando que un huerto escolar se construye alrededor del calendario escolar, y para ofrecer la oportunidad educativa al alumnado de observar todo el proceso de crecimiento de la planta y cosecha del producto.
- ✿ Adaptación al clima: elegir plantas que se adapten bien al clima de la región, considerando factores como la temperatura, la temporada de lluvias y la cantidad de radiación solar que recibe la superficie del huerto en un periodo de tiempo determinado. Esto reduce las posibilidades de fracaso de la cosecha.
- ✿ Ciclo de vida: seleccionar plantas con diferentes ciclos de vida; anuales (se repite cada año), bianuales (se repite dos veces al año) o perennes (duran todo el año), para tener una producción continua a lo largo del año escolar, y que el alumnado tenga acceso a diversos grupos de vegetales, tanto para conocer los distintos cultivos como para el consumo. Especies de ciclo corto, como las variedades de lechugas, nos permiten tener una cosecha, o varias, en 2 o 3 meses.



- ❁ Variedad: incluir diversas plantas para tener un huerto rico en verduras, frutas (principalmente bayas como fresas, zarzamoras y frambuesas) y aromáticas, e incluso ornamentales. Esto permite a la comunidad escolar el poder observar distintos procesos de crecimiento y de recolección, uso de productos, y por tanto conocer el aporte de nutrientes, la diferencia de sabores y aromas. Además, se pueden observar las interacciones de estas plantas entre sí y con especies de insectos y otros animales de la región.
- ❁ Asociación: elegir y sembrar plantas en un mismo espacio cuyas relaciones biológicas entre sí sean beneficiosas. Esta técnica es conocida como *asociación de cultivos*.

En el caso de plantas ornamentales, se puede optar por aquellas que atraen a polinizadores para el transporte de polen y con ello apoyar la reproducción de las plantas con floración. Incluso, se pueden destinar parcelas completas para este tipo de plantas, formando lo que se conoce como *jardín de polinizadores*.

Para mantener la biodiversidad, es deseable que se siembren plantas nativas de cada región, ya que están adaptadas al entorno, lo que les permitirá seguir reproduciéndose y garantizar un mayor nivel de éxito en su crecimiento y propagación.



4.4 ¿Qué cultivar en el huerto escolar?

Es recomendable hacer una lista de plantas que hayan crecido de manera favorable en la zona, consultar bibliografía al respecto o, mejor aún, conversar con especialistas o personas con experiencia en el tema y de la región. Otra opción para crear la lista puede ser identificar el tipo de ecosistema en el que nos encontramos y saber las especies más adecuadas para cultivar, como se sugiere en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Clasificación de cultivos según el tipo de ecosistema

Tipo de ecosistema	Características	Cultivos sugeridos
Ecosistemas templados (Ecosistema presente en la CDMX)	Temperatura: 12-23 °C Lluvia: por temporadas Suelo Tipo: arcillosos a limosos Color: rojizos y negros	Avena, maíz, cebada, manzana, durazno, higo, rosa, begonia, lavanda, col, espinaca, betabel, zanahoria, frijol.
Ecosistemas tropicales	Temperatura: mayores a los 18 °C Lluvia: abundante todo el año Suelo Tipo: kársticos (ligados a roca caliza) Color: café claro, rojizos y tonos oscuros	Cacao, café, papaya, mamey, aguacate, mango, maracuyá, piña, naranja, sandía, palmito, tomate, pepino, repollo.
Ecosistemas desérticos	Temperaturas: 12-26 °C Nota: puede ser superior a medio día e inferior en las noches. Lluvia: escasa Suelo Tipo: salinos, yesosos y alcalinos Color: pálidos, grisáceos y castaños.	Romero, nopal, verdolaga, quelites, garambullo, pitahaya.

Fuente: elaboración propia.

Algunos de los cultivos mencionados en la tabla anterior pueden cultivarse en otros ecosistemas. Por ejemplo, el nopal puede reproducirse también en climas templados.

Cada especie tiene un ciclo de vida con una duración diferente. El seleccionar adecuadamente el ciclo puede garantizar que en un año escolar se pueda tener cosechas de forma constante. En la Tabla 4.2 se define cada uno de los ciclos y se muestra un ejemplo de planta para cada uno.

Tabla 4.2 Ciclo de vida de las plantas

Tipo de ciclo	Definición	Ejemplo
Anual	Crecen, producen flores, frutos y semillas en un año, y después mueren.	Lechuga, frijol, caléndula.
Bianual	En el primer año solo hay hojas y en el segundo florecen, dan frutos y semillas.	Zanahoria, perejil, clavel.
Perenne	Vuelven a crecer cada año sin sembrarse.	Chayote, menta, romero.

Fuente: elaboración propia.

Las hortalizas, los frutales y las plantas medicinales o aromáticas son distintos tipos de cultivos, cada uno con beneficios específicos para la comunidad.

Las hortalizas, los frutales y algunas plantas aromáticas se cultivan para la alimentación, ya que aportan fibra, vitaminas y minerales. Por otro lado, las plantas medicinales se utilizan en la elaboración de remedios naturales tradicionales.

Algunos cultivos pueden pertenecer a más de una clasificación; por ejemplo, el romero es una planta tanto medicinal como aromática.

Por otra parte, las plantas de ornato no se cultivan para el consumo, sino con fines decorativos, apreciadas por su color, aroma y otras características estéticas, como es el caso de la nochebuena.

4.5. Semillas para germinación

A continuación, en la Tabla 4.3, se describen los tipos de semillas que se pueden encontrar en el mercado y sus características.



Tabla 4.3 Tipos de semillas

Comercial	Certificada
Pueden encontrarse en cualquier supermercado.	Se venden en mercados especializados.
Sirve para un primer acercamiento en el huerto casero, urbano o escolar.	Tiene garantía de que el cultivo será vigoroso, uniforme, libre de mutaciones genéticas.

Fuente: elaboración propia.

Es importante revisar las etiquetas de los empaques de las semillas adquiridas, ya que contienen información: si fueron obtenidas por polinización abierta o hibridación y con ello sabremos si conviene conservar parte del cultivo para producir semilla o no (**ver capítulo 9**) o si han recibido algún tratamiento químico para su conservación.

Se recomienda evitar el uso de semillas tratadas químicamente para la producción de germinados o brotes.

4.6 Cómo preparar plántulas para sembrar en el huerto

La germinación es el proceso por el cual una semilla da origen a una nueva planta.

Para germinar semillas es necesario contar con los siguientes insumos:

- ☘ Materiales: semillas, sustrato para germinación (tierra de sembrar), recipiente (bandeja de germinación, almácigos o macetas pequeñas), agua, etiquetas para identificar las semillas y una bitácora que permita registrar fechas y cambios.

Y seguir algunas indicaciones:

- ✚ Preparar el sustrato: existen muchas formas de preparar la tierra para sembrar, una sugerencia es utilizar un 90 % del peso total de peat moss (turba) o tierra y 10 % de lombricomposta. Se debe humedecer el sustrato para germinación, dentro de las macetas pequeñas, debe estar húmedo, pero no empapado o escurriendo.
- ✚ Sembrar las semillas: colocar las semillas en el sustrato, dejando suficiente espacio entre ellas. La profundidad de siembra debe ser tres veces el tamaño de la semilla.
- ✚ Riego: debe ser un riego suave, de preferencia con un rociador, para evitar que las semillas se muevan. Es necesario mantener el sustrato húmedo durante el proceso de germinación, pero no regar en exceso para evitar que las semillas se pudran.
- ✚ Ubicación: colocar el recipiente en un lugar cálido y con luz solar indirecta.
- ✚ Observación: prestar atención a las semillas con regularidad para plantarlas a suelo cuando ya estén formadas las plántulas.

4.7 Asociación de cultivos

Las hortalizas se dividen a su vez en familias botánicas como se muestra en la Tabla 4.4. Las plantas de una misma familia tienen características biológicas similares. Conocerlas puede ser de utilidad al seleccionar el tipo de planta a sembrar, sobre todo al trabajar con asociación de cultivos.

Tabla 4.4 Clasificación de hortalizas según su familia botánica

Leguminosas	Cucurbitáceas	Liliáceas	Crucíferas
Habas, chícharos, frijoles.	Pepino, melón, calabaza.	Ajo, cebolla, cebollín.	Col, brócoli, rábano.
Solanáceas	Quenopodiáceas	Umbelíferas	
Tomate, chile, papa.	Acelga, espinaca, betabel.	Apio, perejil, zanahoria.	

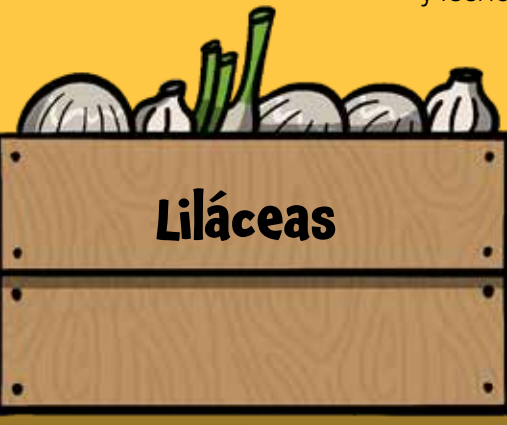
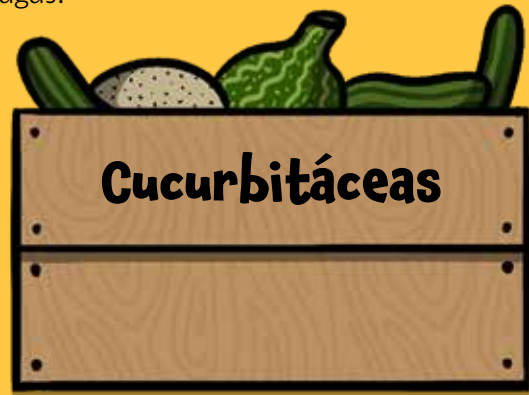
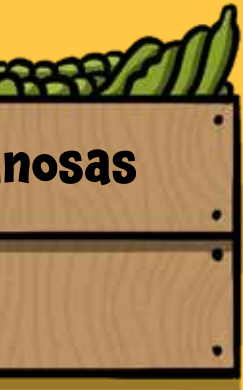
Fuente: elaboración propia.

La asociación de cultivos consiste en combinar diferentes plantas en un mismo espacio, aprovechando sus relaciones beneficiosas. Algunas especies, como las leguminosas, fijan nitrógeno y enriquecen el suelo, mientras que otras ayudan a mantener un equilibrio de nutrientes. Al cultivar varias plantas juntas, se reduce la competencia por agua, luz y nutrientes, se facilita el control de plagas de forma sustentable y se amplía la variedad de hortalizas disponibles según la temporada. Estas acciones contribuyen a optimizar la producción y la salud del huerto.

Un buen ejemplo de asociación de cultivos es la conocida *triada mesoamericana*, que en la milpa combina maíz, frijol y calabaza. El maíz da sustento estructural al frijol que se enrosca en su tallo. El frijol fija el nitrógeno atmosférico al suelo, que es aprovechado por el maíz. Y la calabaza retiene la humedad del suelo, pues sus grandes hojas con espinas tapan la luz solar, alejan la fauna dañina de la milpa y evitan el crecimiento de la maleza.

Para llevar a cabo una buena asociación de cultivos, es recomendable considerar lo siguiente:

- ✿ Evitar cultivar hortalizas de la misma familia botánica, ya que competirán por los nutrientes del suelo y aumentará el riesgo de contagio de enfermedades y plagas.
- ✿ Combinar familias que sean conocidas por beneficiarse entre sí. Por ejemplo, las liliáceas (como la cebolla) protegen de plagas a las umbelíferas (como la zanahoria).
- ✿ Cultivar plantas con distintos ritmos de crecimiento, esto reduce la competencia por recursos. Por ejemplo, la col (crecimiento lento) y lechuga (crecimiento rápido).



- ☘ Plantar hortalizas con flores y aromáticas para controlar plagas. Por ejemplo, la caléndula atrae a depredadores del pulgón. Por su parte, el romero y el tomillo repelen moscas, hormigas y pulgones.
- ☘ Cultivar plantas que se combinen culinariamente. Por ejemplo, la albahaca repele plagas del tomate y ambos se pueden usar juntos en diferentes platillos.

En la Tabla 4.5 se muestran algunos ejemplos de asociaciones de cultivo exitosas que se pueden implementar en el huerto escolar.

Tabla 4.5. Ejemplos de asociaciones de cultivos

Combinación de familia botánica	Ejemplo
Liliáceas-umbelíferas-solanáceas	Ajo-zanahoria-tomate
Cucurbitáceas-leguminosas-aromáticas	Calabaza-frijol-romero
Quenopodiáceas-solanáceas	Amaranto-papa
Crucíferas-liliáceas	Col-ajo
Solanáceas-liliáceas	Tomate-cebolla

Fuente: elaboración propia.

Para tener un mayor éxito en el cultivo, es recomendable combinar la técnica de asociación de cultivos con la rotación de cultivos (**ver capítulo 6**).

Bibliografía

- AGRISUD International. (2010). *Agroecology, best practices*. https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Fertilisation-des-Terres-et-des-Sols/agroforestrie/principes/Guide_Agroecology_Best_Practice.pdf
- Cano-Contreras, E. & Siqueiros-Delgado, M. (2009). *Aproximación al huerto familiar de clima semiárido: caracterización del solar en El Ocote, Aguascalientes, México*. *Etnobiología*, 7(1), 45-55. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/252/253>
- CONABIO. (2016). *La milpa*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/sistemas-productivos/milpa>
- CONABIO. (1 de febrero, 2022). *Ecosistemas de México*. Biodiversidad Mexicana. <https://biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex>
- FAO. (2014). *Una huerta para todos. Manual de auto-instrucción*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a7b544d0-a107-4616-a05e-f88a2de6a7ce/content>
- Fontalvo, Buelvas J., & de la Cruz, Elizondo Y. (2020). *Manual de iniciación al huerto casero: una guía para producir alimentos saludables*. https://www.uv.mx/hab/files/2021/02/Manual-de-huerto-en-casa_HAB_DIF_2020.pdf?fbclid=IwAR0R_DkUaopKhma5M2VFnn9XbrUQshhjl1cnlg24y407QL-fUKÍv443GGC0
- Gobierno de México. (2021). *En otoño e invierno también se siembra*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/en-otono-e-invierno-tambien-se-siembra>
- Hazien Sarea, E. (1999). *Guía para la recolección de semillas de los vegetales más comunes*. GATAZKA GUNEA. https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-56047/Guia_de_semillas.pdf

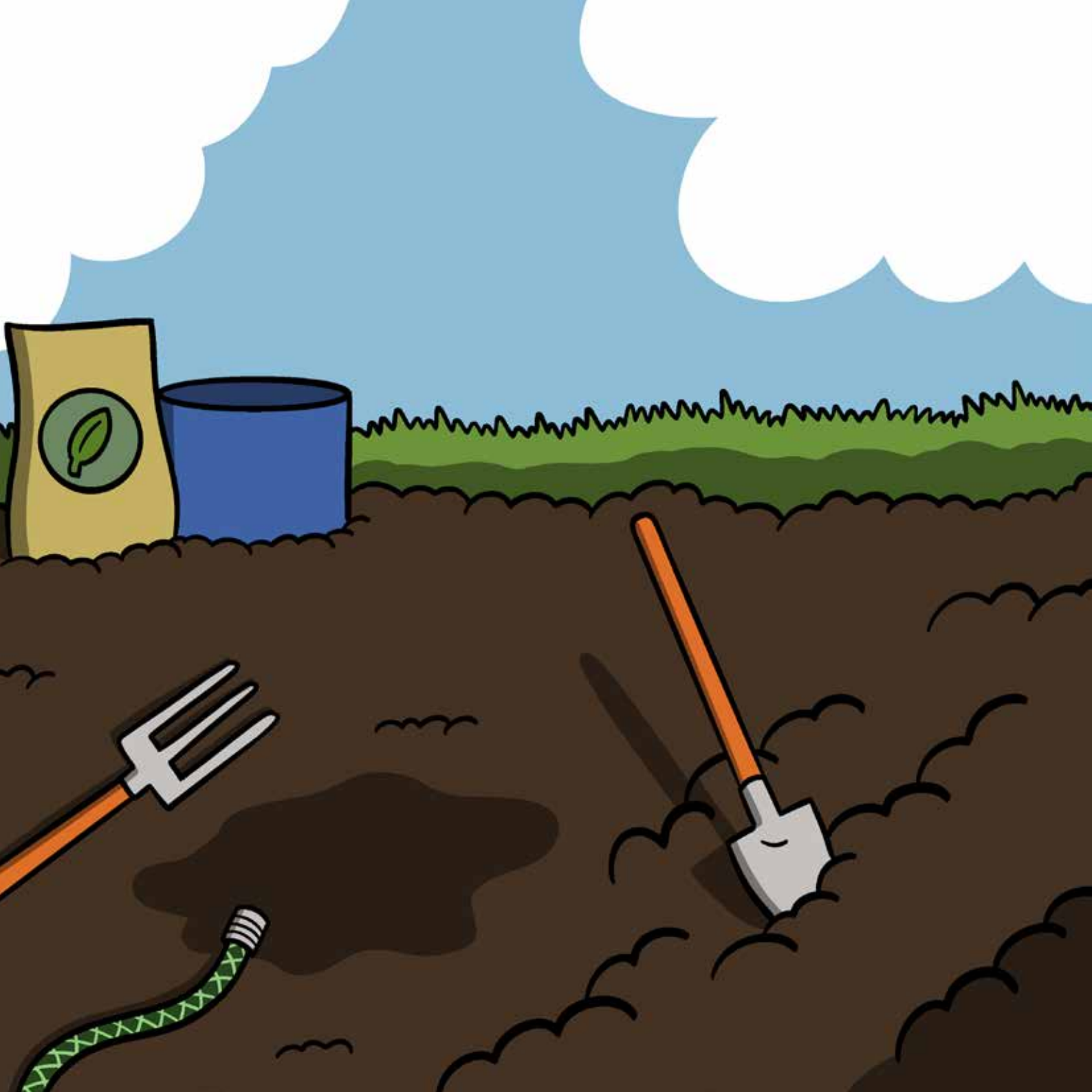
- Matilla, Á. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. En J. Azcón-Bieto, M. Talón. (Eds.). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*, 2a edición, pp. 1-22. McGraw Hill.
- Osuna Fernández H. R., Osuna Fernández A. M., Fierro Álvarez A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores*. UAM y UNAM. https://casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf
- Procuraduría Federal del Consumidor. (2021). *Asociación y rotación de cultivos*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/asociacion-y-rotacion-de-cultivos?idiom=es>
- SAGARPA (2015). *Manual técnico para la producción de hortalizas, huevo de gallina y carne de conejo en unidades de producción familiar*. https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_publicacionespecial/10269_5030_Manual_t%c3%a9cnico_para_la_producci%c3%b3n_de_hortalizas_huevo_de_gallina_y_carne_de_conejo_en_unidades_de_producci%c3%b3n_familiar.pdf
- Silva, Veymar M. (2017). *El cultivo de las hortalizas*. UNODC. https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf
- Universidad de Caldas. (2011). *Sistemas de producción vegetal I*. EUROPEAID. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4780/sistemas_de_produccion_vegetal_1.pdf

Capítulo 5. Preparación del suelo y siembra

5.1 Introducción

El suelo es la capa superior de *materia fértil* de la tierra donde crecen y se desarrollan las raíces de las plantas. Para que un huerto prospere, resulta crucial preparar adecuadamente el suelo antes de la siembra, paso que marca el inicio del proceso en que las semillas se transforman en plántulas y, más adelante, en plantas maduras. El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, microorganismos, agua y aire, todos los elementos esenciales para asegurar el crecimiento y el buen desarrollo de las plantas en el huerto.

En este capítulo se describe cómo preparar un suelo saludable para el huerto, así como las formas de realizar la siembra de hortalizas.



5.2 Tipos de suelo

Como se mencionó en el **capítulo 1**, el suelo puede tener distintas características que permiten clasificarlo en distintos tipos, así como evaluar si este es óptimo para realizar una siembra de manera exitosa. A continuación, se enlistan algunas.

- ✚ Tamaño de partícula mineral: a los suelos con gránulos grandes se les conoce como arenosos y no suelen ser óptimos para la agricultura por su estructura, poca capacidad de retención de agua y escasa cantidad de nutrientes. En cambio, los suelos arcillosos formados por gránulos pequeños retienen humedad, contienen buenas reservas de nutrientes, pero son difíciles de trabajar cuando están muy secos. Se pueden combinar estos suelos para lograr propiedades óptimas para la siembra.
- ✚ Contenido de nutrientes: éste debe ser abundante y equilibrado, los elementos químicos más importantes a considerar son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Estos provienen de la descomposición de materia orgánica.
- ✚ Potencial de hidrógeno (pH): permite establecer qué tan ácido es un suelo. Se prefiere contar con un suelo neutro (pH cercano a 7.0) pues esto permite que los nutrientes más importantes se encuentren disponibles para las plantas. Se profundiza este concepto en el **capítulo 7**.

Adicionalmente, existen múltiples características químicas, físicas y biológicas en los suelos. Su diversidad es tan amplia que llegar a consensos en la forma de clasificarlos ha sido complicado. Esto implica que existen distintos sistemas de clasificación que dan importancia a propiedades diferentes, pero es posible resumir las características de un tipo de

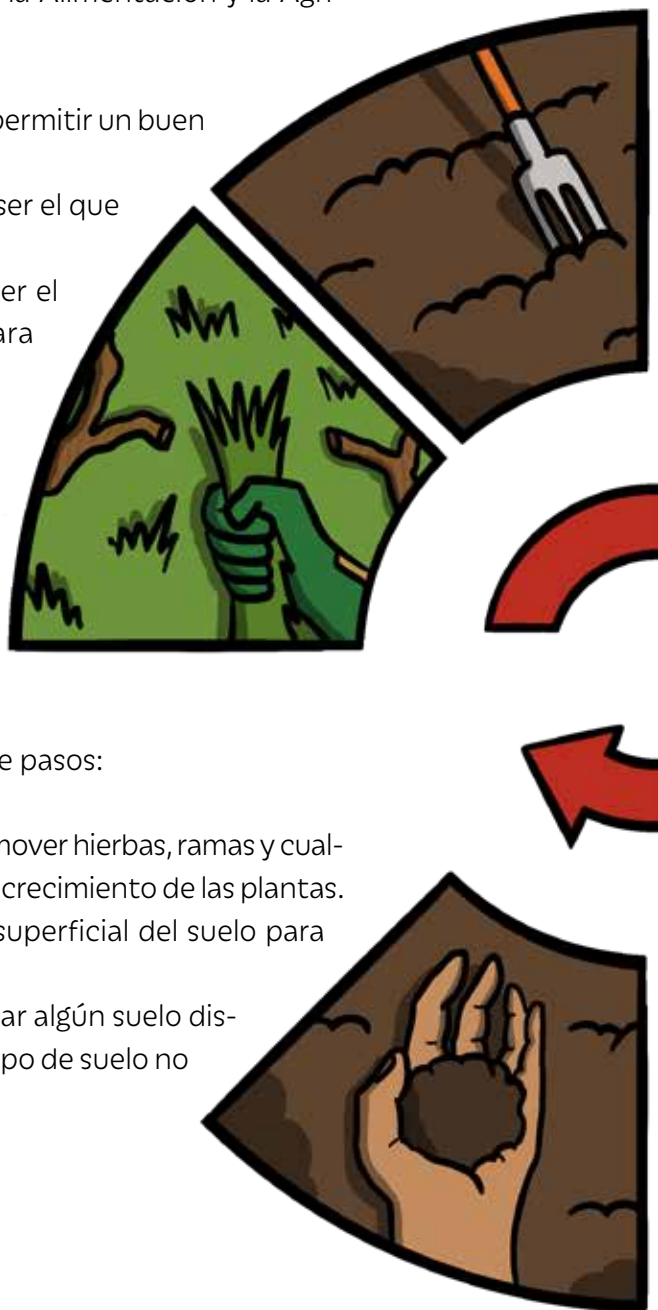
suelo fértil para la instalación de un huerto con base en lo descrito por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO):

- ✿ La consistencia y profundidad debe permitir un buen desarrollo y fijación de las raíces.
- ✿ El contenido de los nutrientes debe ser el que la vegetación necesita.
- ✿ Debe ser capaz de absorber y retener el agua, conservándola disponible para que las plantas puedan utilizarla.
- ✿ Debe encontrarse suficientemente aireado.
- ✿ No debe contener sustancias tóxicas.

5.3 Preparación del suelo

Para tener un suelo fértil y saludable es necesario prepararlo adecuadamente, para lo cual se pueden seguir un conjunto mínimo de pasos:

- ✿ Limpieza y eliminación de malezas: remover hierbas, ramas y cualquier elemento que pueda obstruir el crecimiento de las plantas.
- ✿ Labranza o arado: remover la capa superficial del suelo para airearlo y mejorar su estructura.
- ✿ Incorporación de suelo fértil: adicionar algún suelo distinto (como tierra negra) cuando el tipo de suelo no es óptimo para realizar la siembra.





- ✚ Incorporación de materia orgánica y nutrientes: agregar composta, estiércol de borrego u otros materiales orgánicos para enriquecer el suelo con nutrientes y mejorar la retención de humedad.
- ✚ Nivelación del terreno: asegurar que el suelo mantenga el mismo nivel en toda su extensión para facilitar el riego, evitar encharcamientos y que las raíces de algunas plantas queden expuestas durante el crecimiento.
- ✚ Arado y camas de cultivo: formar surcos en el suelo para colocar las semillas que posteriormente son enterradas. El arado también puede consistir en pequeños agujeros, según el tipo de siembra a realizar. Otra opción es la formación de camas de cultivo elevadas, delimitando un área cuadrada o rectangular (al menos 1 metro de lado) utilizando rocas, tabiques o tablones de madera de tal forma que se pueda llenar el área con suelo enriquecido hasta alcanzar una altura mínima de 50 cm. Las camas de cultivo permiten aprovechar mejor el terreno, la aireación y retención del agua.
- ✚ Análisis del suelo: si es posible, realizar un análisis del suelo para determinar su pH y nivel de nutrientes. Esto ayudará a elegir los cultivos adecuados y aplicar fertilizantes, si es necesario.

5.4 Tipos de siembra

La *siembra* se refiere a la acción de depositar la semilla dentro de un suelo o sustrato para que ocurra el crecimiento y desarrollo de la planta. Existen dos formas de realizar la siembra, se debe optar por la mejor opción de acuerdo con las capacidades del huerto y las semillas a plantar.

Siembra directa

La *siembra directa* consiste en colocar las semillas directamente en el lugar definitivo donde la planta crecerá y completará su ciclo de vida, es decir, el suelo del huerto previamente preparado. Este método es sencillo y económico, y se utiliza para una gran variedad de cultivos, como cereales, hortalizas, legumbres y algunas flores. Es ideal para semillas grandes con ciclos cortos (ver capítulo 4), como: frijol, calabaza, maíz y zanahoria.



Existen varias técnicas para la siembra directa:

- ✿ Al voleo: las semillas se distribuyen sobre toda la superficie de manera uniforme.
- ✿ En línea: a lo largo del suelo se esparcen las semillas de manera continua, para mantener la orientación se suele realizar un surco previo a la siembra.
- ✿ Mateado: en un pequeño orificio sobre el suelo se deposita una pizca de semillas.
- ✿ Siembra individual: se deposita una sola semilla en un orificio.

Para todos los casos, se tapan las semillas con una capa de 1 a 5 cm (dependiendo del tamaño de la semilla, siendo una capa más delgada entre más pequeña sea la semilla). También, puedes consultar las instrucciones de siembra en caso de que se incluya en el paquete de la semilla. Posteriormente, se debe realizar un riego suave y alrededor de la semilla para evitar moverla de lugar.

Siembra indirecta

La semilla se deposita y germina en semilleros o almácigos (o cualquier contenedor pequeño) con suelo de algún sustrato para el cuidado de las plantas durante las primeras etapas de desarrollo (se sugiere consultar el **capítulo 4** para conocer el paso a paso de cómo realizar la germinación). En este tipo de siembra las semillas germinan y crecen en un ambiente controlado hasta que las plántulas estén lo suficientemente fuertes para ser trasplantadas al huerto. Es ideal para semillas pequeñas, con ciclos largos o que necesiten cuidados especiales. Ejemplos: lechuga, acelga, rábano y brócoli.

El trasplante consiste en trasladar las plántulas desde el almácigo hasta su ubicación definitiva en el huerto. Se retiran cuidadosamente, conservando su cepellón, y se colocan en el lugar previamente seleccionado (donde se ha cavado un hueco del tamaño del cepellón), cubriendo las raíces con tierra, es importante asegurar un buen contacto con el suelo. Después, es fundamental regar en abundancia. Asimismo, se aconseja evitar el trasplante durante las horas de mayor luz solar, ya que las plántulas son sensibles a la luz solar intensa.

Bibliografía

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación & Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (s.f.). *Manual técnico para la producción de hortalizas, huevo de gallina y carne de conejo en unidades de producción familiar*. https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_publicacionespecial/10270_5031_Manual_t%C3%A9cnico_para_la_producci%C3%B3n_de_hortalizas_huevo_de_gallina_y_carne_de_conejo_en_unidades_de_producci%C3%B3n_familiar.pdf
- Universidad Veracruzana. (2021). *Tipos de siembra. Huerto Agroecológico Biología*. <https://www.uv.mx/hab/files/2021/05/Tipos-de-siembra.pdf>

- 
- ☒ RIEGO ADECUADO
 - ☒ DESHIERBE A TIEMPO
 - ☒ SIEMBRA
ENTRE COSECHAS
 - ☒ CONTROL DE PLAGAS
 - ☒ MANEJO DE
ENFERMEDADES

Capítulo 6.

Mantenimiento

6.1 Introducción

Para que un huerto escolar cumpla su propósito, es necesario dedicarle un cuidado constante y responsable. Se debe tener un programa de actividades para incentivar la colaboración y el interés en el desarrollo del huerto de manera habitual, y que se sostenga el vínculo de trabajo de la comunidad escolar y la satisfacción de cosechar los productos con calidad de las plantas cultivadas.

A continuación, se describen los aspectos más relevantes para tomar en cuenta en el programa de actividades para realizar el mantenimiento del huerto.

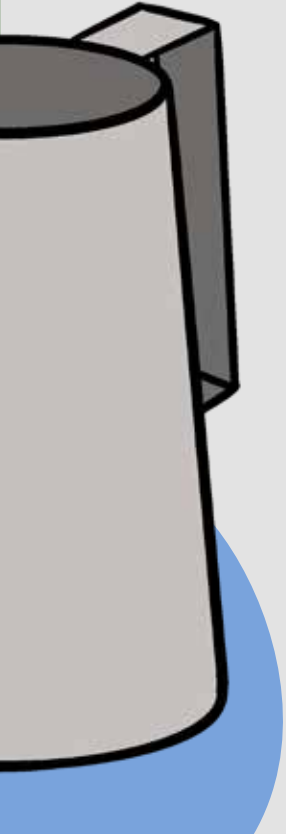
6.2 Riego y manejo responsable del agua

El agua es un elemento vital para el crecimiento de las plantas. Un riego adecuado, adaptado a las necesidades de cada cultivo y a las condiciones climáticas, es fundamental para mantener la humedad del suelo y garantizar la salud de los cultivos.

Consejos para un riego eficiente:

- ☀️ Regar temprano por la mañana o al atardecer: evitar regar en las horas de mayor calor para no generar la evaporación del agua antes de que las plantas la aprovechen.
- ☀️ Regar a profundidad: mojar el suelo hasta que se oscurezca y que se vea una capa superficial de agua, para que las raíces de las plantas tengan acceso a la humedad.
- ☀️ Evitar el riego excesivo: no se deben formar charcos en el suelo, los encharcamientos pueden causar enfermedades ocasionadas por hongos y pudrición de las raíces.
- ☀️ Observar las plantas: prestar atención a las señales de las plantas para determinar cuándo requieren agua. Las hojas marchitas o caídas, de color café y quebradizas, así como tallos caídos son indicadores de exceso de riego.



- 
- ✿ Adaptar el riego según la temporada: disminuir el riego en temporada de lluvias para subsanar pequeñas faltas de agua, y aumentarlo en época de sequía.

Además del riego eficiente, una buena preparación del suelo puede disminuir las posibles pérdidas y acumulamientos de agua. Con un buen *nivelado*, por ejemplo, se evitan pérdidas de agua fuera del cultivo.

Algunas prácticas que pueden mejorar la calidad del suelo para que éste retenga mejor el agua de riego:

- ✿ Aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo con la adición de composta.
- ✿ Mejorar la estructura del suelo con un sistema de raíces diverso, producto de la rotación de cultivos.
- ✿ Realizar acolchado, el cual consiste en cubrir la superficie del suelo con materiales orgánicos (paja, hojas secas o restos de poda) o sintéticos (láminas de plástico). Esta capa protectora ayuda a mantener la humedad, regular la temperatura del suelo, suprimir el crecimiento de malezas y, en el caso de usar materia orgánica, aportar nutrientes a medida que se descompone.

Un manejo responsable del agua en el huerto implica también disminuir las fuentes de contaminación de este recurso; evitando, por ejemplo, el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos.

6.3 Deshierbe

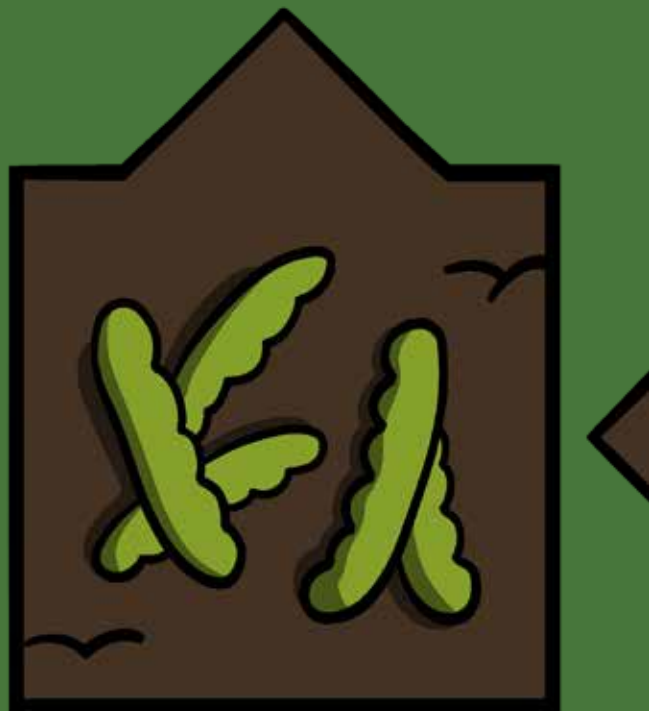
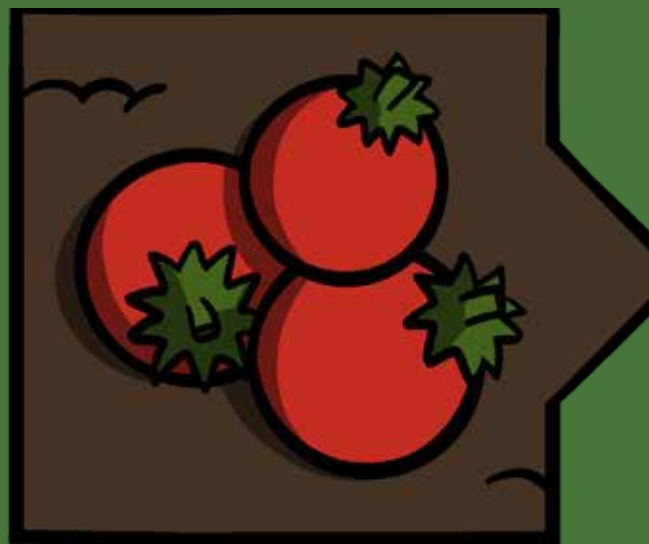
Las hierbas no deseadas compiten con los cultivos por agua, luz solar y nutrientes, por tanto, obstaculizan el desarrollo y minimizan la obtención

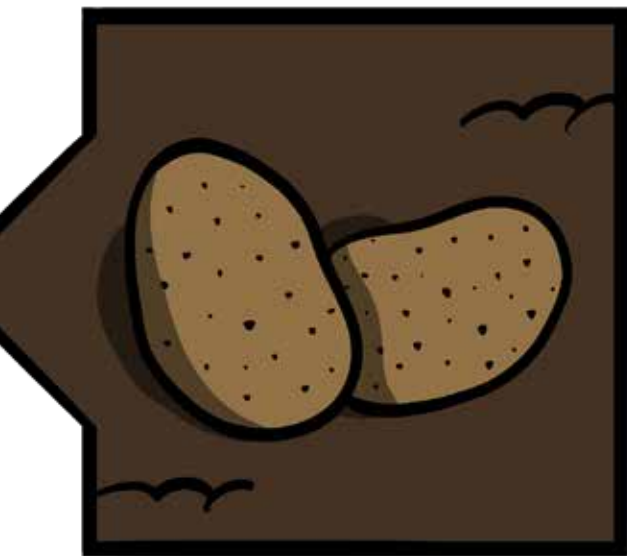
de productos del huerto. El deshierbe regular es una práctica importante para mantener el huerto limpio y saludable.

El deshierbe debe realizarse periódicamente para que impidan que las malas hierbas formen una red compleja de raíces con las plantas del huerto y que tenga como consecuencia el arranque de las hortalizas.

Métodos de deshierbe:

- ☘ Deshierbe manual: eliminar las malezas a mano, se puede apoyar de herramientas pequeñas, como una pala o un rastrillo de jardín. Recomendado cuando las malas hierbas están muy cerca de las plantas.
- ☘ Deshierbe con herramientas: utilizar herramientas manuales o mecánicas para eliminar las malezas de manera más eficiente, como un azadón o una escardadora de mano. Recomendado cuando las malas hierbas están lejos de las plantas del cultivo.





6.4 Rotación de cultivos

La rotación de cultivos consiste en alternar los tipos de cultivos sembrados en un mismo suelo a lo largo del tiempo que sirve para mejorar la productividad y la salud del ecosistema.

- ✿ **Meta:** permite que las raíces de diferentes plantas absorban nutrientes de distintas profundidades del suelo, evitando el agotamiento de una misma zona.
- ✿ **Beneficios:** mantiene la biodiversidad, mejora la productividad, evita el desgaste del suelo, interrumpe el ciclo de plagas y enfermedades y optimiza el uso de nutrientes.
- ✿ **Recuperación:** algunas especies, como las leguminosas, enriquecen el suelo con nutrientes esenciales, como el nitrógeno, compensando la extracción de minerales causada por el cultivo anterior.
- ✿ **Ciclos:** una estrategia común es dividir el terreno en cuatro secciones, sembrar una hortaliza diferente en cada una y rotarlas anualmente en sentido de las manecillas del reloj. Después de cuatro o cinco años, se vuelve a cultivar la primera especie en su ubicación original.

Realizar una adecuada rotación de cultivos requiere de partir de la clasificación de las hortalizas de acuerdo con la planta que consumimos, como se muestra en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Clasificación de hortalizas según su parte comestible

 Vegetales de fruto	Vegetales de hoja	Vegetales de raíz 
Tomate, pimiento, chiles, melón, pepino.	Lechuga, col, amaranto, espinaca, quelites.	Papa, ajo, cebolla, zanahoria, jengibre.

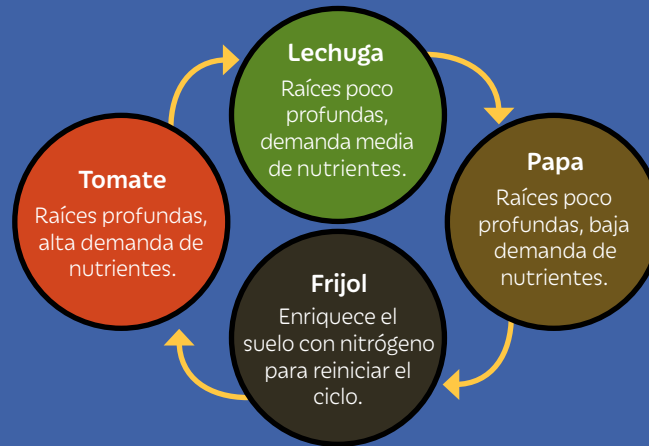
Fuente: elaboración propia.

El orden sugerido para llevar a cabo la rotación de cultivos es sembrar primero vegetales de fruto, después de hoja y finalmente de raíz, para reiniciar el ciclo con un vegetal de fruto. De esta forma se inicia con un cultivo de alta demanda de nutrientes y se finaliza con uno de baja.

Otros consejos para la rotación de cultivos son:

- ➕ Además de rotar de inmediato con hortalizas de distinto tipo de órgano comestible, se puede procurar que la siguiente planta pertenezca a una familia botánica diferente para evitar la propagación de enfermedades. Por ejemplo, sembrar tomate (solanáceas) y luego espinaca (quenopodiácea).
- ➕ Esperar el tiempo suficiente para sembrar la misma planta en el mismo sitio. Esto depende de la especie, por ejemplo, se recomienda volver a sembrar melón después de 3 o 4 años (ciclos).
- ➕ Incluir leguminosas para incorporar el nitrógeno atmosférico al suelo. Éstas se pueden sembrar previo a un cultivo demandante en nutrientes como los vegetales de fruto.

Considerando esto, un ejemplo de ciclo de rotación de cultivos:



6.5 Control de plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades son amenazas constantes para la funcionalidad y cosecha de productos del huerto. Es importante estar atentos a los signos de problemas y aplicar medidas de control adecuadas para proteger a todas las plantas.

Métodos básicos de control de plagas y enfermedades:

- ⊕ **Prevención:** implementar medidas preventivas como la rotación de cultivos y la limpieza del huerto de hierbas no deseadas.
- ⊕ **Control biológico:** utilizar la asociación y diversidad de cultivos (**ver capítulo 4**) para atraer insectos depredadores o alejar aquellos que son dañinos, con el fin de controlar las plagas de manera sustentable.
- ⊕ **Control manual:** eliminar manualmente las plagas de las plantas, especialmente en las primeras etapas de la infestación.

- 🌱 **Uso de bioplaguicidas:** usar insumos líquidos o de pasta de origen orgánico, para eliminación de plagas, siguiendo las instrucciones de cada producto y tomando las medidas de seguridad necesarias.

6.6 Deficiencia de nutrientes

Cuando falta un macro o micronutriente en el suelo, las plantas presentan síntomas como los enlistados en la Tabla 6.2.



Tabla 6.2 Síntomas y remedios para deficiencias nutricionales comunes en plantas

Problema	Síntoma	Remedio
Falta de nitrógeno	Plantas enanas con tallos débiles y algunas hojas pequeñas y descoloridas.	Adicionar materia orgánica como abono animal o composta.
Falta de potasio	Coloración amarillenta en el borde de las hojas y frutos malformados.	Añadir cenizas de madera o biofertilizantes a base de algas.
Falta de fósforo	Depende de la planta, por ejemplo, en el tomate las hojas se tornan de color rojizo o púrpura.	Agregar cenizas/harina de hueso o roca fosfatada.
Falta de hierro	Plantas enanas con hojas de color amarillento y venas de tono verde intenso.	Evitar el riego excesivo pues complica su absorción.

Fuente: elaboración propia.

Una estrategia de prevención para evitar la deficiencia de nutrientes en el huerto debe incluir:

- ✿ Observar constantemente el huerto en busca de síntomas.
- ✿ Si es posible, analizar químicamente el suelo y el agua para saber las cantidades de nutrientes en el cultivo.
- ✿ Seguir las instrucciones correctamente de los productos que



uses como remedio. Excederse en cantidades también puede perjudicar a las hortalizas.

6.7. Bioinsumos

Los *bioinsumos* son productos elaborados con materia vegetal y microorganismos, se usan para dar nutrientes al suelo y a las plantas, mejorando la calidad de la tierra de siembra y de los productos cosechados. También algunos de éstos son útiles para el manejo de plagas.

Manejo integral de plagas:

- ✿ Infusión de cebolla (para pulgones, hormigas y mosca blanca): cortar en trozos dos cebollas medianas y machacarlas. Colocarlos en 3 litros de agua y tapar el recipiente a la mitad. Dejar fer-

mentar por 10 días en un lugar fresco y oscuro. Colar la cebolla. Verter un litro de agua adicional a la infusión. Colocarla en un aspersor. Rociar en planta y sustrato durante la noche hasta notar una mejoría importante.

- ☘ Aceite de neem (para cochinillas, arañas rojas y saltamontes): es extraído de la planta de neem. Se vende el concentrado y se tiene que diluir en agua en proporción de 3 ml por cada litro de agua, junto con 10 g de jabón de barra sin aroma. Rociar en hojas y tallos durante la noche hasta notar una mejoría importante.
- ☘ Infusión de ajo (para arañas blancas, pulgones y roya del frijol): desgranar una cabeza de ajo, pelar los dientes y machacarlos; colocarlos en un litro de agua y dejar macerar durante 24 horas. Hervir esta mezcla por 5 minutos. Colar el ajo. Colocar la infusión en un aspersor. Rociar en la planta durante la noche hasta notar una mejoría importante.

Biofertilizantes

Los biofertilizantes son fertilizantes orgánicos elaborados a partir de microorganismos benéficos, como bacterias, hongos o algas, o de materia orgánica natural. Se diferencian de los fertilizantes sintéticos porque no contienen compuestos químicos de síntesis industrial. Se pueden aplicar directamente a las semillas, al suelo de cultivo o a las plantas (hojas, tallos y frutos), dependiendo del tipo de cosecha y de las necesidades de la siembra.

Los beneficios más relevantes para el huerto son:

- ⌘ Reducción del uso de fertilizantes industriales, y por lo tanto, de la contaminación del suelo, agua y aire.
- ⌘ Aprovechamiento de los residuos orgánicos para la elaboración de composta.
- ⌘ Mejoramiento de la calidad del suelo y aumento de su vida útil.
- ⌘ Aportación de nutrientes a las plantas para un óptimo crecimiento y rendimiento de los frutos.
- ⌘ Disminución del gasto económico, ya que son más baratos que los fertilizantes químicos.

El proceso para elaborar un biofertilizante y bioestimulante, fortalecedor de los cultivos que robustece las raíces y el follaje de las plantas, consiste en:

1. Utilizar unos guantes de plástico o para jardinería, remojar 1 kg de plantas frescas de ortiga (o 200 g de plantas secas) en 10 litros de agua por 7 días, dentro de un bote con tapa y con orificios para permitir la entrada de aire.
2. Revolver una vez al día.
3. Filtrar al séptimo día el líquido resultante.
4. Almacenar el líquido en recipientes de plástico o vidrio bien tapados y en refrigeración.
5. Agregar a un rociador, 100 ml del preparado y completar con agua hasta un litro.
6. Rociar el preparado en el sustrato y follaje por la noche antes de la formación del fruto para evitar su contaminación.

Cuidado integral del suelo

Procedimiento para hacer un enriquecedor del suelo que da vitalidad a las plantas y previene plagas y enfermedades.

1. Remojar en 10 litros de agua por 30 días dentro de un bote con tapa, cerrado de manera hermética para no permitir la entrada de aire, los siguientes ingredientes:
 - ➔ 1 kg de trozos de plantas frescas del huerto (hierbas, flores, hojas).
 - ➔ 500 g de estiércol de vaca o borrego.
 - ➔ 100 g de ceniza de madera.
 - ➔ 100 g de polvo de roca.
 - ➔ 500 g de cascarón de huevo molido.
 - ➔ 500 ml de leche entera.
 - ➔ 100 g de piloncillo hervido y disuelto en 300 ml de agua.
2. Revolver una vez al día.
3. Filtrar el líquido resultante.
4. Almacenar en recipientes de vidrio bien tapados y en refrigeración.
5. Rociar en el sustrato por la noche al notar señales en las plantas de la falta de nutrientes en el suelo.

Bibliografía

- Álvarez-Sánchez, M.E., Maldonado-Torres, R., Nájera-Rosas, C., & Cristóbal-Acevedo, D. (2020). *Manejo agroecológico para la restauración de la calidad del suelo*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, **11**(4), 741–752. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2462>
- Escobar Ramírez, E. (2022). *Necesidades nutricionales del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) en sus diferentes etapas fenológicas*. UAM. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/26686>
- FAO. (2014). *Una huerta para todos. Manual de auto-instrucción*. (5ta ed.). <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a7b544d0-a107-4616-a05e-f88a2de6a7ce/content>
- Fontalvo Buelvas, J. C., & de la Cruz Elizondo, Y. (2020). *Manual de iniciación al huerto casero: Una guía para producir alimentos saludables*. Gobierno del Estado de Veracruz. https://www.uv.mx/hab/files/2021/02/Manual-de-huerto-en-casa_HAB_DIF_2020.pdf
- IPES-FAO. (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1cd81c5b-9ee3-436c-ba6f-4dc460ab01d8/content>
- Procuraduría Federal del Consumidor. (05 de julio, 2021). *Asociación y rotación de cultivos*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/asociacion-y-rotacion-de-cultivos?idiom=es>
- Procuraduría Federal del Consumidor. (12 de agosto, 2021). *Biofertilizantes*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profeco/articulos/biofertilizantes?idiom=es>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (22 de septiembre, 2022). *Biofertilizantes: rendimiento y nutrimentos para las plantas y suelos*. Go-

- bierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/bio-fertilizantes-rendimiento-y-nutrimientos-para-las-plantas-y-suelos>
- Tencio, R. (2017). *Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F08-10924.pdf>
- Zamora, E. (2016). Algunas deficiencias nutricionales en cultivos protegidos. *Universidad de Sonora*, 1-9. <https://dagus.unison.mx/Zamora/2.%20ALGUNAS%20DEFICIENCIAS%20NUTRICIONALES%20EN%20CULTIVOS%20PROTEGIDOS.pdf>

Capítulo 7. Monitoreo de la calidad del agua

7.1 Introducción

El agua es uno de los recursos indispensables para mantener y cuidar un huerto. Dicho recurso debe cumplir con un conjunto de características físicas, químicas y biológicas que permitan tener la calidad adecuada para la agricultura o para cualquier otro uso, como el consumo humano, entre otros.

La calidad del agua impacta en la salud, el medio ambiente y en los cultivos. Si hay contaminantes en el agua se pueden producir enfermedades en seres vivos, se afecta la biodiversidad de los ecosistemas y perjudica el desarrollo de las plantas cultivadas. Por ello es necesario realizar el monitoreo de la calidad del agua en el huerto escolar. Algunos ejemplos de contaminantes comunes del agua son: metales pesados, microorganismos patógenos y sustancias tóxicas.



7.2 Características del agua

El agua presenta distintos componentes físicos, químicos y biológicos que influyen en su calidad. Estos factores están determinados por las condiciones climáticas, geológicas y químicas de los cuerpos de agua naturales (ríos, mares, lagos, aguas subterráneas, entre otros) y de los sistemas de drenaje. En la Tabla 7.1 se detallan estos componentes del agua y su importancia.

Tabla 7.1 Componentes del agua

Físicos	Químicos	Biológicos
Se puede encontrar en tres estados: sólido, líquido y gaseoso.	Se compone por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno, los cuales, a su vez, forman una molécula de agua. Además, tiene una buena capacidad para disolver sustancias.	Se refiere a la flora y fauna que crece en el agua. En ríos, mares, lagos y aguas superficiales viven fitoplancton y macrófitos principalmente.

Fuente. Elaboración propia.

7.3 Calidad del agua

Para determinar si el agua posee la calidad óptima, lo primero es conocer el uso que se le dará. Los estándares de calidad varían según su propósito: el agua destinada al consumo humano requiere condiciones más estrictas que aquella utilizada en la industria. Para los cultivos de un huerto, la calidad del agua se evalúa con base en parámetros específicos que garantizan su uso óptimo para la agricultura.

Sin embargo, la calidad del agua no puede determinarse únicamente a simple vista. Para ello, se requiere el monitoreo o estudio de la calidad del agua a través de la medición de ciertos parámetros que permiten identificar si el agua es adecuada para su uso en el huerto escolar.

Existen muchos parámetros para evaluar la calidad del agua. Sin embargo, en un huerto escolar, debido al bajo costo de los materiales que se utilizan y la facilidad de los procedimientos para la medición, se recomienda medir la calidad del agua a partir de los siguientes parámetros:

- ➔ El potencial de hidrógeno (pH).
- ➔ El total de sólidos disueltos (TDS por sus siglas en inglés).
- ➔ La conductividad eléctrica (EC por sus siglas en inglés).
- ➔ La cantidad de nitratos.
- ➔ La cantidad de fosfatos.

A continuación, se describe cada uno de los parámetros y en el apartado de anexos de este libro se podrá aprender cómo medirlos a partir de prácticas de laboratorio.

7.4 Potencial de hidrógeno (pH)

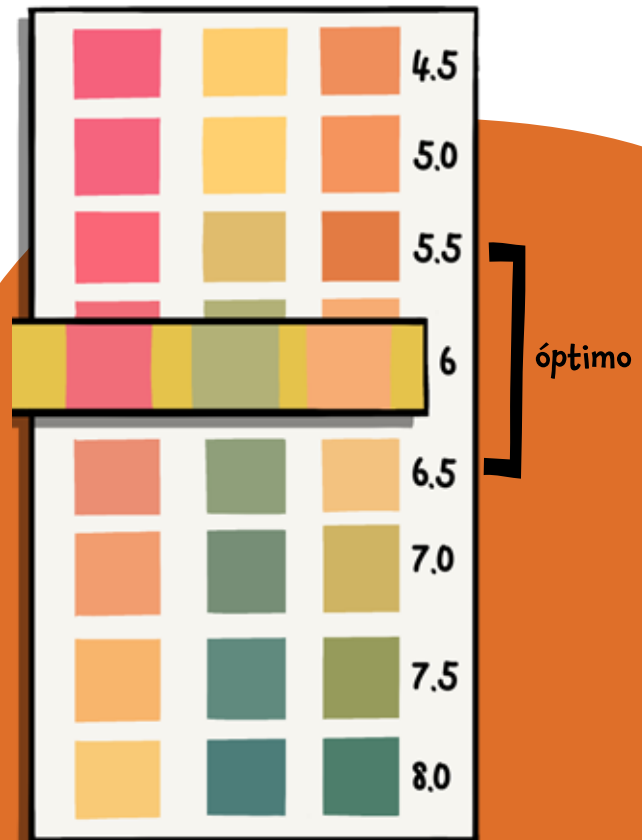
El pH es una medida que indica el grado de *acidez* o *alcalinidad* de una sustancia, incluyendo el agua. Su escala varía de 0 a 14, por debajo del valor 7 se encuentran los ácidos, por ejemplo, el agua destilada o el jugo de limón. En medio del rango o con pH neutro, cercano al número 7 está el agua pura, es decir, aquella que no es ácida ni alcalina y que es producto de procesos de purificación. A partir del valor 8 se ubican las bases o los alcalinos, entre los que se pueden mencionar el agua de mar o el blanqueador.

En la agricultura, incluido un huerto escolar, el pH del agua influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Un pH inadecuado puede afectar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la actividad microbiana y el procesamiento de la materia orgánica. Por ejemplo, si el agua tiene un pH demasiado bajo o alto, la absorción de nutrientes esenciales por parte de las plantas se verá limitada.

Para la mayoría de los cultivos, se recomienda que el agua tenga un pH entre 5.5 y 6.5, ya que la mayoría de las hortalizas crecen y se desarrollan de manera óptima dentro de ese rango.

Aunque existen algunas otras plantas que pueden soportar niveles más bajos de pH, como las papas, que soportan hasta el pH 5 o más altos, o como las habas que pueden tolerar hasta un pH 8.5.

Las técnicas para medir el pH en el huerto se describen de forma detallada en el apartado de anexos de este libro.



7.5 Total de sólidos disueltos (TDS) y conductividad eléctrica (EC)

El total de sólidos disueltos y a la conductividad eléctrica (TDS y EC, respectivamente, y por sus siglas en inglés), son propiedades fuertemente relacionadas porque dependen entre sí y ambas se toman en consideración para medir la calidad del agua, ya que tienen impacto en los cultivos, indicando la salinidad y, con ello, la capacidad del suelo para absorber agua.

La evaluación de TDS dará a conocer la concentración de las sustancias disueltas en el agua: sales minerales, metales, iones y otros compuestos. Para medir este parámetro se utilizan las unidades de partes por millón (ppm) o miligramos por litros (mg/l).

Por otra parte, la medición de EC en el agua mide la capacidad de este recurso para transportar la corriente eléctrica a través de los iones disueltos (que forman parte de los sólidos disueltos) en el agua. Determinar la conductividad eléctrica del agua es importante porque existen niveles sugeridos dependiendo del uso que se le dará al recurso.

La conductividad varía según la fuente de donde provenga el agua: agua subterránea, aguas residuales, aguas de precipitación o agua del sistema de drenaje. La conductividad eléctrica se expresa en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$) o milisiemens por centímetro (mS/cm), de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades.

Las técnicas para la medición del TDS y la EC en el huerto se describen en el apartado de anexos de este libro.

7.6 Nitratos y fosfatos

Otro parámetro para medir la calidad del agua es la cantidad de nitrato, que se encuentra formado por nitrógeno (de ahí proviene su nombre) y oxígeno. Los nitratos se encuentran de manera natural en el suelo, el agua y las plantas, incluyendo las hortalizas; principalmente las que tienen hojas verdes como la espinaca y la lechuga. También se encuentra en los fertilizantes, estiércol y en las aguas residuales porque contienen materia fecal.

Los niveles elevados de nitratos pueden ser perjudiciales tanto para los seres humanos como para las plantas, ya que pueden volverse tóxicos. Dado que los nitratos no se evaporan del agua, son absorbidos por las plantas y otros organismos, lo que puede alterar el equilibrio ecológico.

Por otra parte, los *fosfatos* son compuestos químicos que al disolverse liberan fósforo, elemento químico del cual proviene su nombre, y oxígeno. Los fosfatos forman parte de los parámetros para medir la calidad de agua en los cultivos, debido a que cuando las plantas absorben la cantidad necesaria y suficiente de fosfatos promueve la producción de semillas y se acelera la maduración; también ayuda al metabolismo vegetal a absorber los macronutrientes y micronutrientes; contribuye a extender las raíces y las ramas, asimismo, mejora la calidad del fruto.

Las fuentes no naturales en donde se pueden encontrar fosfatos son los fertilizantes agroquímicos, los detergentes y la materia orgánica de las descargas de la industria, hogares y de granjas de animales. Si estos fosfatos se encuentran en exceso dañan la calidad del agua y del suelo.

Si hay menor cantidad de fosfato del necesario, las hojas se vuelven oscuras o moradas y se retrasa la maduración de cultivos; si hay mayor cantidad de fosfato del requerido las plantas se pueden volver tóxicas y absorben menor cantidad de nutrientes como hierro (Fe) y zinc (Zn).

Cuando los niveles de fosfatos y nitratos superan los límites recomendados, pueden provocar un fenómeno conocido como eutrofización, es decir, el crecimiento desmedido de algas en aguas superficiales como lagos y ríos, estas plantas acuáticas acaparan el oxígeno del agua de otras especies vegetales y animales, lo que provoca su disminución o desaparición. Aunque este proceso es natural, en la actualidad se acelera por causas antropogénicas como el uso excesivo de fertilizantes, la descarga de residuos industriales y domésticos sin tratamiento, y la quema de combustibles fósiles. El exceso de nitrógeno derivado de estas actividades se conoce como *cascada de nitrógeno*.

Los nitratos y fosfatos se miden en miligramos por litro (mg/l) en soluciones acuosas diluidas. Los niveles seguros de nitratos y fosfatos en el agua para cultivos se muestran en la siguiente tabla.

7.7 Estrategias para corregir parámetros del agua de riego

Corrección del pH del agua

Para un crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas, el agua utilizada en los huertos escolares debe tener un pH entre 5.5 y 6.5. En caso de que el pH del agua no se encuentre en este rango, se pueden emplear las estrategias enlistadas en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2 Estrategias para aumentar o disminuir el pH del agua

Para aumentar pH	Para disminuir pH
Agregar poco a poco Cal (óxido de calcio) o carbonato de calcio hasta adquirir el pH buscado. No olvidar agitar en cada adición. Todas estas sustancias son alcalinas.	Agregar poco a poco ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fosfórico o ácido cítrico (obtenido de frutos cítricos) hasta adquirir el pH buscado. En cada adición, esperar a que la reacción química termine antes de agitar suavemente. Todas estas sustancias son ácidas.

Fuente: elaboración propia.

Tanto los productos para aumentar el pH como para disminuirlo pueden afectar la disponibilidad de nutrientes y la composición del suelo, por ello deben ser utilizados con moderación y detener la adición al lograr el pH buscado.

Además, estas sustancias son corrosivas, por lo que deben manejarse con precaución, realizando las adiciones en un espacio abierto y evitando inhalar o probar las sustancias, también es importante usar guantes y lentes de seguridad. En ambos casos se recomienda realizar pruebas periódicas del pH del agua usada en el huerto y efectuarlas bajo la supervisión de una persona adulta.

Corrección de TDS/EC, nitratos y fosfatos

Para ajustar los niveles de sólidos disueltos totales (TDS), conductividad eléctrica (EC), nitratos y fosfatos en el agua solo algunas técnicas son viables para usarse en un huerto escolar considerando que son económicas, accesibles y fáciles de aplicar (Tabla 7.3).

Tabla 7.3 Técnicas para la corrección de los parámetros de calidad del agua de: TDS/EC, Nitratos y fosfatos

Técnicas	Parámetro que corrige
Filtración	TDS/EC Nitratos Fosfatos
Manejo de fertilizantes	Nitratos
Riego por goteo	TDS/EC
Rotación de cultivos	Nitratos

Fuente: elaboración propia.

Filtración

Es el proceso de pasar agua a través de un material poroso para reducir impurezas y contaminantes. Se puede hacer un filtro casero con un recipiente transparente (puede ser una botella de plástico de 50 ml), dentro de esta (la botella se encuentra al revés en forma de embudo) se colocan capas aproximadamente de 3 a 5 cm de los siguientes materiales y en el siguiente orden de abajo hacia arriba: algodón o poliéster, grava, arena, carbón activado, de estos dos últimos materiales se colocan 3 o 4 capas. Al finalizar, en la parte superior, se coloca una tela porosa o un filtro de café.



Manejo de fertilizantes

Los fertilizantes pueden emplearse para aumentar la cantidad de nitratos. En un huerto escolar se recomienda dar preferencia a los fertilizantes agroecológicos, como la composta (**ver capítulo 2**), pues tienen diversas ventajas: menor costo, fácil elaboración y disminución de compuestos químicos que pueden dañar al suelo o a las fuentes de agua y que, a largo plazo, pueden ser perjudiciales para la salud humana teniendo también un impacto ambiental positivo. Por el contrario, el uso excesivo de fertilizantes agroquímicos puede elevar los niveles de nitratos y fosfatos.

Riego por goteo

Es una técnica que implica la distribución controlada del agua a las raíces de una planta mediante pequeños tubos o mangueras con dispositivos que gotean periódicamente. Este proceso puede incluir un filtro para eliminar o disminuir la cantidad de sólidos disueltos en el agua. Se puede hacer un sistema casero con botellas de plástico llenas de agua, colocadas de manera



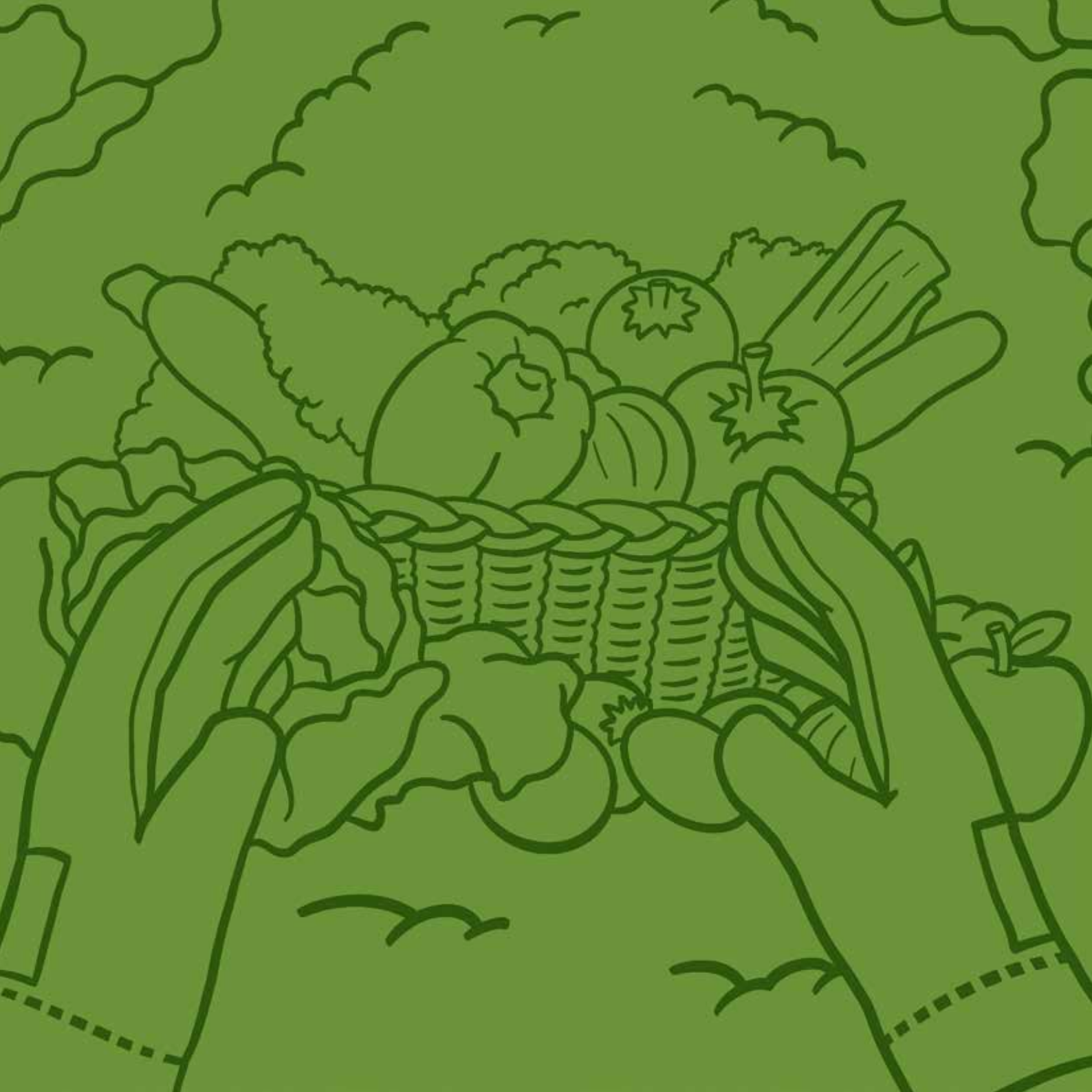
inversa, con un agujero en las tapas en donde se inserta una cuerda de algodón y que se coloca cerca de las raíces de las plantas.

Rotación de cultivos

Técnica de agricultura ancestral que consiste en alternar distintos cultivos en el mismo suelo a lo largo del tiempo para su regeneración. Las plantas cultivadas también ayudan a reponer nutrientes en el suelo, por ejemplo, las leguminosas proporcionan nitrógeno. Para el control de un exceso de nitratos se puede iniciar una rotación de cultivos con un vegetal de fruto (por su alto consumo nutrientes) como es el caso del maíz. Para saber más de esta técnica se puede consultar el **capítulo 6**.

Bibliografía

- Bolaños-Alfaro, J. D., Cordero-Castro, G., & Segura-Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>
- California State Water Resources Control Board. (s.f.). Folleto Informativo pH. State Water Resources Control Board. https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf
- Doménech, J. (2002). Control de la calidad del agua. *Offarm: farmacia y sociedad*, 21(10), 138-146.
- Greenpeace España. (2021). ¿Qué son los nitratos y cómo afectan al medio ambiente y la salud humana? https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2021/04/Nitratos_Qu%C3%A9Son.pdf
- Lawson, J. A., & Mistry, P. (13 de julio, 2017). ¿Cómo examinar la calidad del agua? Existen pruebas químicas que se pueden hacer cuando los presupuestos son limitados. Banco Mundial Blogs. <https://blogs.worldbank.org/es/voices/como-examinar-la-calidad-del-agua>
- Pacheco-Bardullas, U. y Villalobos-Cristerna, M. (2024). Taller de formación docente: Monitoreo y calidad del agua [Diapositiva PowerPoint].
- SINA. (s.f.). Sistema Nacional de Información del Agua. Gobierno de México. <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/>



Capítulo 8.

Cultivo sin suelo

8.1 Introducción

El cultivo sin suelo engloba a todas aquellas técnicas que implican el crecimiento de las hortalizas en un espacio en el que las raíces no entran en contacto directo con el suelo sino con un medio alternativo. Las dos técnicas más conocidas de este tipo de cultivo son la hidroponía y la acuaponía, y ambas se pueden incorporar en un huerto escolar ya que permiten el aprovechamiento eficiente del espacio, uso sostenible del agua y la reducción de plagas del suelo. En este capítulo describiremos en qué consiste el cultivo sin suelo.



8.2 Hidroponía y acuaponía

La *hidroponía* es un método de cultivo de plantas que utiliza medios acuosos en vez de suelo. Las raíces reciben los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta de soluciones minerales disueltas en agua.

En general, los nutrientes pueden clasificarse en dos tipos: los macronutrientes son aquellos requeridos en grandes cantidades por las plantas, además de ser aquellos que se encuentran ampliamente disponibles en el suelo, mientras que los micronutrientes son requeridos en cantidades menores y tienen una baja disponibilidad en el suelo, pero son igualmente fundamentales.

Las soluciones minerales para hidroponía, también conocidas como nutritivas, se fabrican en laboratorios especializados, aportando:

1. Macronutrientes: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg).
2. Micronutrientes: hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), boro (B), cobre (Cu), zinc (Z) y cloro (Cl).

Aunque los micronutrientes se requieren en menor proporción, desempeñan funciones clave en el fortalecimiento de raíces, la densidad de los brotes, la resistencia a enfermedades y plagas, y la tolerancia a condiciones climáticas adversas.

Existen distintos tipos de cultivos hidropónicos, diferenciados entre ellos por la característica de si la solución nutritiva se encuentra en movimiento (sistema de flujo constante) o no (sistema de solución estática). La técnica más utilizada es la de "película de nutrientes" (NFT,

por sus siglas en inglés), en la que las raíces de las hortalizas se exponen al flujo constante de la solución nutritiva en el agua, para ello la siembra se realiza en tubos de PVC. En el apartado de anexos de este libro se describe cómo hacer un sistema simple de hidroponía de este tipo.

Por otra parte, la *acuaponía* también es una técnica de cultivo sin suelo, pero esta se deriva de la hidroponía. En este sistema se combina la crianza en acuario de peces de interés para venta, como tilapia o trucha, con el cultivo de hortalizas. Mediante un arreglo de tuberías, una hidroponía es conectada al acuario, los nutrientes para las plantas son aportados por la fertilización orgánica con las heces de los peces, las cuales son previamente degradadas por microorganismos. Las raíces de las plantas filtran el agua antes de regresar al acuario, como un filtro natural purificador. Las condiciones del acuario también deben cuidar el bienestar de los peces.

Para que un sistema acuapónico funcione correctamente, es fundamental mantener un equilibrio entre la cantidad de peces y plantas. Demasiadas plantas y pocos peces, los nutrientes serán insuficientes.





Demasiados peces y pocas plantas, el agua podría contaminarse. Debido a la complejidad de su instalación y mantenimiento, se recomienda consultar a especialistas antes de implementar un sistema acuapónico. No se cubrirá su desarrollo en este libro, por la complejidad de la instalación.

Finalmente, para instalar cualquiera de los dos tipos de cultivo sin suelo se debe de considerar que será necesario monitorear constantemente la calidad del agua (ver capítulo 7).

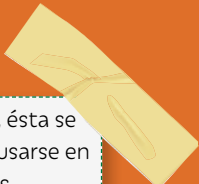
8.3 Cultivo en suelo vs. hidroponía

En la Tabla 8.1, se enlistan las características principales de comparación entre un cultivo en suelo/tierra o en medios acuosos, considerando la siembra de hortalizas y plantas aromáticas para un huerto escolar o de autoconsumo.

Tabla 8.1 Comparación entre el cultivo de hortalizas en suelo y en hidroponía

Característica	En suelo/tierra	En hidroponía
Espacio necesario	Amplia extensión de terreno. El suelo se prepara previo a la siembra y después de la cosecha.	El sistema hidropónico puede ocupar un espacio menor, y se puede acomodar en formato vertical y estar recargado en una pared, o bien en un formato horizontal.
Ambiente	Depende del clima y la calidad del suelo.	Podría ser afectado por el clima y requerir la construcción de un invernadero.
Producción	Las hortalizas crecen lentamente en el suelo pues compiten entre ellas para crecer.	El crecimiento de las hortalizas es rápido pues las plantas solo se enfocan en su crecimiento. Por ello las hortalizas son de mayor tamaño.





Consumo de agua	Alta cantidad de agua debe ser absorbida por la tierra para humedecer las raíces de las plantas. Además, puede perderse por evaporación.	Baja cantidad de agua, ésta se puede recircular o bien usarse en otras actividades.
Consumo de electricidad	Requiere un bajo consumo de electricidad, enfocado principalmente en iluminación.	Alto consumo eléctrico por el uso de bombas de agua y de oxigenación, o por mantener un invernadero.
Control de variables (temperatura, humedad, entre otras)	Se cuenta con poco control de las variables debido a factores externos.	Mayor control de las variables, pero requiere mayor tiempo invertido.
Regulación de nutrientes	Se debe analizar el suelo para agregar los nutrientes faltantes, para ello se puede hacer uso de composta o bioinsumos.	Los nutrientes se agregan en pequeñas cantidades, mediante una solución universal nutritiva que se disuelve en el agua. Se debe revisar la cantidad de nutrientes cada tres días.
Control de plagas y enfermedades	Las plantas pueden adquirir enfermedades del suelo o plagas. Se utilizan pesticidas, plaguicidas y fungicidas para combatirlas, y pueden ser de origen orgánico. Una vez con plaga o enfermedad, el contagio es rápido y difícil de controlar.	La probabilidad de plagas y enfermedades se reduce al estar en un entorno controlado. Una vez con plaga o enfermedad, se retiran las plantas con daño y se controla rápidamente el contagio.
Costo económico	Baja inversión inicial y costo de mantenimiento. El control de plagas es costoso.	Requiere una inversión inicial considerable. El mayor costo lo representa la solución con nutrientes, pero a mediano plazo se compensa.



Fuente: elaboración propia.

8.4 Siembra en cultivo sin suelo

En el cultivo hidropónico, debido a su rápido crecimiento y bajo peso, las mejores opciones de plantas para un huerto escolar son: hortalizas de hoja (lechugas, acelgas, espinacas, berros), hierbas aromáticas, (hierbabuena, menta, cilantro, perejil) y hortalizas de frutos de bajo peso (fresa, frambuesa y arándano).

La siembra en un sistema hidropónico debe realizarse por trasplante, lo que significa que las plántulas crecen en semillero y no directamente en el suelo de siembra (**ver capítulo 4**).

Posteriormente, la plántula germinada en el semillero debe ser trasplantada al sistema hidropónico, pero antes debe cumplir al menos una de estas tres condiciones:

- ➔ Alcanzar 10 cm de altura mínima.
- ➔ Desarrollar al menos 6 hojas en el tallo.
- ➔ Haber transcurrido 6 semanas desde la siembra.

El proceso de trasplante dependerá del tipo de sistema hidropónico. En el apartado de Anexos de este libro se describe cómo realizarlo para un sistema simple de película de nutrientes.



Bibliografía

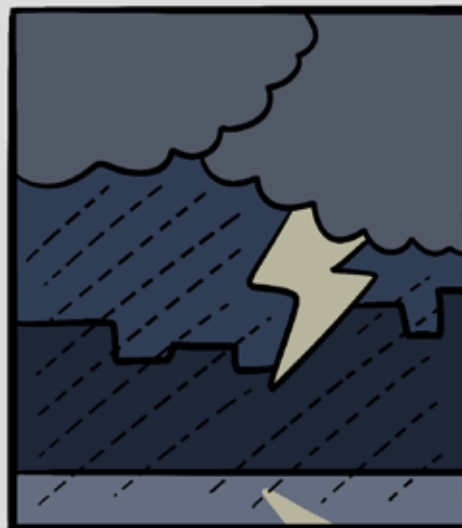
- Brahlek, A. (January 16, 2023). *Advantages & Disadvantages of Hydroponics*. Trees.com. <https://www.trees.com/gardening-and-landscaping/advantages-disadvantages-of-hydroponics>
- Kumar, P., Singh, J. (2024). Hydroponic: An Eco-friendly Future. In: Kumar, N. (eds.). *Hydroponics and Environmental Bioremediation: Wastewater Treatment*. Springer Water. https://doi.org/10.1007/978-3-031-53258-0_9
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. (4ª ed.). International Potash Institute. <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/64-principios-de-nutricion-vegetal.pdf>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (07 de abril, 2015). *Hidroponía, una alternativa de cultivo*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/hidroponia-una-alternativa-de-cultivo>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (29 de noviembre, 2019). *Hidroponia, opción de desarrollo sustentable*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/hidroponia-opcion-de-desarrollo-sustentable>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Manuales prácticos para la solución de bioinsumos 6. Solución Steiner*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737326/7_Solucio_n_Steiner.pdf
- Schafer, E. D. (2024). *Hydroponics*. Salem Press Encyclopedia of Science.
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2022). *Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala-cultivo integral de peces y plantas*. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 589. <https://doi.org/10.4060/i4021es>
- UNDCP. (1999). Los suelos necesitan nutrirse: plantas, microorganismos, agua, aire y abonos. *Educación Ambiental para el Trópico de Cochabamba*. <https://www.fao.org/4/ah645s/AH645S05.htm>
- Zárate Aquino, M. A. (2014). *Manual de Hidroponia*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232367/Manual_de_hidroponia.pdf



LAS NOTICIAS

Año 1, número 1. México, 2026.

LLUVIAS INTENSAS CAEN SOBRE LA CIUDAD, OCASIONANDO INUNDACIONES Y OTROS PROBLEMAS



Las intensas lluvias que han caído sobre la ciudad en las últimas horas han provocado serias inundaciones en diversas zonas, afectando tanto a residentes como a negocios locales. Las autoridades informan que el sistema de drenaje ha colapsado en varios puntos, lo que ha ocasionado desbordamientos de ríos y arroyos, así como cortes en el suministro eléctrico. Los servicios de emergencia han sido desplegados para asistir a las personas atrapadas en áreas inundadas, mientras que se han emitido alertas de evacuación para las zonas más afectadas. La situación ha generado caos en las principales vías de acceso, con numerosos vehículos varados y retrasos significativos en el transporte público.

Capítulo 9.

Huertos y sostenibilidad

9.1 Introducción

Vivimos una crisis climática, la presencia de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera ha tenido como consecuencia el aumento de la temperatura del planeta y con ello fenómenos meteorológicos más extremos. La cantidad de GEI ha ido en aumento debido al desarrollo de nuestra civilización; actividades como la producción de electricidad, la ganadería o el transporte de pasajeros liberan millones de toneladas de estos gases. Una respuesta para combatir esta crisis ha sido el desarrollo sostenible, que es una forma de ofrecer soluciones integrales, y en la que los huertos escolares pueden contribuir generando conciencia y educando en mejores prácticas.

9.2 Desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible surge del Reporte Brundtland que fue publicado en el año de 1987 por las Naciones Unidas y que critica el desarrollo de la humanidad y los impactos medioambientales que ha tenido.

Este reporte define el desarrollo sostenible como aquel que permite cubrir las necesidades de la población presente sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras para cubrir sus propias necesidades.

Para lograr el desarrollo sostenible, se propone basar las soluciones en tres ejes fundamentales:

- 🌿 Eje ambiental: considera los efectos de la solución sobre los ecosistemas contemplando aspectos como: la cantidad de emisiones contaminantes (huella de carbono, huella hídrica, entre otras.), las alteraciones en la diversidad biológica, la extracción de recursos minerales, etcétera.
- 🌿 Eje económico: considera los efectos de la solución propuesta sobre la economía, contemplando aspectos como: la remuneración, la inversión de dinero, la innovación tecnológica, entre otros.



OMÍA



- ✿ Eje social: considera los impactos positivos y negativos de la solución sobre la comunidad, contemplando aspectos como la promoción del bienestar humano, la equidad, la salud, así como el respeto a las normas y leyes.

En este sentido en 2015, el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo estableció 17 objetivos para el desarrollo sostenible (ODS) con la intención de poner fin a la pobreza, proteger al planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad, con un periodo de acción hasta el año 2030, conocida como Agenda 2030.

En la lista de ODS se puede resaltar aquellos en los que los huertos escolares tienen incidencia, por ejemplo:

- ✿ Educación de calidad: el alumnado recibe conocimientos para promover un estilo de vida sostenible.
- ✿ Ciudades y comunidades sostenibles: el huerto escolar es un espacio que permite la urbanización sostenible.
- ✿ Alianzas para lograr objetivos: se pueden formar y fortalecer las relaciones entre la escuela y otras instituciones, como en el lazo establecido entre la UAM y las Instituciones de Educación Media Superior (IEMS).

9.3 Sustentable vs sostenible

Las palabras sustentable y sostenible suelen usarse de forma indistinta. Sin embargo, existe una distinción entre ambas:

Un proyecto sustentable es aquel cuya aplicación traerá un impacto positivo a los ejes ambiental y económico. Por ejemplo, un huerto escolar puede cumplir esta condición, pues puede suministrar alimentos al alumnado a un bajo costo y con un bajo impacto ambiental.

Un proyecto sostenible es aquel que además de cubrir impactos positivos en los ejes ambiental y económico, también lo hace en el eje social. Un huerto escolar adecuadamente implementado puede cumplir esto al favorecer la cohesión social (**ver capítulo 1**).

Para ser sustentable y sostenible, el huerto escolar además debe ser capaz de mantenerse funcionando, para lograrlo es necesario contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

- ❖ Riegos: el suministro de agua no debe faltar, incluso durante el periodo vacacional y de estiaje, para ello se puede colocar un sistema de riego automático o un sistema de colecta y almacenamiento de agua pluvial que podría permitir subsanar una parte del riego durante los periodos de sequía.
- ❖ Un suelo enriquecido: para lograrlo, se puede implementar un sistema de composta o lombricomposta (**ver capítulo 3**) que permita procesar los residuos orgánicos para abonar el suelo.
- ❖ Un banco de semillas: se debe mantener una parte de las hortalizas sin cultivar hasta que produzcan semillas que se podrán almacenar y usar en la próxima cosecha, para ello elegimos las plantas que pro-

ducen los mejores frutos o que gozan de una excelente salud. Las semillas se deben poner a secar para después almacenarse en frascos de vidrio que puedan cerrarse herméticamente. Siempre se debe cuidar que las semillas no conserven humedad o entren en contacto con ella. No es recomendable recolectar las semillas de todos los cultivos. En particular, es preferible que el banco de semillas contenga especies de polinización abierta, en las cuales el ser humano no ha intervenido durante la reproducción. Un ejemplo: los tomates, frijoles y chiles, entre otras hortalizas. En contraste, las especies híbridas, en las que se ha realizado una polinización controlada por los seres humanos, producirán semillas que no conservarán las características de la planta de origen. Por ello, no se recomienda guardarlas y es preferible adquirir nuevas semillas. Algunos híbridos comunes son el brócoli, las fresas y algunas variedades de espinaca. Es importante investigar si la variedad del cultivo que se ha sembrado corresponde a una polinización abierta o si se trata de un híbrido.

Además de cubrir las condiciones enlistadas, el huerto escolar debe conocer sus impactos sobre los ejes ambiental, económico y social.

9.4 Cómo plantear una acción sostenible

Para generar una estrategia de sostenibilidad en el huerto escolar se pueden usar distintos métodos, uno de ellos es el conocido como *balance triple*, el cual permite valorar si se tiene un impacto positivo en los ejes: ambiental, económico y social. Para llevarlo a cabo tenemos que plantear objetivos que se quieran conseguir con la estrategia, y para ello se debe considerar:

- ✿ Definir una acción que queramos aplicar en el huerto escolar, y que pensamos podría ayudar a su sostenibilidad.
- ✿ Identificar el eje/los ejes en los que la acción impacta. Si bien, lo ideal es tener un efecto positivo triple, al iniciar es más sencillo elegir uno o dos ejes. Por ejemplo, un banco de semillas impacta en los ejes ambiental y económico directamente, pues se fomenta la diversidad genética y al mismo tiempo se evita un gasto económico en la compra de éstas.
- ✿ Definir la escala de la acción, es decir, establecer sobre quién o quiénes impacta la acción y también en cuanto tiempo ocurrirá este impacto.
- ✿ Establecer cómo voy a medir el impacto generado en los ejes. Para ello, se necesitan cifras como consumo de agua, número de estudiantes participantes, entre otros.

Una vez que se han establecido los objetivos que buscamos en el huerto escolar, se sugiere continuar con los siguientes pasos:

- ✿ Identificar a los grupos interesados: alumnado, profesorado, personal de mantenimiento, padres y madres de familia, entre otros.
- ✿ Recolectar la información necesaria para llevar a cabo la acción y sobre su impacto: proveedores, precios, consumos de agua y composta, entre otros.
- ✿ Reflexionar si el efecto es positivo o negativo sobre cada uno de los ejes seleccionados.
- ✿ Crear una estrategia de aplicación de la acción.

Es importante que se elija la información que se recabará para evaluar si la acción realmente es de beneficio para la sostenibilidad del huerto.

Esta puede incluir datos numéricos, pero también, testimonios y opiniones de la comunidad escolar. Contar con esta información puede ser de gran utilidad para evaluar el huerto, para conservarlo en la bitácora y, de ser posible, puede ser de apoyo para participar en convocatorias externas de financiamiento o de congresos educativos.

En la Tabla 9.1 se colocan algunas preguntas de ejemplo para realizar la evaluación de una acción sostenible en el huerto utilizando un instrumento conocido como escala de Likert:

Tabla 9.1 Ejemplo de escala de Likert para la evaluación de una acción sostenible en el huerto escolar

Eje	Pregunta	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo
Ambiental	La huella hídrica de la acción es la más baja con respecto a otras opciones.			
	La acción beneficia a la biodiversidad local.			
Económico	El balance costo-beneficio de la acción es positivo.			
	Se cuenta con la inversión inicial necesaria para realizar la acción.			
Social	La acción fomenta el trabajo en equipo del alumnado.			
	La acción trae consigo bienestar para la comunidad escolar.			

Fuente: elaboración propia.

La elección de las preguntas se puede realizar en conjunto con la comunidad dentro de la planeación de las actividades del huerto. Además, al responderse la escala debe realizarse con la mayor honestidad posible para conocer el verdadero impacto sobre los ejes. Incluso, se puede aplicar la herramienta evaluativa a distintos miembros de la comunidad escolar.

9.5 Economía circular

Dos acciones que pueden contribuir a la sostenibilidad de los huertos escolares son: el aplicar técnicas de economía circular y de economía solidaria.

Vivimos una economía lineal en la que los productos que compramos o adquirimos tienen una historia bien definida:

- ⊕ Los materiales que usamos para fabricarlos son extraídos de la naturaleza.
- ⊕ Usamos procesos de fabricación para que esos materiales se vuelvan un producto.
- ⊕ Los productos son utilizados por nosotros durante un tiempo determinado.
- ⊕ La vida útil de los productos termina generando residuos, y disponemos de ellos en basureros o incinerándolos.

En una economía lineal, los residuos que producimos ya no son aprovechados de ninguna forma y son liberados a los ecosistemas con impactos negativos en ellos. Por otro lado, una *economía circular* es un sistema que busca entre sus principios que los residuos sean aprovechados de distintas formas, generando un círculo virtuoso en el que,



por ejemplo, se reciclan materiales para fabricar productos, se reutilizan los productos de maneras ingeniosas y se reduce la extracción de recursos naturales.

Un ejemplo de economía circular en el huerto es la producción de composta utilizando los residuos orgánicos de la comida del alumnado y profesorado, pues estos son reciclados para mantener la salud del suelo del huerto. Además, existen otras acciones como reutilizar material de construcción (como madera) para la infraestructura del huerto, reducir la cantidad de desperdicio de comida durante la cosecha, entre otras que no solo permiten un manejo adecuado de los residuos, también fomentan la conciencia ambiental en el alumnado.

9.6 Economía solidaria

Por otra parte, la *economía solidaria* consiste en realizar prácticas económicas tomando como base el trabajo colaborativo de las personas y la propiedad colectiva de los bienes. Se producen, consumen y distribuyen bienes y servicios con el objetivo de satisfacer las necesidades de una comunidad, pero fortaleciendo las relaciones de solidaridad y confianza. Además, se puede desarrollar una ciudadanía más consciente y comprometida con su entorno socioambiental y fomentar modelos económicos más justos.

Una técnica de economía solidaria que se puede usar en los huertos escolares son los mercados de trueque. Éstos tienen la intención de extender la vida útil de los productos que ya no utilizamos, que-



remos o necesitamos, fomentando también la economía circular. Una forma de llevarlo a cabo es que las personas de la comunidad escolar intercambian productos por algún *valor* creado para el mercado como, por ejemplo, un boleto que indique alguna cantidad asociada al valor del objeto y que puede usarse para pagar productos del huerto escolar. Entre los productos entregados se puede dar prioridad a insumos que el huerto necesita, como herramientas, abono, semillas, o bien residuos para compostaje. Se debe cuidar de hacer saber a la comunidad cuáles son los productos válidos de intercambio y a cuántas unidades del *valor* local equivalen.

Los mercados de trueque favorecen el tejido social al hacer que las personas de una comunidad establezcan relaciones de confianza y los hace partícipes del cuidado del huerto. Otras acciones de economía solidaria en el huerto escolar son:



- ➔ Realizar intercambio de semillas entre huertos escolares.
- ➔ Distribuir los productos del huerto entre la comunidad escolar.
- ➔ Crear redes cooperativas de producción y consumo local.

Bibliografía

- Ashby, M. F. (2024). Chapter 4-The Materials Life Cycle. *Materials and Sustainable Development* (pp. 69-85). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-98361-7.00004-x>
- Climent López, E. A., Lardiés Bosque, R., & Esteban Rodríguez, S. (2022). Prácticas económicas alternativas de escala local en espacios urbanos: el caso de Zaragoza. *Boletín de la Asociación Española de Geografía* (92). <https://doi.org/10.21138/bage.3041>
- El portal de la Economía Solidaria. (30 de mayo, 2012). *Los mercados de intercambio en auge*. <https://www.economiasolidaria.org/noticias/aeress-noticias-los-mercados-de-intercambio-en-auge/>
- Instituto Nacional de la Economía Social (INAES). (s.f.). ¿Qué hacemos? Gobierno de México. <https://www.gob.mx/inaes/que-hacemos>
- ONU. (s.f.). *Desarrollo sostenible*. Presidente de la Asamblea General de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- Procuraduría Federal del Consumidor. (23 de agosto, 2021). *Economía Circular*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/economia-circular?idiom=es>
- SEDEMA. (s.f.). *Mercado de Trueque*. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/mercado-de-trueque>



Capítulo 10.

Recetario

10.1 Introducción

Presentamos algunas recetas de bebidas y comidas utilizando los productos de las cosechas, con la intención de que se consideren formas de alimentación más saludables y balanceadas, y como con el huerto, puede representar un apoyo al ahorro económico de la comunidad escolar.

10.2 Beneficios de los productos del huerto

Lo primero que se debe tener en cuenta al utilizar los productos del huerto es cosecharlos justo cuando estén en su punto de maduración, para aprovechar mejor sus nutrientes y tengan el mejor sabor. Es recomendable realizar la cosecha tomando del huerto solo lo que se consumirá para evitar la generación de residuos. También, los productos deben lavarse y desinfectarse apropiadamente para evitar contraer alguna enfermedad o malestar por falta de higiene.

Los principales beneficios de consumir todo tipo de hortalizas son:

- ➔ Regulación de los niveles de azúcar en la sangre.
- ➔ Apoyo a una buena digestión.
- ➔ Mantenimiento de la hidratación del cuerpo.
- ➔ Protección y regeneración de la piel.
- ➔ Combatir el sobrepeso y la obesidad.
- ➔ Reforzar las defensas del sistema inmunológico.



BENEFICIO

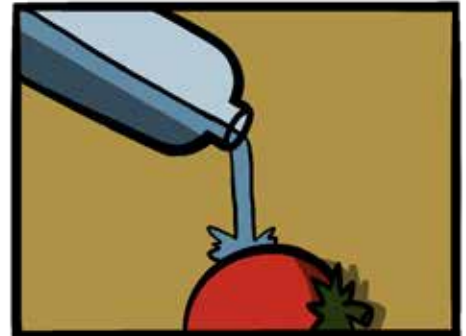
10.3 ¿Cómo desinfectar los alimentos adecuadamente?

Durante la desinfección, se eliminan bacterias y otros microorganismos que contaminan nuestros productos del huerto y que pueden enfermarnos. Para llevar a cabo una adecuada desinfección, se debe contemplar lo siguiente:

Lavarse las manos con agua y jabón previo a manipular los alimentos, antes y después de desinfectarlos.

- ➔ Lavar las hortalizas al chorro de agua para remover el suelo remanente.
- ➔ Aplicar un desinfectante en la dosis y tiempo indicados. Existen distintos tipos de desinfectantes, como la plata coloidal, los compuestos clorados, las tabletas desinfectantes, entre otros. Es importante seguir correctamente las instrucciones del empaque.
- ➔ Si lo indica el desinfectante, enjuagar las hortalizas utilizando agua purificada.

Productos como el vinagre, el limón, la sal de mesa y el bicarbonato de sodio no son eficaces para realizar la desinfección de nuestros alimentos, pues no son capaces de eliminar a los microorganismos patógenos.



10.4 Diez recetas con productos del huerto

Bebidas

1. Jugó de zanahoria con betabel

Ingredientes (para 2 personas):

- ➔ 5 zanahorias
- ➔ 4 betabeles
- ➔ 1 taza de 250 ml de jugó de naranja fresco
- ➔ Limón y miel (opcional)

Preparación:

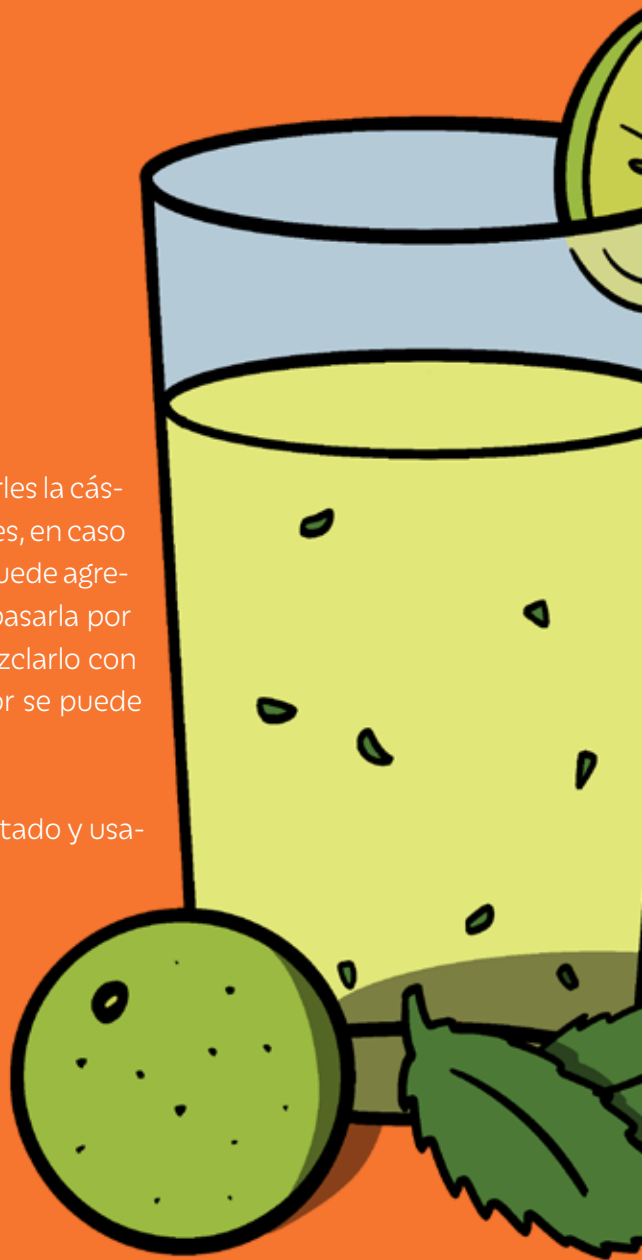
Lavar y desinfectar las zanahorias y el betabel, retirarles la cáscara con un pelador. Cortarlos y licuar ambos vegetales, en caso de que la licuadora no pueda realizar la molienda se puede agregar un poco de jugó de naranja. Tomar la mezcla y pasarla por un colador para obtener solo el jugó del licuado, mezclarlo con el jugó de naranja fresco. Si se busca realzar el sabor se puede agregar un chorro de limón y un poco de miel.

El bagazo que queda en el colador puede ser recolectado y usado para crear composta.

2. Agua de limón con hierbabuena

Ingredientes (para 2 personas):

- ➔ 1 tazón con hojas de hierbabuena
- ➔ El jugó de 5 limones



- 
- ➔ 1 litro de agua natural
 - ➔ 3 cucharadas de azúcar o bien el sustituto de azúcar de tu preferencia

Preparación:

Lavar bien los limones, retirarles la cáscara y colocarlos en un recipiente para cubrir con el azúcar y que así se liberen sus aceites esenciales, reservando la mezcla durante al menos una hora en el refrigerador. Exprimir los limones y guardar el jugo, lavar y desinfectar las hojas de hierbabuena y licuarlas con el jugo de limón, colar la mezcla para quitar los residuos de las hojas. Hervir agua y agregarla a la mezcla de cáscaras y azúcar, agitar para que se derrita el azúcar y colar para separar la cáscara de limón y guardar esta mezcla. Combinar el jugo de limón con hierbabuena y el agua de las cáscaras. Agregar más azúcar o sustituto de azúcar al gusto. Se recomienda beber bien fría.

3. Té de manzanilla con jengibre

Ingredientes (para 1 persona):

- ➔ 1 taza con flores de manzanilla
- ➔ 1 pedazo chico de jengibre
- ➔ 250 ml de agua

Preparación:

Lavar y desinfectar las flores de manzanilla y el jengibre. Retirar la cáscara del pedazo de jengibre y cortarlo en rodajas. En un recipiente colocar el agua hasta que ésta comience a hervir, agregar las rodajas de jengibre y dejar hervir por 3 minutos. Una vez transcurrido el tiempo y a fuego bajo o medio se agregan a la olla las flores de manzanilla y se calienta por 7 minutos más. Retirar del fuego y colar la mezcla. Se puede consumir caliente o tibio y endulzar con miel.

Platillos

Tortilla de zanahoria

Ingredientes (para una persona):

- ➔ 2 zanahorias
- ➔ ¼ de cebolla blanca picada finamente
- ➔ 2 huevos
- ➔ 1 cuchara sopera con aceite
- ➔ Sal y pimienta al gusto

Preparación:

Lavar, desinfectar, pelar y rallar las zanahorias. Calentar el aceite en una sartén, agregar la cebolla y freír hasta que se torne transparente y suave. Adicionar la zanahoria en la sartén, freír por 4 minutos y retirar del fuego. En un tazón, batir los dos huevos hasta que las yemas y las claras se encuentren incorporadas y adicionar sal y pimienta al gusto. Una vez hecha la mezcla, agregar la zanahoria, la cebolla y mover hasta incorporar. Encender el fuego nuevamente, colocar la sartén con un poco de aceite y cuando se encuentre caliente se vierte la mezcla formando la tortilla. Dejar cocinar a fuego bajo-medio por 7 minutos, voltear y dejar cocer 4 minutos más. Servir cuando la tortilla esté tibia.



Nopales en escabeche

Ingredientes (para 4 personas):

- ➔ 5 nopales grandes
- ➔ 4 zanahorias
- ➔ 1/4 de cebolla mediana
- ➔ 4 dientes de ajo pelados
- ➔ 3 hojas de laurel
- ➔ 1 cucharada sopera de orégano
- ➔ 1/4 de cucharadita de tomillo seco
- ➔ Una pizca de comino molido
- ➔ 1/4 de cucharadita de pimienta negra molida
- ➔ 2 cucharadas de aceite
 - ➔ Una taza de vinagre blanco
 - ➔ 2 tazas de agua
 - ➔ Sal al gusto

Preparación:

Lavar y desinfectar los vegetales. Cortar el nopal en tiras pequeñas, la zanahoria en rodajas delgadas y la cebolla en julianas. Cocer los nopales en una olla sin agua, tapados y a fuego alto hasta que los nopales pierdan el agua que liberan. Agregar dos cucharadas de aceite y la cebolla cortada. Después de unos minutos, agregar las zanahorias y revolver. Incorporar los dientes de ajo enteros y todas las hierbas de olor, mezclando por 2 minutos y sazonando con sal. Agregar el vinagre y el agua. Tapar y dejar que hierba con la olla bien tapada por 15 minutos. Apagar el fuego y verificar que todas las verduras se encuentren cocidas, en caso contrario mantener el fuego. Se sugiere comerlos fríos en tacos o acompañando con otros guisados.



Tinga de zanahoria

Ingredientes (para 4 personas):

- ➔ 3 cebollas medianas
- ➔ ½ kg de zanahoria rallada
- ➔ ¾ kg de tomate
- ➔ 2 cucharadas soperas de aceite
- ➔ Sal al gusto

Preparación:

Rebanar las cebollas en tiras, colocarlas en un recipiente y cubrir las con agua, agregar el jugo de medio limón y una cucharadita de sal, mezclar y dejar reposar durante 2 horas, pasado el tiempo enjuagar las cebollas y ponerlas a freír en el aceite. Tapar el sartén u olla para que la cebolla se cubra con el vapor a fuego bajo y cuidando que no se pegue al sartén. En caso de que la cebolla se seque rápidamente, se puede agregar al sartén un cuarto de taza de agua. Una vez que la cebolla se torna transparente y suave, se agrega la zanahoria. En otro recipiente, se deberá haber puesto a cocer previamente el tomate en agua hirviendo por máximo unos 12 minutos, se debe cuidar que no revienten. A continuación, se muelen los tomates en la licuadora, se agrega a la cebolla cocida al sartén y se sazona con sal al gusto. Finalmente se agrega la zanahoria y se deja cocer a fuego bajo y con el sartén tapado, estará listo en unos 15 minutos. Se puede comer en tostadas con crema y queso o en tacos.

Papas a la mostaza con espinacas

Ingredientes (para 2 personas):

- ➔ 30 g de mantequilla
- ➔ Media cebolla cortada finamente

- ➔ Una cucharadita de aceite de oliva
- ➔ 1 kg de papas cambray cortadas a la mitad
- ➔ 1 diente de ajo finamente picado
- ➔ 2 cucharaditas de semilla de mostaza
- ➔ 400 g de espinaca cortada en tiras
- ➔ 1 cucharada de crema ácida
- ➔ 1 cucharadita de vinagre
- ➔ Sal y pimienta al gusto
- ➔ Una cucharadita de vinagre (opcional)

Preparación:

Cocer las papas cambray en agua durante 20 minutos, se puede adicionar una cucharadita de vinagre para evitar que se desbaraten. En un sartén extendido u olla, poner a derretir la mantequilla a fuego medio y agregar el aceite de oliva para que la mantequilla no se queme. Una vez derretida se agrega la cebolla y se mueve constantemente hasta que se torne transparente y suave. Agregar el diente de ajo y mover constantemente para evitar que se queme, adicionar las papas cambray, sin agua de cocción, y las semillas de mostaza. Mover por dos minutos y agregar las espinacas, tapar la olla y dejar cocinar hasta que las espinacas estén suaves. Se recomienda comer caliente, puede acompañar con otros platillos.

Caldo de frijol con flor de calabaza

Ingredientes (para 2 personas):

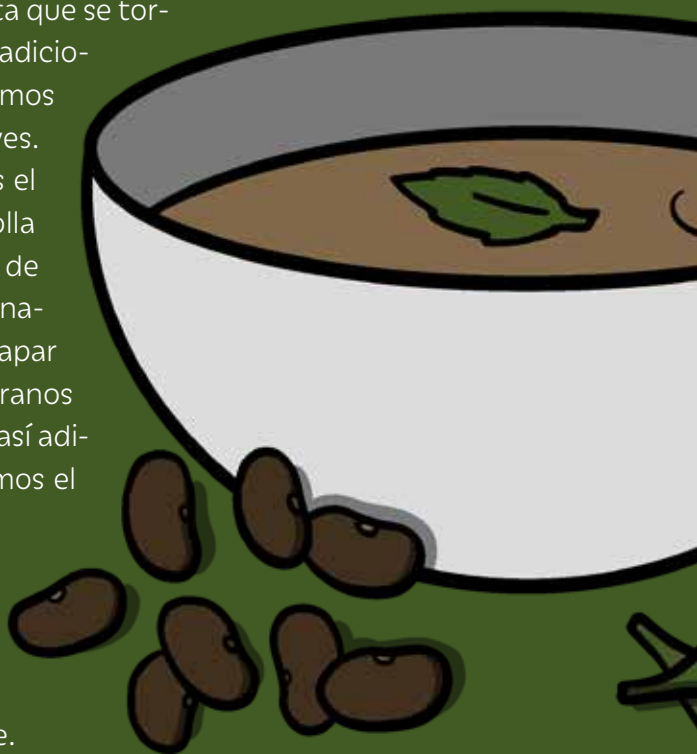
- ➔ ¼ de kg de frijoles
- ➔ ½ cebolla chica cortada finamente
- ➔ Una cucharada de aceite
- ➔ 10 flores de calabaza*

- ➔ Una rama pequeña de epazote
- ➔ Una taza de granos de elote blanco
- ➔ 250 ml de agua
- ➔ Sal al gusto

Preparación:

Remojar los frijoles en agua una noche antes. Enjuagar y colocar en una olla de presión, adicionar nuevamente agua hasta cubrirlos y calentar a fuego medio por al menos 30 minutos después de que la olla comience a liberar vapor. Una vez pasado el tiempo, dejamos enfriar la olla hasta que libere todo el vapor y baje la presión, mientras tanto en un sartén colocamos aceite y freímos la cebolla hasta que se torne transparente y suave, posteriormente adicionamos la flor de calabaza y los elotes, dejamos freír hasta que las flores se vuelvan suaves. Abrimos la olla de presión y encendemos el fuego nuevamente, adicionamos la cebolla frita con la flor de calabaza y los granos de elote, además de la rama de epazote. Sazonamos con sal al gusto. Dejamos hervir sin tapar por unos 10 minutos y revisamos si los granos de elote se encuentran suaves, de no ser así adicionamos tiempo hasta lograrlo y apagamos el fuego. Servir y comer caliente.

*Nota: Las flores de calabaza deben lavarse, desinfectarse y limpiarse, es decir, retirar las partes verdes de la flor, el pistilo y conservar solo los pétalos pues de lo contrario el platillo puede amargarse.



Calabazas a la mexicana

Ingredientes (para 4 personas):

- ➔ 4 calabacitas cortadas en cubos medianos
- ➔ 2 tomates cortados en cubos medianos
- ➔ 1/2 cebolla blanca cortada finamente
- ➔ Un diente de ajo cortado finamente o prensado
 - ➔ 3 cucharadas soperas de aceite
 - ➔ 250 g de queso fresco
 - ➔ Sal y pimienta al gusto

Preparación:

Calentar el aceite en un sartén amplio, freír la cebolla hasta que se torne transparente y suave, agregar el ajo cortado y mover continuamente por máximo 3 minutos para evitar que éste se queme. Agregar las calabazas y tapar la sartén por 10 minutos (remover cada 3 minutos), adicionar los cubos de tomate y cocinar a fuego medio con el sartén tapado hasta que el tomate libere sus jugos y quede perfectamente cocido. Sazonar con sal y pimienta al gusto y cocinar destapando la sartén y removiendo por 5 minutos más. Apagar el fuego y agregar el queso cortado en cubos, dejar reposar por 5 minutos antes de consumir. Se recomienda acompañar con tortillas de maíz.

Pasta primavera

Ingredientes (para 2 personas):

- ➔ 200 g de pasta (codito o tornillo)
- ➔ 1 taza de tomates cherry partidos por la mitad
- ➔ 1/2 pepino cortado en rodajas
- ➔ 1/2 cebolla morada cortada en julianas

- ➔ 1/2 pimiento verde cortado en rodajas
- ➔ 1/2 taza de aceitunas negras cortadas en rodajas
- ➔ 100 g de queso fresco cortado en cubos
- ➔ Sal y pimienta al gusto

Para el aderezo se deberá mezclar en un frasco:

- ➔ 2 cucharadas de vinagre de manzana
- ➔ 1 cucharada de jugo de limón
- ➔ 2 cucharadas de aceite de oliva
- ➔ 1 cucharada de miel de abeja
- ➔ 1 diente de ajo picado finamente o prensado
- ➔ 1 cucharadita de orégano
- ➔ 1 cucharadita de mostaza
- ➔ 1/4 de cucharadita de sal y una pizca de pimienta negra

Preparación:

Cocer la pasta de acuerdo con las instrucciones del empaque, cuidar que quede firme, reservar sin agua de la cocción y se deja enfriar a temperatura ambiente. En un tazón pequeño con agua caliente, sumergir la cebolla morada y el pimiento por al menos 10 minutos, transcurrido el tiempo, escurrir y reservar. En un tazón grande, mezclar todos los ingredientes: la cebolla y el



pimiento, el pepino rebanado, los tomates, las aceitunas y la pasta. Agregar todo el aderezo preparado y continuar moviendo hasta que la mezcla sea homogénea. Se recomienda consumir a temperatura ambiente o fría.

Bibliografía

Ávila Franco, A. (2015). *Manual de manejo higiénico de los alimentos*. SECTUR. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/7501/manual-de-manejo-higienico-de-alimentos.pdf>



Anexos

A. Métodos para evaluar la calidad del agua en el huerto escolar

Para llevar a cabo las mediciones de los parámetros de calidad de agua se recomienda contar con el siguiente equipo y material:

- ✚ Vasos de plástico o vidrio (esterilizado y nuevo).
- ✚ Agua destilada (puede adquirirse en algunas farmacias o supermercado).
- ✚ Medidor digital de pH. También conocido como potenciómetro o pH-metro.
- ✚ Medidor digital de EC y TDS.
- ✚ Tiras reactivas para medición de pH.
- ✚ Equipo de protección personal: lentes de seguridad, guantes de látex o nitrilo y bata o camisa de algodón de manga larga.

I. Consideraciones antes de realizar las mediciones

Utilizando los vasos de plástico o vidrio, se deben recolectar tres muestras de por lo menos 250 ml del agua utilizada para el riego del huerto escolar. En caso de tomar directamente del grifo, es necesario dejar correr el agua durante mínimo 5 segundos antes de tomar la muestra. Además, se deberá disponer de 250 ml de agua destilada en otro vaso.

Por otra parte, es importante calibrar el potenciómetro siguiendo las instrucciones indicadas en manual o instructivo incluido en el equipo. A continuación, se describen los pasos para medir algunos de los parámetros.

II. Potencial de hidrógeno (pH)

El potencial de hidrógeno (pH) puede medirse con los siguientes métodos:

- ✚ Utilizando el potenciómetro: primeramente, hay que sumergir la punta del potenciómetro (hasta la marca en la punta que indica su manual) por 10 segundos en el agua destilada. Transcurrido este tiempo, se retira y se sumerge de la misma forma en la muestra de agua del huerto durante al menos 30 segundos. Luego, se toma la lectura de pH directamente de la pantalla y se retira el potenciómetro para enjuagarlo nuevamente en agua destilada.

- ✿ Utilizando tiras reactivas: con los guantes puestos se debe tomar una tira reactiva y sumergirla hasta la mitad en la muestra de agua del huerto. Retira la tira y déjala reposar por 10 segundos. Luego, compara el color que adquirió con la escala de colores y pH proporcionada con las tiras reactivas. El color que más se asemeje al de la tira indicará la escala del valor de pH correspondiente.

El rango de pH más adecuado para el huerto está entre 5.5. y 6.5. Si no se está en el rango, **ver capítulo 7** para lograr alterar los valores.

III. Conductividad eléctrica (EC) y total de sólidos disueltos (TDS)

El valor adecuado de conductividad eléctrica (EC) para el agua del huerto debe estar en el rango de 0 a 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que el valor total de sólidos disueltos (TDS) debe oscilar entre de 0 a 500 ppm (partes por millón).

Revisar el **capítulo 7** para lograr alterar los valores, si lo requiere el agua del huerto.

B. Sistema hidropónico simple

I. Construcción del sistema

Para cultivos en huertos escolares, o bien para una escala de autoconsumo, el sistema de hidroponía propuesto es simple, construido con materiales de ferretería comercial:

Materiales para la construcción del sistema:

- Tubos de PVC, de 12 a 15 cm de diámetro con tapa
- Estructura metálica para colocar los tubos
- Recipiente de plástico de 10 a 15 litros para colocar el agua
- Manguera de $\frac{3}{4}$ de pulgada
- Bomba de agua de $\frac{1}{2}$ caballo de fuerza (HP)
- Bomba sumergible de 30 W para pecera
- Medidor de pH (para el agua)
- Conductímetro (ver anexo A1)



- 
- Vasos de plástico
 - Algodón
 - Solución mineral o nutritiva (Steiner universal/modificada)
 - Alambre
 - Pegamento universal
 - Plástico oscuro (para tapar el recipiente con agua)

Procedimiento de armado del sistema:

1. Colocar la estructura metálica en el espacio asignado para el sistema, considerando que reciba al menos 6 horas diarias de luz solar.
2. Cortar círculos en los tubos de PVC de 4 a 5 cm de diámetro, para colocar los vasos de plástico.
3. Distribuir los tubos de PVC en la estructura metálica de manera vertical, dejando un espacio entre estos de 25 cm. Pegar los tubos con pegamento universal o amarrar con alambre a la estructura.
4. Para un sistema de 3 a 10 tubos, para colocar el agua, usar un recipiente con capacidad de 10 a 15 litros.
5. Dentro del recipiente con agua, poner la bomba de agua y ensamblar la manguera.
6. Colocar la manguera que lleva el agua en la parte más alta del sistema, ingresando en el tubo más alto.
7. Dentro del recipiente con agua, poner la bomba de pecera, para oxigenación del agua.
8. La bomba de agua de ½ HP debe encenderse durante el día y apagarse por la noche.

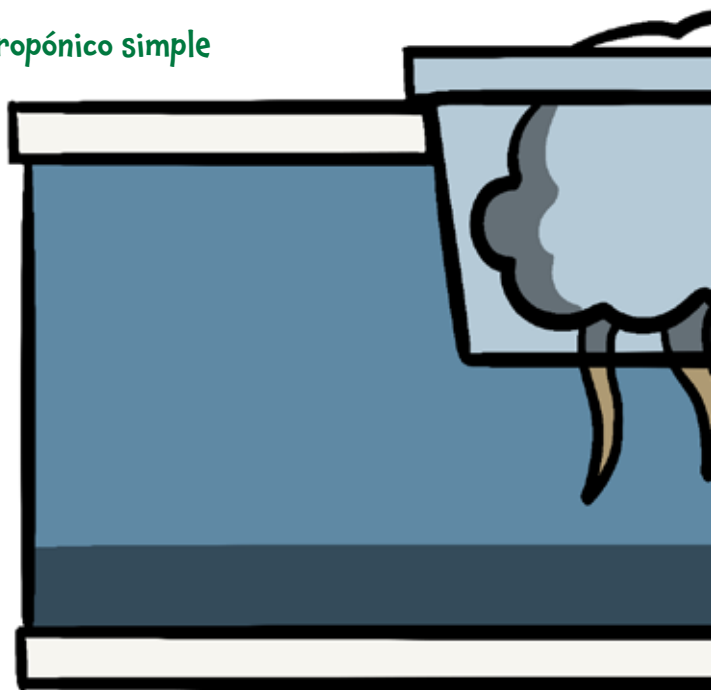
Procedimiento para preparar el agua del sistema:

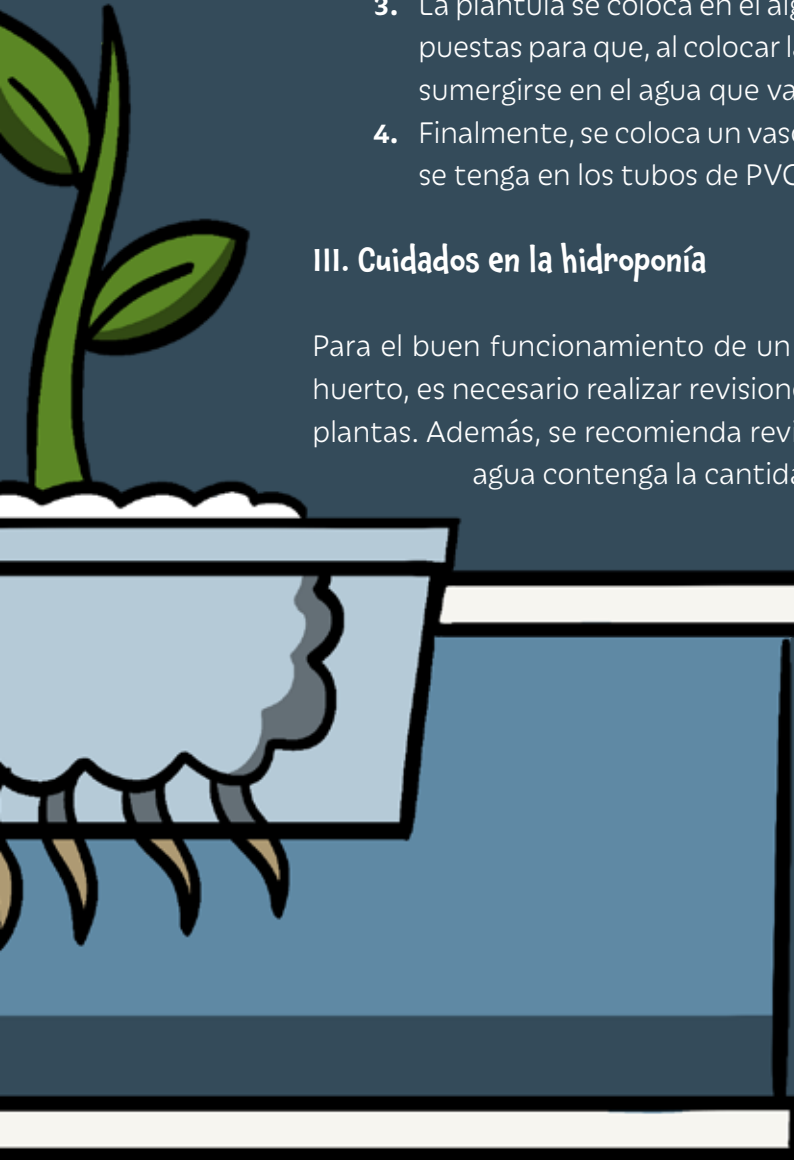
1. Colocar el agua en el recipiente y agregar 1 g de solución Steiner universal o modificada.
2. Encender la bomba de pecera para disolver la solución en el agua; ya disuelta, apagar la bomba.
3. Introducir el conductímetro en el agua y medir el pH, debe estar en un rango de pH de 6.5 a 7.0.
4. Si el pH es más bajo, agregar una cucharada pequeña de bicarbonato de sodio; si es más alto, agregar una cucharada pequeña llena de vinagre.
5. Introducir nuevamente el conductímetro y medir TDS. Agregar y disolver un gramo de solución Steiner hasta que la medida en el conductímetro sea menor a 750 ppm (partes por millón), verificar el pH con cada adición.

II. Colocar la plántula en el sistema hidropónico simple

Para que el sistema reciba de la mejor manera la plántula y ésta se desarrolle con éxito, se debe seguir este procedimiento:

1. Tener listos los vasos de plástico para recibir a las plántulas. Se corta el fondo de cada vaso, y se tiene a la mano el algodón (se usará una mínima cantidad en cada vaso).



- 
2. Se van sacando las plántulas de los germinadores, las raíces se limpian, no deben tener tierra ni sustrato de la germinación. La tierra o sustrato se quita con mucho cuidado, con los dedos o con poca agua, para no lastimar las raíces.
 3. La plántula se coloca en el algodón, las raíces deben quedar expuestas para que, al colocar la plántula en el vaso, éstas puedan sumergirse en el agua que va circulando por los tubos de PVC.
 4. Finalmente, se coloca un vaso con plántula por cada hueco que se tenga en los tubos de PVC.

III. Cuidados en la hidroponía

Para el buen funcionamiento de un sistema hidropónico simple en el huerto, es necesario realizar revisiones diarias sobre el desarrollo de las plantas. Además, se recomienda revisar al menos cada tres días que el agua contenga la cantidad adecuada de nutrientes y el pH

adecuado. También es importante verificar que no haya fauna nociva que pueda dañar el sistema (como cucarachas, ratas, etcétera).

A continuación, se enlistan algunos problemas comunes y sus soluciones:

1. Evaporación del agua: se debe tener una medida o línea que marque la cantidad de agua a usar en el recipiente, si ésta disminuye, agregamos más agua hasta llegar a la medida.
2. Concentración de nutrientes inadecuada: la cantidad de nutrientes debe ser la necesaria para el desarrollo del cultivo y se debe verificar con la medición de TDS. Si el conductímetro marca una cantidad menor a 750 ppm se disuelven 1 g de solución Steiner en el agua hasta lograr el valor buscado de TDS. El cambio en la concentración de los nutrientes no solo ocurre por el consumo de estos por las plantas, también puede ocurrir por la evaporación o la adición de agua.
3. Potencial de hidrógeno inadecuado: con el medidor de pH revisamos que el agua tenga un valor de 6.5 a 7.0, si es menor a este rango, se agrega bicarbonato de sodio en pequeñas dosis (puede usarse una cuchara de té) hasta arreglarlo; si es mayor entonces se agrega una cucharada de vinagre hasta bajarlo.
4. Algas y fauna nociva: cubrir el recipiente con agua con un plástico oscuro, esto evita que llegue luz solar directa en el agua y haga crecer algas que compiten por los nutrientes en el agua, o para evitar que surja fauna nociva que dañe el sistema o las plantas (ratas, zarigüeyas, cucarachas, etcétera).

Glosario

Abono: sustancia fabricada o natural que se agrega al suelo de cultivo para mantenerlo sano y fértil.

Aceite de neem: sustancia repelente de insectos que se extrae de las frutas y semillas del árbol de neem. Puede adquirirse en tiendas naturistas.

Acidez: es la cantidad de ácido en una sustancia. En la escala de pH, sus valores se encuentran entre 0 y 6, mientras más cercano el valor se encuentre a 0, más ácida será la sustancia.

Ácido sulfúrico: compuesto químico formado por dos átomos de hidrógeno, un átomo de azufre y cuatro átomos de oxígeno. En la piel puede provocar quemaduras y lesiones en los ojos. Se utiliza en muchos fertilizantes agroquímicos.

Actividad microbiana: procesos realizados por microorganismos presentes en el suelo. Estos organismos se encargan de descomponer materia orgánica (en nutrientes para plantas y animales) y de transformar otros elementos abióticos (sin vida) como el dióxido de carbono (CO_2) lo que permite, entre otras cosas, el crecimiento y desarrollo de plantas.

Agroecológica: enfoque que incluye el respeto al medio ambiente en las formas de aplicación de la agricultura, para cultivos desde pequeña hasta gran escala.

Agua destilada: es el agua a la que se le han eliminado las sales minerales, los microorganismos y los iones a través de la destilación.

Agüas residuales: se refiere a cualquier tipo de agua que ha sido contaminada por actividades humanas, por ejemplo, la agricultura. De acuerdo con su procedencia, se pueden clasificar en domésticas (provenientes de viviendas particulares) o industriales.

Aireación: proceso por el cual se intercambia oxígeno y otros gases entre la atmósfera y la tierra. En la composta, este proceso permite que los organismos puedan vivir y realizar el proceso de descomposición.

Alcalinidad: también llamada basicidad. Se refiere a qué tan alcalina es una sustancia. Las bases o alcaloides, como los bicarbonatos, tienen la capacidad de neutralizar la acidez de una sustancia acuosa y combinados con ácidos forman sales. En la escala de pH, sus valores se encuentran entre 8 y 14, mientras más cercano el valor se encuentre a 14, más alcalina será la sustancia.

Antropogénicas: se refiere a todo aquello que es resultado de las actividades humanas. Generalmente, se utiliza para hablar sobre los efectos que se han producido en el ambiente debido a la industria, la agricultura, los residuos arrojados en el suelo o cuerpos de agua, entre otras.

Átomo: la unidad fundamental de la materia, compuesta por un núcleo con protones (con carga eléctrica positiva), neutrones (sin carga) y alrededor del núcleo giran electrones (con carga negativa).

Aula viva: espacio educativo fuera del salón de clase habitual, donde el alumnado participa en un entorno próximo al huerto y sus cultivos, productos y cuidados.

Bieldo: instrumento similar a un rastrillo, con dientes transversales en forma de caja, para poder separar y aventar tierra, desechos de poda, productos de cultivo, etcétera.

Bienes: recursos o productos que tienen valor y son limitados en cantidad, lo que significa que se necesita hacer elecciones sobre su uso. Pueden ser tangibles (como alimentos y ropa) o intangibles (como servicios).

Biodiversidad: se refiere a la diversidad biológica o de las formas de vida: plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado. También incluye a los ecosistemas donde habitan estas especies, los procesos ecológicos (por ejemplo: la polinización y el ciclo de nutrientes) y la variabilidad genética (diferencias entre individuos o poblaciones de seres vivos).

Bitácora: documento en el que se lleva el registro de las tareas y personas involucradas en el cuidado del huerto escolar. Su formato es libre, pero debe contemplar al menos los siguientes puntos: personas y sus roles de trabajo, características del huerto escolar (extensión, cantidad de camas de cultivo, secciones, etcétera) especies por cultivar, fechas de siembra o germinación, fechas y horarios de riego, fechas de cosecha y cantidad recolectada por planta y observaciones sobre la salud de las plantas. Se puede agregar toda la información que se considere necesaria para la toma de decisiones respecto al huerto.

Calibrar: proceso mediante el cual se verifica que un instrumento de medición sirva de manera adecuada y utilice las medidas correctas.

Cama de cultivo: área elevada o delimitada del huerto que contiene sustrato para el crecimiento de plantas, que mejora el drenaje y facilita el acceso al cultivo.

Cambio climático: cambios a mediano y largo plazo en la temperatura global y en los patrones de lluvia, viento, entre otras.

Carácter salino: se refiere a que un suelo presenta alta concentración de sales solubles, lo que puede afectar negativamente al crecimiento de las plantas.

Cepellón: es el conjunto formado por las raíces de una planta y el sustrato que las rodea, normalmente conservado en un bloque compacto. Se mantiene unido al extraer la planta de su almácigo para trasplantar, permitiendo que las raíces conserven humedad y nutrientes en el proceso.

Clima: condiciones de lluvia, sequía y vientos, presentes de forma predominante y habitual en una región.

Cohesión social: es el grado de integración y solidaridad entre los miembros de una sociedad, que fomenta el sentido de pertenencia y la colaboración, y contribuye al bienestar colectivo.

Condiciones climáticas: conjunto de medidas del clima que son más frecuentes en una región: temperatura, cantidad de lluvia, aire, sequía, olas de calor y frentes fríos.

Conductividad eléctrica: es la capacidad de una sustancia, como el agua, para transportar corriente eléctrica. Depende de la salinidad o las sales disueltas en dicha sustancia.

Degradación: reducción de la materia orgánica, inducida por procesos naturales y la acción de microorganismos que habitan en ella.

Disolver: proceso fisicoquímico mediante el cual una sustancia denominada soluto, se mezcla de manera homogénea con otra en mayor proporción y que suele ser un líquido (llamado disolvente) hasta que sus partículas se distribuyen uniformemente a nivel molecular, formando una solución. Este proceso implica la ruptura de las interacciones entre las moléculas del soluto y su interacción con las moléculas del disolvente, lo que permite su integración.

Embrión: parte interna de una semilla, donde se encuentra en estado de inactividad la planta que produce.

Enseñanza socializada: método de enseñanza que tiene como objetivo desarrollar una aptitud para trabajar en grupo, crear un sentimiento comunitario y fomentar una actitud de respeto hacia las demás personas.

Evaporación: proceso mediante el cual una sustancia líquida pasa a estado gaseoso.

Fenómenos meteorológicos: eventos que se producen en la atmósfera de la Tierra, como la lluvia, el viento, la nieve o las tormentas.

Fermentar: proceso mediante el cual la composición de la materia orgánica se transforma, ayudando a su conservación (no se pudre).

Fertilizantes agroecológicos: abonos de origen natural que mejoran la fertilidad y la productividad del suelo en donde se siembran cultivos. Se utilizan ingredientes naturales, como residuos orgánicos, y de bajo costo y fácil producción.

Fertilizantes agroquímicos: compuestos formados de manera artificial que se emplean para que el suelo tenga nutrientes como potasio, nitrógeno y fósforo, los cuales sirven para el crecimiento y desarrollo de las plantas. El uso excesivo y a largo plazo puede generar un desequilibrio en el suelo.

Fitoplancton: organismos microscópicos acuáticos autótrofos, es decir, que por sí mismos mediante la *fotosíntesis* convierten el carbono (materia inorgánica) en materia orgánica que sirve como alimento a otros seres vivos. Son muy importantes porque producen la mitad del oxígeno en el planeta y representan la base de la alimentación de los ecosistemas acuáticos.

Fosfato: compuesto químico formado por dos átomos de fósforo y cinco átomos de oxígeno. El agua natural contiene fosfato que ayuda a que las semillas se desarrollen y las raíces crezcan. La mayoría de los fertilizantes agroquímicos contienen este compuesto.

Gases de efecto invernadero: sustancias como el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4) presentes en la atmósfera que atrapan el calor e impiden que escapen de la atmósfera, contribuyendo así al calentamiento global.

Geología: estudio de la composición, estructura y evolución del planeta Tierra.

Gránulo: partícula individual del suelo que puede tener una forma que tiende a ser redondeada o angular, y un tamaño que puede variar según el tipo de suelo.

Hidrógeno (H): elemento químico que se encuentra en estado gaseoso, sin sabor, color u olor. Es el elemento más abundante en el universo.

Hierro (Fe): elemento químico que se encuentra de manera natural en leguminosas y hortalizas de hoja verde, por mencionar algunos ejemplos. En el cuerpo humano es necesario para fabricar hemoglobina, una proteína que transporta el oxígeno en la sangre a todo el cuerpo.

Huella de carbono: es la cantidad de CO₂ y otros gases de efecto invernadero emitidos por los seres humanos a través de actos individuales o colectivos a través de actividades, empresas o industrias.

Huella hídrica: cantidad de agua utilizada directa o indirectamente por una persona, empresa o actividad.

Incineración: proceso de quemar residuos a altas temperaturas para reducir su volumen y eliminar materiales peligrosos.

Infestación: invasión por organismos de un ser vivo, básicamente para dañarlo o consumirlo.

Iones: conjunto de átomos que cuentan con una carga eléctrica. Si la carga neta es positiva, se les conoce como cationes, si la carga eléctrica neta es negativa se les conoce como aniones.

Jabón potásico: tipo de jabón, basado en potasio, repelente de insectos que se debe suministrar de manera diluida en las partes externas de las plantas en disoluciones de entre el 1 % y el 2 % durante las noches y al menos, 15 días.

Jardín de polinizadores: es un área cultivada con plantas que atraen insectos y animales, como colibríes, que ayudan a polinizar flores, promoviendo la biodiversidad.

Lacustre: término usado para referirse a todo lo relacionado con los lagos. Por ejemplo, en la Ciudad de México, el término se aplica al ecosistema lacustre del antiguo Lago de Texcoco.

Macerar: mantener sumergido algún material en un líquido con el objetivo de ablandarlo.

Macrófitos: son plantas acuáticas que pueden estar sumergidas, enraizadas o flotando en el agua. Absorben dióxido de carbono (CO_2) y lo transforman en oxígeno a través de la fotosíntesis. En algunos lugares se ocupan para el tratamiento de aguas residuales que pueden ser usadas en los cultivos.

Materia fecal: excremento de seres vivos, compuesto por restos de alimentos, bacterias y mucosidad.

Materia fértil: materia orgánica, cuyo contenido de nutrientes y pH equilibrado, mejora la capacidad del suelo para apoyar el crecimiento de las plantas.

Materia orgánica: incluye organismos vivos, la biomasa del suelo, restos de organismos y compuestos orgánicos producidos. Ayuda a regular los compuestos químicos, así como el mantenimiento de la biodiversidad y la estructura física de los suelos.

Materia vegetal: cualquier parte de una planta (semilla, raíces, hojas, tallos, flores y frutos).

Material de acolchado: cualquier cobertura natural utilizada sobre la superficie del suelo con el propósito de proteger y conservar la humedad, regular la temperatura del suelo, enriquecer el suelo, prevenir la erosión y proliferación de maleza.

Material volcánico: se refiere a los fragmentos de roca y cenizas expulsados durante una erupción volcánica. Este material puede enriquecer el suelo con minerales y nutrientes.

Medios acuosos: en agricultura, es el nombre que se da a mezclas de agua con otros componentes, en este caso, nutrientes.

Metabolismo vegetal: conjunto de procesos físicos y químicos que se producen en una planta para su supervivencia, crecimiento y desarrollo. Entre ellos se encuentran la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nutrientes.

Microorganismo: organismo vivo que no es visible a simple vista.

Molécula: unidad más pequeña de una sustancia que conserva sus propiedades químicas. Por ejemplo, la molécula del agua (H_2O), que está formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno.

Nitrato (NO_3): compuesto químico que se forma por un átomo de nitrógeno y tres átomos de oxígeno, está presente de manera natural en el agua potable y suelos naturales. También se encuentran en fertilizantes, estiércol y materia orgánica en descomposición.

Nivelado de suelo: proceso de crear una superficie uniforme y plana en el terreno agrícola. Esto se logra mediante la redistribución de la tierra, eliminando desniveles y pendientes excesivas.

Nutrientes: compuestos necesarios para el crecimiento, funcionamiento y desarrollo de todo organismo vivo, incluyendo las plantas. Se pueden clasificar en macronutrientes, aquellos que deben estar en grandes cantidades: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Y micronutrientes, que deben encontrarse en pequeñas cantidades: zinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo), manganeso (Mn), cloro (Cl) y cobre (Cu).

Organismo: ser vivo que intercambia materia y energía con el medio ambiente, se nutre, se reproduce y muere.

Ortiga: planta considerada maleza o mala hierba, con hojas que liberan una sustancia que produce comezón e inflamación en la piel de los animales. La infusión de la ortiga es un bioinsumo versátil que puede nutrir el suelo, estimular el crecimiento de las plantas y ayudar en el control de plagas de forma natural y ecológica.

Oxígeno (O_2): Elemento químico esencial para la vida. Es un gas que no tiene color ni sabor.

Permeabilidad: capacidad del suelo para permitir el paso de agua y aire a través de él.

Pie de cría: conjunto de animales machos y hembras que se seleccionan con el objetivo de obtener crías.

Plántula: etapa inicial de la planta en la que ya cuenta con un tallo y 2 o 3 pequeñas hojas verdaderas.

Polen: es un conjunto de granos microscópicos producidos en las anteras de las flores, que contienen las células reproductoras masculinas de las plantas con flor. Su función principal es fertilizar el óvulo para formar semillas durante la polinización.

Polinizadores: animales que con alguna parte de su cuerpo transportan de una planta a otra el polen, llevándolo de una flor con partes masculinas a una con partes femeninas, posibilitando la fertilización y reproducción de la planta.

Pudrición: cambios en la materia orgánica que la descomponen, considerando a dicha materia como un desecho o inútil.

Residuo orgánico: desecho de origen vegetal o animal que puede descomponerse mediante procesos bacterianos.

Residuo sólido: materiales desechados de productos de consumo, como envases, embalajes o empaques.

Roya del frijol: una de las principales enfermedades por hongos que afecta a las hojas en las plantas de frijol.

Salinidad: contenido de sal disuelta en un cuerpo de agua que influye en la calidad del suelo y el crecimiento de los cultivos.

Semilleros: Contenedores donde se siembran las semillas para que germinen y crezcan hasta convertirse en plántulas.

Servicios ecosistémicos: son los beneficios que los ecosistemas proporcionan a los seres humanos como la purificación del aire, el agua, la polinización, la regulación del clima y el suministro de alimentos.

Sistema de captación y riego: sistema que permite la recolección, filtración, almacenaje y uso del agua de lluvia para el riego de plantas, pero no es apto para consumo humano.

Soluciones minerales: sustancias químicas que contienen nutrientes para las plantas.

Suelo: capa superficial de tierra fértil, que es sostén de plantas, y de la cual las raíces obtienen nutrientes y agua.

Tasa de urbanización: porcentaje de la población que vive en áreas urbanas en comparación con la población total de una región.

Temporada: espacio de tiempo de meses que mantiene una condición promedio de temperatura, presencia de frentes fríos y cantidad de lluvias.

Temporada: espacio de tiempo de meses que mantiene una condición promedio de temperatura, presencia de frentes fríos y cantidad de lluvias.

Tierra de sembrar: tierra preparada con una añadidura de algún abono natural o químico, que ofrezca un paquete inicial de nutrientes a una semilla o las raíces de una planta.

Turba: también conocida como *peat moss*, es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en carbono. Se forma por la descomposición de materia vegetal en ambientes húmedos y ácidos, como pantanos.



Agradecimientos

Por su asesoría en la creación de las infografías que fueron preámbulo para la redacción de este texto.

Demetrio Alonso Ambriz García

Yolanda Castañeda Zavala

Esly Cordero Moreno

Mariela Hada Fuentes Ponce

Beatriz González Hidalgo

Karla Pelz Serrano

María Guadalupe Ramos Espinosa

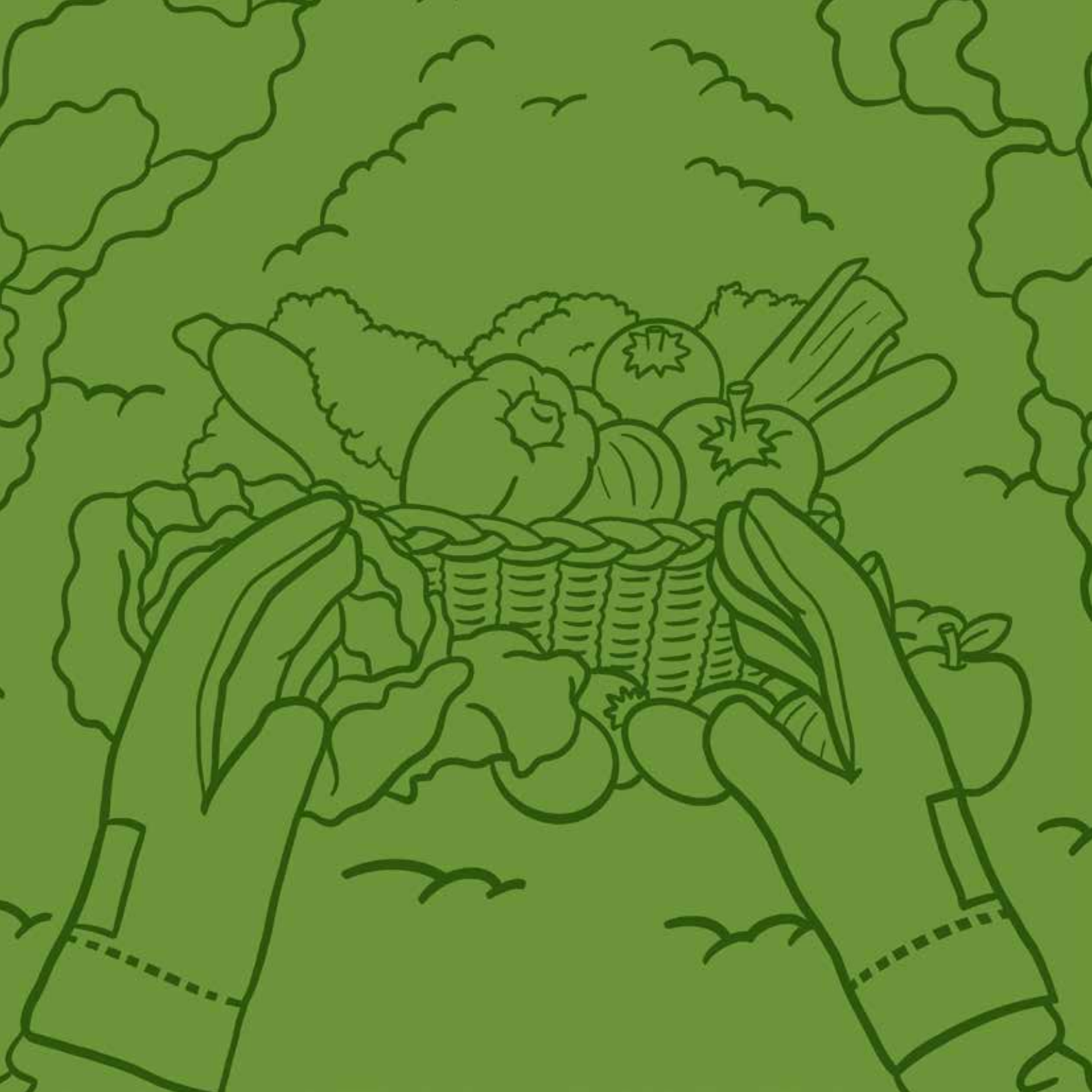
Cristian Alejandro Reyna Ramírez

Facundo Rivera Becerril

Mónica Cristina Rodríguez Palacio

Luis Manuel Rodríguez Sánchez

Michelle Villalobos Cristerna



¡Manos a la Tierra!
Cómo crear y mantener un
huerto escolar. De Mario Andrés De Leo
Winkler (coord.), se terminó de editar en junio
de 2026, en la Dirección de Publicaciones y Pro-
moción Editorial de la Rectoría General de la Univer-
sidad Autónoma Metropolitana. En su composición
se utilizó la familia tipográfica Isktra en 11 y 12 pts.
y Chaloops en 12, 13, 26, 30 y 45 pts. El cuidado
editorial estuvo a cargo de Eréndira López
Vázquez y Ximena Yáñez Chávez.



¿Y si el acto más rebelde de tu paso por la secundaria fuera ensuciarte las manos con tierra? Crear un huerto escolar no se trata solo de sembrar semillas para pasar la clase, es adueñarte de un rincón de tu escuela para cultivar vida, alimento y un poco de rebeldía sustentable. Al transformar la escuela en un laboratorio vivo, tú y tus amigos no solo descubrirán cómo funciona la naturaleza en tiempo real, sino que tendrán el poder de decidir qué florece y qué cosechan, construyendo desde la raíz un refugio verde que sea verdaderamente suyo.

¡Manos a la Tierra! Cómo crear y mantener un huerto escolar combina la experiencia del profesorado de la UAM con las mejores acciones en huertos por parte del alumnado y docentes de los IEMS de la Ciudad de México. El proyecto fue ganador del premio Falling Walls Engage 2024 en Alemania.



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA