

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para la producción de frutas
y hortalizas frescas

Recomendaciones BPA: Suelo, sustratos y cultivo sin suelo

Autor: Mariel Mitidieri / Marisol Cuellas / Analía Puerta

Índice

Introducción.....	2
Recursos	2
Suelo y sustratos.....	2
Producción sin suelo.....	20
Bibliografía de referencia	23

Introducción

En este material exploraremos las recomendaciones para la implementación de las BPA aplicables a la gestión del suelo, los sustratos y los cultivos sin suelo.

Recursos

Suelo y sustratos

Manejo adecuado del suelo y sustratos

Se busca mantener y mejorar las características naturales del suelo a través de técnicas que aseguren la conservación del mismo, minimizando la contaminación, evitando la erosión, la compactación y la salinidad.



Para un buen uso del recurso se deberán desarrollar las actividades productivas de acuerdo a las características del mismo apuntando a la **sustentabilidad** del sistema.

Para ello es fundamental **realizar periódicamente análisis** químicos, físicos y biológicos del suelo o sustrato a utilizar y relacionar los resultados obtenidos con las necesidades de los cultivos. Los análisis deben ser realizados por organismos oficiales, como el INTA o Universidades, o por laboratorios privados. En ambos casos es importante corroborar que estén registrados para tal fin.



Perfil de un suelo expuesto en una calicata

Drenaje y erosión

Frente a esta situación se recomienda que:

En terrenos con pendiente	Es necesario utilizar curvas de nivel, además de protección vegetal en los bordes del cultivo y reducir los tiempos en los que el suelo permanece descubierto.
En el caso de riesgo de erosión eólica	Implantar cortinas forestales que enfrenten los vientos predominantes.
En suelos susceptibles	Se recomiendan prácticas con manejo conservacionista utilizando equipos que produzcan la menor alteración del suelo, evitando la compactación subsuperficial y el encostramiento.



Cultivos en suelos de ladera utilizados en curvas de nivel.

Sustratos



Se entiende como **sustrato** al material orgánico, mineral, sintético o al producto de la mezcla de los mismos en diferentes proporciones que se utiliza como soporte del sistema radicular de las plantas permitiendo su desarrollo. Es importante conocer las características físicas, químicas y biológicas de cada sustrato para poder vincularlo a las necesidades del cultivo.

Deben estar libres de todo contaminante y estar registrados por el Senasa.

En lo que respecta a las características de los sustratos, es necesario considerar los siguientes ítems de modo que su utilización sea justificada:

- Alta disponibilidad en la zona y reproducibilidad
- Costo adecuado
- Fácil de preparar y manejar
- Estandarizado
- Elevada capacidad de agua fácilmente disponible
- Suficiente suministro de aire
- Elevada porosidad total
- Baja densidad aparente ($< 0,7$ g/ml)
- Estabilidad en el tiempo (física, química y biológica)
- Libre de sustancias tóxicas (taninos, fenoles, metales pesados)
- Salinidad reducida
- pH ligeramente ácido y moderada capacidad tampón

Debemos asegurarnos que los sustratos a utilizar, ya sean inertes u orgánicos, no representen una fuente de contaminación para el suelo o para el sistema productivo en su conjunto. Por ello, deben poseer documentación que certifique que son aptos para el cultivo y libres de contaminantes químicos, físicos y microbiológicos. De lo contrario, aumenta el riesgo de introducir microorganismos patógenos, semillas de malezas, insectos, nematodos y diversas sustancias tóxicas.

Tipos de sustratos. Se citan los más utilizados. Cada uno posee características diferentes y son utilizados solos o en mezclas dependiendo del fin productivo.

A. INORGÁNICOS	B. ORGÁNICOS
Arenas, gravas, lana de roca, perlita, vermiculita, arcilla expandida, polietileno expandido.	Turba rubia, turba negra, cortezas forestales, acículas de pino, cascarilla de arroz, fibra de coco.

Por lo expuesto, es muy importante antes de utilizar un suelo o sustrato realizar un análisis de los mismos.

Los análisis de suelos y sustratos nos permiten conocer las características:

- Físicas (porosidad, granulometría, densidad).
- Químicas (pH, contenido de sales y nutrientes).
- Biológicas (contenido de materia orgánica, de microorganismos, etc.).

En base a los resultados obtenidos se deberá seleccionar posteriormente la combinación más conveniente para cada cultivo y tipo de suelo o sustrato, como así también el tratamiento adecuado para lograr la sanidad del sistema.

En nuestro país existen diversas alternativas para lograr la sanidad del suelo y los sustratos en los cultivos intensivos.

Desinfección de suelos y sustratos

La desinfección **es una práctica que tiene por objetivo evitar los efectos negativos que ocasionan los patógenos** como insectos, nematodos, hongos, malezas y bacterias, que hacen peligrar la viabilidad de los distintos cultivos implantados.

Se realiza principalmente en sistemas de producción intensivos como producción de hortalizas y flores de corte bajo cubierta, frutilla a campo, etc. La infestación de los suelos ocurre por contaminación y/o por monocultivo.

Existen distintos métodos de desinfección

Tradicionalmente, se utilizaba la práctica de desinfección de suelos y sustratos, con un producto químico denominado Bromuro de metilo, especialmente en cultivos de alto valor comercial (como cultivos hortícolas, especialmente tomate y pimiento, cultivos ornamentales, tanto en macetas como para corte, y en el cultivo de frutilla y otras frutas especiales).

El Bromuro de metilo, posee alta eficiencia de control, ya que es un biocida de amplio espectro. El problema de este fumigante es que, junto a otras sustancias, como los halones y clorofluocarbonados utilizados en la industria,

destruyen la capa de ozono y causan graves daños en la salud de las personas. La adhesión de Argentina al Convenio de Viena y al Protocolo de Montreal involucró el compromiso de reducir el uso de las sustancias que afectan la capa de ozono, comprometiéndose internacionalmente a eliminar estas sustancias en enero del 2015. Por ello, en nuestro país el uso de **Bromuro de metilo** está prohibido (Ley N°23.778) exceptuando situaciones particulares donde es utilizado a través de los denominados "usos críticos".

Los "usos críticos" se refieren a una cantidad de Bromuro de metilo que fue solicitada por el sector productivo con posterioridad al 2015, y para ser utilizada exclusivamente en Mar del Plata y Tucumán para el cultivo de frutilla, y en La Plata y Mar del Plata para el cultivo de tomate, debido a situaciones socio-económicas particulares y condiciones ambientales y edáficas. El Protocolo de Montreal recibe anualmente las solicitudes de "usos críticos" y evalúa el otorgamiento para el siguiente ciclo productivo, con el compromiso por parte del sector productivo de reemplazar totalmente el uso de Bromuro y adecuar el manejo productivo.

El trabajo conjunto del sector público y privado permitirá en el corto plazo cumplir el compromiso asumido originalmente por el país, manteniendo la eficiencia productiva y protegiendo el medioambiente y la salud de las personas.

Actualmente, **existen diversas alternativas para lograr la sanidad del suelo y los sustratos en cultivos hortícolas, ornamentales y frutilla.**

Las mismas han sido desarrolladas por el INTA, a través del proyecto "Tierra Sana: Alternativas sustentables para la desinfección de suelos y sustratos en los cultivos hortícolas, frutilla y ornamentales" que lleva adelante el INTA junto a ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial) en colaboración con diferentes programas, Universidades y otros organismos.

La elección de cada alternativa dependerá del grado de infestación del cultivo, y de las condiciones ambientales de la zona productiva.

Se dispone de alternativas físicas, químicas y biológicas:

Alternativas Químicas	<u>Fumigantes alternativos:</u> 1,3 dicloropropeno + Cloropicrina; Metam Sodio; Metam Potasio; Metam Amonio; Dimetil Disulfuro; Dazomet.
Alternativas Físicas	<u>Solarización:</u> Consigue la desinfección mediante empleo de energía solar, al calentar el suelo húmedo cubierto con una película de polietileno transparente.
	<u>Vapor de Agua:</u> Se hace pasar un flujo de vapor a través del suelo o sustrato, elevando la temperatura y destruyendo los organismos perjudiciales para el cultivo. El vapor es generado por una caldera. <u>Colector solar:</u> Consiste en una caja de madera sin tapa y cubierta con polietileno transparente. Dentro de la misma se ubican tubos metálicos que se rellenan con el sustrato a desinfectar.
Alternativas Biológicas	<u>Biofumigación/Biosolarización:</u> Combina la solarización con la descomposición de cultivos (estiércol, restos de cultivos) incorporados al suelo.

Con los métodos de desinfección de suelos se busca controlar:

- Enfermedades fúngicas de raíz/tallo/corona.
- Enfermedades bacterianas.
- Nematodos.
- Malezas.
- Insectos de suelo.

A continuación profundizaremos en cada alternativa y disponibilidad actual:

A. Alternativas químicas:

Fumigantes químicos: son productos que en presencia de humedad y temperatura ambiente se descomponen y liberan una serie de gases que producen la muerte de los patógenos presentes habitualmente en los suelos y sustratos agrícolas (hongos, bacterias, insectos y malezas).

Es fundamental considerar las siguientes pautas de manejo a fin de lograr su eficacia:

- El suelo o sustrato a desinfectar debe prepararse adecuadamente, es decir debe estar suelto, desterronado, abonado, relativamente húmedo y con suficiente temperatura para activar las semillas de las malezas y la biología de los patógenos. Con una adecuada preparación del suelo o sustrato. Puede aplicarse mediante inyección o a través del sistema de riego por goteo.
- La inyección debe realizarse mecánicamente y a 25-30 cm de profundidad y en forma simultánea a la colocación de una lámina de polietileno. Ello es fundamental para evitar el escape de gases.
- La aplicación de los fumigantes a través del sistema de riego por goteo se realiza mediante una bomba inyectora. Se deben colocar las mangueras porta goteros sobre el terreno o sobre los lomos de plantación, según corresponda. Al igual que en el caso anterior, el suelo se debe cubrir con una lámina de polietileno. Es fundamental evitar el escape de gases, para lograr la eficiencia del producto y evitar daños en la salud del operador.
- Luego de la aplicación es necesario realizar el lavado del sistema de riego utilizando agua limpia para eliminar restos de producto. Independientemente del sistema de aplicación utilizado, la lámina de polietileno debe permanecer sobre el suelo durante 10-15 días.
- Posteriormente, se deja ventilar durante 3-5 días antes de realizar la plantación. Este período podrá variar según tipo de suelo y condiciones meteorológicas. Es conveniente realizar en este momento, un test de germinación utilizando el suelo o sustrato desinfectado antes de implantar el cultivo para comprobar que no haya residuos de fumigantes que puedan producir fitotoxicidad.



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG/00/33 INTA/ONUDI)
Aplicación de desinfectantes químicos mediante el sistema de riego por goteo



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG 0033 INTA/ONUDI)
Formación del lomo de cultivo y aplicación de desinfectantes químicos a campo por inyección

B. Alternativas físicas:

- Vapor de agua

Esta técnica consiste en hacer pasar vapor de agua por el suelo o sustrato. El agua es calentada a través de una caldera. El efecto de control se logra debido al aumento de temperatura que se produce en el suelo o sustrato.

Hay diferentes equipos para su aplicación:

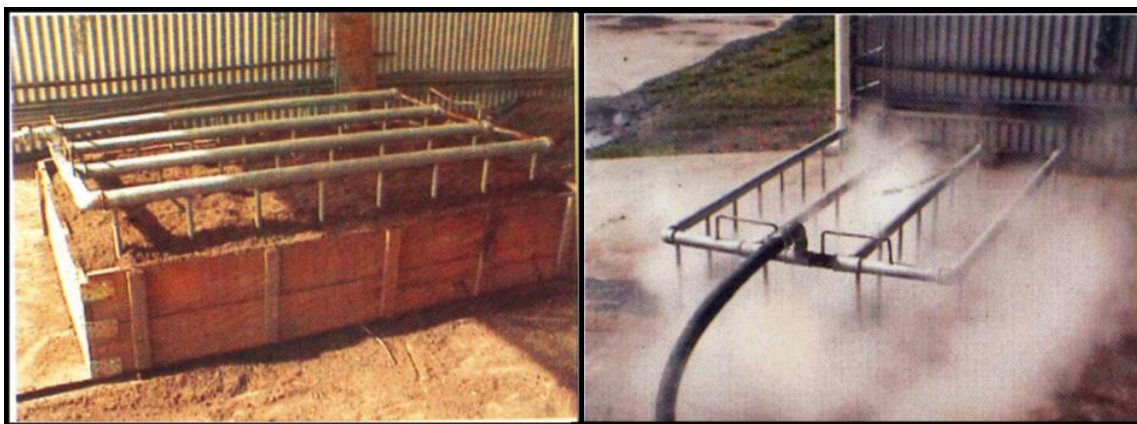
1- *Unidades móviles de desinfección de suelos y sustratos:* este equipamiento está compuesto básicamente por una caldera que genera vapor y un sistema de conducción del mismo hacia placas metálicas que se colocan sobre la superficie a desinfectar.



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG/00/33 INTA/ONUDI)

Unidad móvil de desinfección de suelos y sustratos entregadas a 20 asociaciones de productores a través del Proyecto Tierra Sana.

2- *Sistema de púas*: el mismo consiste en la inyección de vapor sobre un sustrato mantenido en un contenedor.



Desinfección con vapor. Sistema de púas. Foto: CETHEFO, 2003

3- *Movil-vap*: consiste en un rastrillo que inyecta vapor a medida que se desplaza por el suelo o sustrato siendo traccionado por un malacate.

Por lo expuesto, la técnica de vapor, con las consideraciones mencionadas, es otra alternativa para la desinfección de sustratos, especialmente utilizados en el sector ornamental.



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG/00/33 INTA/ONUDI)

Desinfección con vapor. Móvil-Vap

- Solarización

La solarización es un método de desinfección de suelo que utiliza la energía solar. La superficie a desinfectar se cubre con un plástico transparente con el objetivo de retener la radiación solar y producir un aumento de temperatura que permita suprimir o eliminar los organismos patógenos.

Se encontró que es fundamental considerar las siguientes pautas de manejo a fin de lograr su eficacia:

- El suelo debe estar muy bien preparado, desterronado, y permanecer húmedo durante el período de solarización, a fin de conseguir el aumento en la sensibilidad de los patógenos y mejorar el pasaje del calor. De ésta forma, la solarización es efectiva contra un amplio espectro de organismos tales como hongos, malezas, nematodos, insectos y bacterias.
- También se descubrió que este método causa cambios complejos en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, que mejoran el crecimiento y desarrollo de los cultivos implantados.

Como se mencionó si bien el éxito de la solarización depende de varios factores, lo esencial es la preparación del suelo, la humedad del mismo, el tiempo de exposición y la temperatura lograda durante el período de exposición. El poder de control depende del lugar y de la fecha en que se realice.

- Se han encontrado muy buenos resultados en lo que hace al control de organismos patógenos en los lugares que cumplen estas características.

Así, esta técnica ha sido adoptada masivamente por los productores de hortalizas bajo cubierta en el noroeste y noreste del país, debido a que allí las condiciones ambientales y los ciclos de cultivo son propicios para esta alternativa.

Esta práctica complementada con el uso de suplementos químicos, permite la obtención de cultivos de muy buen rendimiento y estado sanitario, logrando que los productores puedan realizar los cultivos bajo invernaderos durante varios años.

En regiones templadas, como la provincia de Buenos Aires (cinturones verdes y Mar del Plata) la adopción de la solarización se vió dificultada porque el momento en que podría realizarse coincide (período primavera-estivo-otoñal) con el período de realización de los cultivos más importantes comercialmente, como tomate y pimiento que justifican el costo de los invernáculos.



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG/00/33 INTA/ONUDI)
Solarización en invernáculo en cobertura total del suelo



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG 0033 INTA/ONUDI)
Solarización en invernáculo sobre el lomo

- Colector solar

Se basa en la utilización de la radiación solar para elevar la temperatura y conseguir la eliminación de patógenos y las plagas presentes habitualmente en los suelos o sustratos.

El equipamiento consiste en una caja de madera de un metro por un metro, que contiene tubos metálicos pintados de color negro, donde se coloca el material a desinfectar. La caja es cubierta en su parte superior por un polietileno transparente y montada sobre un pie de modo que permita modificar su inclinación y así para aumentar el aprovechamiento de la radiación incidente.

El colector solar es una alternativa eficiente para la desinfección de sustratos y ha sido adoptado especialmente por productores de plantas y plántines ornamentales y hortícolas de Buenos Aires y Córdoba.



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG/00/33 INTA/ONUDI)

Colector Solar para desinfección de sustratos



Descarga del sustrato desinfectado

C. Alternativas biológicas:

- Biofumigación

Esta técnica consiste en el agregado de materia orgánica al suelo (estiércol animal y restos de cultivos, especialmente de la familia de las brasicáceas como repollo, coliflor, brócoli, nabo silvestre, mostaza). Estas plantas cuando se descomponen, liberan compuestos (metil-isotiosanatos, sulfuros, etc.) que producen la muerte de la mayoría de los organismos perjudiciales para los cultivos. Otras fuentes de materia orgánica como los estiércoles liberan compuestos tóxicos como el amonio, pero en este caso debe considerarse que los guanos deben ser manipulados luego de su compostaje y que en algunos casos pueden aportar sales al suelo.

No se recomienda utilizar estiércol de pollo o gallina ponedora solo, sino hacerlo en mezcla con otro tipo de material como rastrojos de cultivos que aporten carbono y puedan contribuir a mejorar la estructura del suelo. Los restos vegetales y/o estiércol se incorporan al suelo mecánicamente mediante varias pasadas de disco, rastra rotativa o roto cultivador.

El agregado de materia orgánica al suelo produce, además, mejoras en las propiedades físicas del mismo, mejorando la estructura, aumentando la porosidad y favoreciendo el desarrollo de todo organismo vivo. Para que la biofumigación sea efectiva debe realizarse en los meses de mayor temperatura, durante aproximadamente 30 a 45 días, dependiendo de las características climáticas del lugar donde se implemente. Se recomienda incorporar al menos 10 kg de material fresco por metro cuadrado de suelo para poder tener impacto con esta técnica.

-Biosolarización

La biosolarización combina dos técnicas no contaminantes de desinfección del suelo: solarización y biofumigación.

Al igual que en la biofumigación, se deben incorporar al suelo restos vegetales y/o materia orgánica. Luego de dicha incorporación, el suelo debe cubrirse con polietileno transparente para poder retener la radiación solar y así producir un aumento de temperatura que permita eliminar a los organismos patógenos y a su vez acelerar la descomposición de los materiales incorporados. El suelo debe estar listo para la plantación y el sistema de riego colocado, ya que es importante que el suelo esté húmedo durante todo el proceso, debido a que el vapor de agua es otro componente importante para lograr la eliminación de patógenos.

Una alternativa interesante desde el punto de vista ambiental y económico es chipear los rastrojos de tomate y pimiento, así como los restos de brasicáceas y compostarlos. Durante este tiempo, o al menos durante 10 días previos al compostado es necesario tapar la pila con polietileno transparente para que se eliminen los restos de patógenos y plagas existentes en el cultivo. De esta manera se logran varios objetivos que ayudan a promover una producción sostenible: eliminar rápidamente el peligro de dispersión de inóculo de cultivos viejos a los nuevos, evitar quemar materia orgánica en el predio, reciclar los nutrientes y economizar en la adquisición de fertilizantes.

Este método de desinfección es efectivo para el control de un amplio espectro de organismos patógenos, incluso en regiones templadas. La biofumigación, y

en menor medida la biosolarización, permiten la supervivencia de organismos benéficos como trichodermas, actinomicetos y bacterias promotoras del crecimiento. Esto último otorga a esta alternativa una ventaja diferencial respecto a otras, motivando la implementación en establecimientos que poseen un manejo agroecológico o en aquellos de manejo tradicional pero que incorporan prácticas de manejo sustentables.

En el norte del país (Salta, Jujuy, Tucumán y Corrientes) y especialmente en los cultivos bajo cubierta esto ha reemplazado al Bromuro de metilo y se ha convertido en una práctica de creciente adopción en regiones templadas y bajo invernaderos (cinturón verde de Buenos Aires y Mar del Plata), combinando ésta técnica con otras como rotación y asociación de cultivos.

Algunas malezas que poseen órganos de resistencia, como bulbos o rizomas, no son controladas por la solarización o biosolarización (por ejemplo el cebollín), incluso se ha encontrado que la población de las mismas puede aumentar.

La implementación de esta técnica en zonas de clima templado genera la necesidad de planificar mejor las actividades, pero sí se ha comprobado su eficacia haciendo tratamientos de 30 días de mediados de noviembre a diciembre y de 15 días de enero a mediados de marzo. El tratamiento puede durar 24 meses si los productores son cuidadosos evitando contaminaciones. La técnica tiene el beneficio de controlar formas de resistencia de plagas y patógenos que afectan a los órganos aéreos que utilizan el suelo como refugio entre un cultivo y el próximo. El resultado final es una reducción en el uso global de fitosanitarios y fertilizantes.



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG/00/33 INTA/ONUDI)
Biosolarización en invernáculo



Biosolarización a campo

Para complementar las prácticas de desinfección del suelo y de los sustratos se pueden combinar con otras técnicas como:

1.Utilización y/o producción de plantas injertadas sobre pies resistentes

Es de uso común en fruticultura injertar las variedades sobre distintos pies que confieren resistencia a patógenos o condiciones edáficas poco favorables, así como características agronómicas especiales. Recientemente el uso de plantines de hortalizas injertados sobre pies resistentes a enfermedades ha demostrado ser una opción técnica favorable. Hay experiencias de investigación y a escala comercial que demuestran la eficacia de esta práctica y corroboran los resultados encontrados a nivel mundial.

Actualmente, en nuestro país, los plantines injertados pueden adquirirse en al menos cinco empresas productoras que proveen los materiales a diferentes regiones productivas, principalmente la demanda existente en Mar del Plata, Salta, Mendoza y Corrientes, destacándose el volumen comercializado en Mar del Plata y en Salta.

Esta técnica también se adapta a productores familiares que quieran producir sus propias plantas injertadas. En Argentina se han obtenido cultivos comerciales utilizando como pie de injerto la especie *Solanum sysimbriifolium*, nativa de nuestro país¹, y se ha concretado la obtención de plantas a través de emprendimientos que involucraron a pequeños productores del NOA.



Injerto de tomate

¹ Las plantas nativas son indígenas o autóctonas porque pertenece a una región o ecosistema determinados. Su presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin que medie la intervención humana. Tienen una gran adaptabilidad al medio agroecológico del lugar, en este caso se usó una planta nativa de pie de injerto para dar mayor adaptabilidad como *Solanum sysimbriifolium*.

2. *Uso de microorganismos benéficos* como por ejemplo micorrizas, *Trichoderma virens* y *Azospirillum brasilense*, demuestran los efectos favorables de su uso en las producciones. Algunos de estos productos, se encuentran disponibles comercialmente y complementan el efecto de la desinfección del suelo y el sustrato.



Fuente: Universidad de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias.
Cultivo de tomate con plantas injertadas (a) y sin injertar (b)



Para profundizar alternativas de gestión del suelo cuentan con el material “Presentación Manejo del suelo”.

Producción sin suelo

Cuando no es posible utilizar el suelo porque está contaminado, o no está disponible como en el caso de algunas instituciones educativas o territorios, la producción sin suelo esta es una alternativa.



Se denomina **producción sin suelo** a cualquier sistema que no emplee suelo para el desarrollo de los cultivos.

Dependiendo del medio en el que se desarrollan las raíces, los sistemas de cultivo sin suelo se pueden clasificar en: medio material, hidropónicos o aeropónicos.

1. Medio material, normalmente sólido, en el cual se desarrollan las raíces del cultivo. Los sustratos suelen estar confinados en contenedores que pueden adoptar distintas formas (abiertas o cerradas), volúmenes (cubos, prismas, cilindros) y aspectos (a granel, bolsas, sacos). Por lo tanto, los sustratos deben proporcionar al cultivo todo lo que el cultivo requiere y que normalmente toma por la raíz: agua, nutrientes minerales. Los sustratos pueden ser orgánicos e inorgánicos. Dentro del primer grupo encontramos: turbas (negra, rubia, neutralizada, enriquecida, etc.), sphagnum, fibra de coco, subproductos agroindustriales (cascarilla de arroz), residuos forestales (acículas de coníferas y corteza de pino) y subproductos orgánicos compostados. Los sustratos inorgánicos pueden ser de origen natural, poco o nada transformados (grava, arena, picón) o transformados (arrita, lana de roca, perlita, vermiculita). Los cultivos realizados en un sustrato, según el manejo al que se ven sometidos, pueden funcionar por inundación periódica del sustrato, ya sea por subirrigación, con recogida del retorno en la misma balsa donde se guarda la solución nutritiva, o distribuyendo la solución nutritiva mediante sistemas de goteo. Existe una gran cantidad de materiales y sustratos que permite realizar multitud de combinaciones a la hora de instalar un sistema de cultivo sin suelo. Los sistemas más tradicionales son el cultivo en contenedores de múltiples capacidades (1-100 l), formas (cúbicas, cilíndricas, troncopiramidales) y materiales (polietileno, PVC, poliestireno expandido, fibra de vidrio, cerámicos) y el cultivo en sacos rellenos con un sustrato orgánico (turbas, cortezas de

árboles, serrín, fibra de coco), mineral poco transformado (grava, arena, picón) o mineral muy transformado (lana de roca, perlita) y sintéticos (poliestireno).

2. Cultivos en agua (hidropónicos): Los principales sistemas de cultivo propiamente hidropónicos son, el sistema comúnmente llamado NFT y el sistema "Raíz Flotante". El sistema NFT se denomina así por siglas en inglés (NUTRIENTE FILM TECHNIQUE), haciendo referencia a que la absorción de nutrientes se realiza a través de una lámina nutritiva recirculante. Las plantas crecen dentro de tuberías de PVC perforadas, irrigadas por una solución de nutrientes (solución nutritiva) hasta alcanzar el desarrollo requerido para la cosecha. El sistema está constituido por un tanque o reservorio con solución nutritiva, una bomba para bombear solución nutritiva hacia los cultivos a través de cañerías para esos fines, canales de cultivos (PVC) en donde las plantas están insertadas, una lámina nutritiva que moja las raíces de las plantas para hacerlas crecer y al final del sistema se inserta una cañería de drenaje que recolecta el excedente del riego para que el mismo pueda retornar al tanque o reservorio y ser recirculado. Se utiliza generalmente para el cultivo de hortalizas de hoja (lechuga, rúcula, acelga, espinaca, etc.). En el sistema de "Raíz Flotante", los plantines se colocan en placas de poliestireno expandido (telgopor, plumavit, etc.) perforadas que flotan sobre la superficie de solución nutritiva, haciendo que las raíces de las mismas tengan un contacto íntimo y continuo, logrando de esa manera mantenerse nutridas y creciendo hasta el momento de cosecha. Este sistema de cultivo sin suelo, utiliza solución nutritiva para el crecimiento de las plantas, que se encuentra en piscinas de cultivo. Las piscinas, construidas con distintos materiales, son forradas con plástico para evitar fugas del líquido.

3. Cultivos en aire (aeropónicos): este sistema consiste en un cilindro de PVC, u otros materiales, colocado en posición vertical, con perforaciones en las paredes laterales, por donde se introducen las plantas en el momento de realizar el trasplante. Las raíces crecen en oscuridad y pasan la mayor parte del tiempo expuestas al aire, de ahí el nombre de aeroponía. Por el interior del cilindro una tubería distribuye la solución nutritiva mediante pulverización media o baja presión.



Determinación de umbrales de daño. Tomate en cultivo sin suelo.

Foto: En gira por INTA San Pedro, sistemas de hidroponía.

La nutrición de los mismos es provista a través de soluciones nutritivas. Existen diferentes sistemas debiendo evaluar las ventajas y desventajas para cada cultivo.



Fuente: Proyecto Tierra Sana (MP/ARG/00/33 INTA/ONUDI)

Cultivo de frutilla en sustrato



Cultivo de tomate en sustrato



Cultivo de lechuga en sustrato

Bibliografía de referencia

- Mitidieri, M. 2012. Enfermedades que afectan al duraznero en la Región Pampeana. En: Producción de duraznero en la región pampeana, Argentina. Eds. Valentini, G.; González, J. y Gordó, M. INTA EEA San Pedro. Ediciones INTA. 250 pg.
Disponible on line: <https://bit.ly/3PwZppE> . (última consulta: abril 2022).
- Mitidieri, M. 2013. Demostración de injerto en tomate. Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable. Eds. Mitidieri, M. y Francescangeli, N. Video disponible en: <https://bit.ly/45HJeeE> (última consulta: abril 2022).
- Mitidieri, M. 2018. Curso de formación de biosolarizadores. Videos disponibles en el canal: <https://bit.ly/489I8uS> . (última consulta: junio 2023).

- Mitidieri, M., Corbino, G. 2012. Manual de horticultura periurbana. Ediciones INTA. ISBN 978-987-679-151-9 160 págs.
Disponible en: <https://bit.ly/3ROfjec> (última consulta: abril 2022).
- Mitidieri, M., Polack, A. 2005. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/guia-de-monitoreo-y-reconocimiento-de-plagas-enfermedades-y-enemigos-naturales-de-tomate-y-pimiento> (última consulta: abril 2022).
- Mitidieri, M.; Polack, A. 2012. Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. Ediciones INTA. 2º Edición. San Pedro. Buenos Aires.
Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp_guia_de_monitoreo_2012bdt22.pdf (última consulta: abril 2022).
- Mitidieri, M., Portillo, J.A. 2014. Manejo de la podredumbre morena (Monilinia fructicola y M. laxa) en huertos frutales de Uruguay, Chile, Bolivia, Brasil y Argentina. Eds. Mariel Mitidieri y José Antonio Castillo. ISBN 978-99954-846-4-4. 86 págs.
- Mitidieri, M. 2013. Manejo integrado de enfermedades en duraznero. En: Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 1: Desafíos del Manejo Sanitario en cultivos intensivos. Eds. Mitidieri, M. y Francescangeli, N.
Disponible en: <http://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/2690> (última consulta: abril 2022).
- Mitidieri, M., Francescangeli, N. 2013. Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 2: Tomate y pimiento. Cómo mantener la sanidad de manera responsable. Eds. Mitidieri, M. y Francescangeli, N.
Disponible en: <http://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/2661> (última consulta: abril 2022).
- Mitidieri, M. y Francescangeli, N. 2013. Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 4: Flores y ornamentales. El difícil arte de la belleza. Eds. Mitidieri, M. y Francescangeli, N.
Disponible en: <http://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/2691>.

(última consulta: abril 2022).

- Mitidieri, M. S.; Piris, E.; Brambilla, V.; Barbieri, M; Cap, G.; González, J.; Del Pardo, K.; Ciaponni, M.; Piris, E Barbieri, M.; Celié, R.; Arpía, E., Peralta, R.; Verón¹, R. y Sanchez, F. 2015. Evaluación de parámetros de rendimiento y sanidad de dos híbridos comerciales de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertados sobre *Solanum sisymbriifolium* (Lam.), en un invernadero con suelo biosolarizado. Horticultura Argentina. Horticultura Argentina 34(84): May.-Ago. 2015.
Disponible en:
http://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/1782/INTA_CRBsAsNort.%20e_EEASanPedro_Mitidieri_MS_Evaluacion_de_parametros_rendimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y (última consulta: abril 2022).
- Obregón, V. 2014. Guía para la identificación de las enfermedades del tomate en invernadero.
Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/guia-para-la-identificacion-de-las-enfermedades-del-tomate-en-invernadero> (última consulta: junio 2023)
- Polack, A y Mitidieri, M S. 2005. Producción de tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivo de tomate bajo cubierta. Disponible en:
<http://inta.gob.ar/documentos/produccion-de-tomate-diferenciado.-protocolo-preliminar-de-manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades/>. (última consulta: junio 2023).
- Segade, G. 2013. Manejo integrado de plagas en cítricos y duraznero. En: Sanidad en Cultivos Intensivos. Módulo 1: Desafíos del Manejo Sanitario en cultivos intensivos. Eds. Mitidieri, M. y Francescangeli, N. Disponible en:
<http://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/2690> (última consulta: junio 2023).