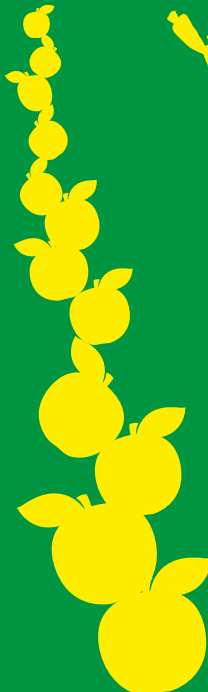
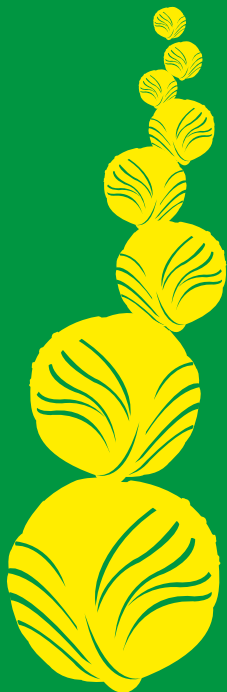


MANUAL TÉCNICO PARA **ORGANOPÓNICOS,** **HUERTOS INTENSIVOS** **Y ORGANOPONÍA** **SEMIPROTEGIDA**



MA MINAG
MINISTERIO DE LA AGRICULTURA



MANUAL TÉCNICO PARA **ORGANOPÓNICOS, HUERTOS INTENSIVOS Y ORGANOPONÍA SEMIPROTEGIDA**

Dr. C. Adolfo Rodríguez Nodals

Dr. C. Nelso Companioni Concepción

Dra. C. Elizabeth Peña Turruella

Dra. C. Miriam V. Carrión Ramírez

M. Sc. Rosalía González Bayón

Dr. C. José Fresneda Buides

Dr. C. Jesús Estrada Ortiz

Dr. C. Félix Cañet Prades

Dr. C. Reynaldo Rey García

Dr. C. Emilio Fernández González

Dr. C. Luis L. Vázquez Moreno

Dr. C. Rubén Avilés Pacheco

Dr. C. Noel Arozarena Daza

Dr. C. Bernardo Dibut Álvarez

M. Sc. Jorge Luis Pozo Menéndez

Ing. Reynaldo Cun González

Ing. Francisco Martínez Rodríguez



MINAG
MINISTERIO DE LA AGRICULTURA

La Habana, 2020

La reproducción de este material ha contado con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el marco del Programa “Impacto, resiliencia, sostenibilidad y transformación” (FIRST), cofinanciado por la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva del Gobierno cubano y no necesariamente refleja los puntos de vista de las organizaciones referidas.

Colaboradores:

Dr. C. Carlos Moya López, Dra. C. Olimpia Gómez Consuegra, Dra. C. Martha Álvarez Gil, M. Sc. Tomás Shagarodsky Scull, Ing. Pedro Luis González La Fé, Ing. Juan José Castellanos† e Ing. Julio César Hernández Salgado, Lic. Lianne Ortiz Guilán, M. Sc. Marisol Motrales, Ing. Francisco Gil, Ing. Reinier Copello, Dra. C. Yanisbel Sánchez (INIFAT), Dra. Alicia Caridad Fernández (IIHLD), Dr. C. Sergio Rodríguez Morales (INIVIT), Alexander Miranda Caballero, M. Sc. Yadira Martínez Pérez // En el trabajo de redacción han participado: Téc. Maribel Mercedes Ramírez Vega, Téc. María Elena Herrería Martínez y Téc. Morell Díaz.

Edición y corrección:

Aldo R. Gutiérrez Rivera

Diseño:

Luis Alonso

Octava edición

© Nelso Companioni Concepción y coautores, 2020

© Ministerio de la Agricultura (Minag), 2020



**Soberanía Alimentaria
y Educación Nutricional
Cuba**

**Ministerio de la Agricultura
(Minag)**

Conill esq. a Avenida Independencia,
Plaza de la Revolución, La Habana,
Cuba

Tel.: (53) 78847186

AGRADECIMIENTOS

Por la participación en la recopilación y el ordenamiento de la información utilizada para la confección de este libro, nuestro agradecimiento a las siguientes instituciones científicas cubanas:

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT)

Instituto de Investigaciones en Sanidad Vegetal (INISAV)

Instituto de Ingeniería Agrícola (IAGRI)

Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD)

Instituto de Ciencia Agrícola (INCA)

Instituto de Suelos (IS)

Además, agradecimientos al Grupo Nacional de Agricultura Urbana Suburbana y Familiar, por el intenso trabajo de revisión técnica, y a entidades, productores, docentes, investigadores y personas en general, que de una forma u otra han participado y aportado sus experiencias de trabajo a estas páginas.

A la memoria del Dr. C. Adolfo Rodríguez Nodals

ÍNDICE

Presentación	7
Introducción	8
Elementos básicos para la construcción de organopónicos	10
Elementos básicos para el fomento de huertos intensivos	18
Patios y parcelas	22
Recomendaciones para mantener altos rendimientos estables en las diferentes modalidades de producción	25
Cultivos apropiados para organopónicos y huertos intensivos	29
Manejo de los cultivos en las diferentes modalidades	52
Semillas	58
Organoponía semiprotegida	60
Riego y drenaje	65
Sanidad vegetal	87
Cosecha y poscosecha	99
Abonos orgánicos. Compostaje y lombricultura	102
Anexos	123
BIBLIOGRAFÍA	124

Presentación

La red de organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida se ha establecido en todas las áreas urbanas y suburbanas del país. Con el aporte de más de 10 kg/m²/año contribuye a satisfacer la demanda alimentaria de vegetales frescos a la población. A ello se adiciona la producción de hortalizas y condimentos frescos que aportan los patios, los microhuertos caseros y las parcelas, para el consumo familiar y del barrio.

El modelo de producción diseñado para conseguir estas producciones tiene una base agroecológica, por lo que favorece la sostenibilidad territorial al utilizar los recursos e insumos propios de la localidad, materializando los principios de la soberanía alimentaria. Además, propicia el uso más eficiente de cada metro cuadrado de superficie disponible para producir alimentos sanos, nutritivos e inocuos, durante todo el año, y favorece el reciclaje de residuos biodegradables.

Con el objetivo de lograr el rendimiento de productos con calidad, en las diferentes modalidades, requiere la aplicación de los resultados de la innovación científica en cuanto a: nuevas variedades, elaboración de sustratos, mantenimiento de la fertilidad, control de plagas, riego adecuado y manejo general de las unidades productivas.

Ante este reto se ha confeccionado este *Manual técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida* (octava edición), que recoge en breve síntesis los saberes científicos de numerosas instituciones que integran el Grupo Nacional de la Agricultura Urbana Suburbana y Familiar.

Dr. C. Nelso Companioni Concepción

Introducción

El 27 de diciembre de 1987, el General de Ejército Raúl Castro Ruz indicó generalizar en el país el cultivo de hortalizas, sobre bases orgánicas, en los llamados organopónicos, cuyo desarrollo, desde el comienzo de su explotación, a mediados de la década de 1990, propició extender la tecnología del manejo de los cultivos utilizada en los organopónicos, a la modalidad de huertos intensivos, en los que no se emplean paredes laterales o gualderas en los canteros, modalidades de cultivo hortícola consideradas entre las más productivas y extendidas por toda la Isla.

El perfeccionamiento de la producción de hortalizas ha contemplado el uso de tecnologías que posibilitan el incremento del surtido y la calidad de las ofertas, en los meses de coincidencia de elevadas temperaturas, intensas lluvias y alta radiación solar. Para ello se incluyó en el Programa Nacional de la Agricultura Urbana Suburbana y Familiar, y el Subprograma de Organoponía Semiprotegida. Las unidades productivas en esta modalidad usan fundamentalmente canteros protegidos con gualderas.

Los trabajos realizados durante 1988 y 1992 por el Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR), el Instituto Nacional de Reservas Estatales (INRE), el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), la Sección Agropecuaria del Ministerio del Interior (MININT) y, en menor escala, otros organismos, permitieron la creación y publicación del *Manual para Organopónicos Populares*, en enero de 1993, el cual contó, además, con las recomendaciones técnicas de especialistas chinos y el auspicio de la Asociación de Amistad Cubano-China.

La creación del Grupo Nacional de Organopónicos (1994), convertido en Grupo Nacional de Agricultura Urbana en 1997, coordinado por el INIFAT y con la participación de especialistas de diferentes ministerios e instituciones científicas relacionados con la producción de hortalizas, favoreció la recepción de las experiencias acumuladas, el análisis colectivo de estas y la elaboración conjunta de medidas técnicas y organizativas que, a la vez que impulsan el desarrollo de los organopónicos, regulan las disposiciones sobre sistemas constructivos, variedades, plagas, manejo de sustratos, suelos, cultivos, etcétera.

Esto, junto a la organización de reuniones técnicas y talleres, y la actividad extensionista realizada durante los recorridos del Grupo Nacional de Agricultura Urbana, que abarca todos los municipios del país, hizo posible recopilar el acervo cultural existente sobre el cultivo de hortalizas y condimentos frescos, en las modalidades de Organopónico y Huerto Intensivo, y publicar el *Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos*, en el año 2000.

A pesar de encontrarse la producción aún en constante perfeccionamiento, mediante el uso de estas tecnologías, se ha avanzado paulatinamente en la solución de un problema de alta sensibilidad para la población: la oferta de hortalizas frescas durante todo el año, con el convencimiento de que, unido al resto de las producciones agrícolas de hortalizas, se llegara a entregar en la mesa familiar, como mínimo, 300 g per cápita de hortalizas diarias. La meta de un rendimiento de 20 kg/m²/año de productos hortícolas debe convertirse en la cifra promedio que se debe alcanzar en cada organopónico del país, así como 15 kg/m²/año en la variante de huertos intensivos.

En febrero de 2003 se inició en la República Bolivariana de Venezuela, el Programa para el Desarrollo de los Organopónicos, cuyo Plan Piloto para las primeras 50 hectáreas fue elaborado junto a especialistas del Ministerio de Agricultura y Tierras, de Venezuela, y sus Fuerzas Armadas Bolivarianas, y del INIFAT, el Grupo Nacional de Agricultura Urbana y el Instituto Nacional de la Reserva Estatal, de Cuba, y aproba-

do por los presidentes Hugo Chávez Frías y Fidel Castro Ruz. Con ello, se realizó en abril siguiente una nueva edición del *Manual de Organopónicos y Huertos Intensivos*, gracias a la colaboración entre: Ministerio de Agricultura y Tierras (MAT), Instituto de Desarrollo Local (IDEL), Instituto de Desarrollo Rural (INDER), Fundación de Capacitación e Innovación para el Desarrollo Rural (CIARA), todos de Venezuela, y el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT) de Cuba, junto a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El *Manual* constituyó una valiosa herramienta de trabajo para la capacitación de técnicos y productores del Programa.

En 2005, el Ministerio del Azúcar de Cuba realizó la tercera edición del *Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos*, como parte de la Tarea Álvaro Reynoso I y II, con el fin de apoyar la capacitación de los productores, y como guía técnica para las fases de organización, construcción y cultivo de 2 800 hectáreas nuevas de organopónicos y huertos intensivos.

La prioridad asignada a los organopónicos y huertos intensivos por el Convenio Integral de Cooperación Cuba-Venezuela, en el marco del Proyecto de Agricultura Sostenible a Pequeña Escala (Urbana y Periurbana), en Venezuela, propició la publicación en ese hermano país, de una cuarta edición (CIARA-MAT-FAO) en 2005 y de una quinta edición en 2006 (CIARA-Convenio Cuba-Venezuela), del *Manual de Organopónicos y Huertos Intensivos*.

El Grupo Nacional de Agricultura Urbana publicó la sexta edición del *Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida*, con el auspicio de la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF), en el año 2007. Posteriormente, en 2011, se actualizó y publicó la séptima edición del *Manual*, con el auspicio del Proyecto Apoyo de la Lucha contra la Anemia en Grupos Vulnerables, en Cuba, y el Proyecto PROAGRO.

El desarrollo acelerado de los organopónicos y huertos intensivos, sustentado por los positivos resultados productivos, los resultados de las investigaciones realizadas en las diferentes instituciones científicas y las nuevas experiencias acumuladas por los productores en los últimos años, aconsejaron la revisión y el perfeccionamiento de este documento en una nueva edición, la octava, corregida y aumentada, para lo cual se contemplaron las recomendaciones de varias instituciones, especialistas y productores, según particularidades del proceso productivo.

Con la publicación de este *Manual* rendimos póstumo homenaje a los compañeros Alfredo Jordán Morales, guía y fundador del Movimiento Nacional de Organopónicos y de la Agricultura Urbana, en Cuba, por su dedicación personal a la actividad como ministro de la Agricultura; al General de Brigada Moisés Sio Wong, por su activa participación en el desarrollo de estas tecnologías y su valioso aporte técnico y organizativo; al compañero Eugenio Fuster Chepee, por sus iniciativas en la organización de las unidades productivas y su desarrollo en el sistema urbano; y al fundador, líder indiscutible de este Movimiento, el Dr. Adolfo Rodríguez Nodals, quien participó activamente en la proyección y el desarrollo integral de estas tecnologías durante más de 27 años.

Llegue nuestro sincero reconocimiento al compañero General de Ejército Raúl Castro Ruz, autor intelectual de este Movimiento Productivo, por su apoyo y participación directa en el Desarrollo del Programa Nacional de Agricultura Urbana Suburbana y Familiar.

Este *Manual* constituye, sin dudas, nuestro modesto aporte para avanzar con el legado que nos dejó el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, en el ámbito de la seguridad alimentaria, que contribuye a la soberanía alimentaria y apoya la seguridad nacional.

Elementos básicos para la construcción de organopónicos

Los organopónicos se organizan sobre canteros, en espacios de suelo infértil, protegidos por gualderas que los conforman, estableciéndose un sistema cerrado, ya que las plantas crecerán sobre un sustrato preparado a tal fin. Para su construcción y ubicación se debe tener en cuenta la localización y el diseño constructivo.

Localización y diseño constructivo

Los organopónicos se ubican en áreas urbanas de ciudades (figura 1), pueblos y bateyes. Se debe considerar realizar su construcción:

- Preferentemente, en áreas improductivas y llanas.
- Lo más cercana posible a los destinatarios de la producción final, lo que evita la transportación desde lugares lejanos, con el consiguiente deterioro de los productos.
- Sin árboles intercalados, para evitar la sombra y el efecto dañino de sus raíces.
- En zonas de mucho viento: buscar un lugar protegido por una cortina de árboles o construir alguna protección.
- En áreas con buen drenaje superficial, protegidas contra corrientes de agua y posibles inundaciones.
- En áreas con fácil acceso, disponibilidad de agua para el riego y electricidad.



Fig. 1 Organopónico dentro de la ciudad.

El diseño constructivo o proyecto debe contemplar que la unidad se integre a la estética del entorno y, al mismo tiempo, facilite el reciclaje de desechos de construcción. Para conformar los canteros existen diversas variantes de materiales (figura 2), entre ellas:

- Uso de bloques y ladrillos de fabricación local.
- Postes de concreto u hormigón, defectuosos, procedentes de construcciones locales.
- Variantes rústicas, más económicas, como: piedra, madera (costaneras), bambú, neumáticos desechados y otros.
- Planchuelas metálicas o plásticas.



Fig. 2 Organopónicos con materiales disímiles.

Drenaje: el drenaje se realizará fundamentalmente en terrenos bajos y para facilitar-lo se utilizarán grava, tubos u otras variantes. Si el terreno dispone de buen drenaje, se pueden remover los primeros 30 cm del suelo con tridente, pico y otros medios disponibles. El desnivel entre los dos extremos del cantero, respecto al suelo, será de 1 % a 2 %.

Orientación: en relación con su longitud, los canteros se orientarán en sentido norte-sur, siempre que sea posible. Las dimensiones de los canteros y pasillos son:

- Longitud: no más de 30 m
- Longitud óptima: de 15 m a 25 m
- Anchura: 1,2 m de cantero efectivo
- Profundidad: 0,3 m de sustrato efectivo
- Anchura de los pasillos entre canteros: 0,5 m

De acuerdo con la dimensión de la unidad y las características del área, deberán preverse calles más anchas que separen cada "batería" y secciones o grupos de canteros entre sí, para facilitar la extracción de los productos y otras labores. Esas calles transversales o longitudinales no deben ser mayores de 2 m a 3 m de ancho, para evitar el desaprovechamiento del área disponible.

Sustratos. Características, preparación y conservación de la fertilidad

El sustrato para la tecnología de organopónico se define como: cualquier material orgánico de origen natural, capaz de sostener a las plantas en su desarrollo y satisfacer sus necesidades nutricionales, permitiéndoles expresar su potencial productivo.

Este tipo de sustrato se considera químicamente activo, ya que actúa como soporte de las plantas y, a su vez, libera los nutrientes necesarios, mediante un proceso de mineralización que consiste en la descomposición del material sólido del sustrato por los microorganismos presentes. A diferencia, están los sustratos llamados químicamente inertes, que solamente sostienen a las plantas y cuya nutrición se realiza mediante soluciones fertilizantes.

En la caracterización de los sustratos se suelen distinguir tres tipos de propiedades: físicas, químicas y biológicas. Del conocimiento y manejo adecuado de ellas depende el éxito de los cultivos.

Características de los sustratos

Propiedades físicas

Están directamente asociadas a la capacidad de proveer agua y aire al sistema de raíces. Entre ellas se encuentran:

- Espacio poroso total: es el volumen total del sustrato no ocupado por partículas orgánicas, también conocido como espacio vacío. Los poros pueden ser: capilares (muy pequeños), encargados de retener el agua, y no capilares (más grandes), que quedan vacíos después del riego, cuando el sustrato comienza a escurrir; sin embargo, no secan totalmente y siempre mantienen una delgada capa de agua alrededor de las partículas del sustrato. La materia orgánica posee poros dentro de sus partículas y entre una y otra, lo que aligera las mezclas con el suelo y hace que sean apropiados para el cultivo en canteros o camas. **El valor debe ser aproximadamente 85 % del volumen aparente.**
- Agua fácilmente disponible: es aquella que el sustrato retiene y la planta succiona sin muchos esfuerzos. Los poros capilares retienen el agua de dos formas: de

manera que la planta no puede succionar y de manera que la planta puede succionar fácilmente; esta última es la que interesa en un sustrato orgánico, así como la cantidad de agua que pueden retener. **El valor óptimo de esta agua está entre 20 % y 30 % del volumen total aplicado.**

- Capacidad de aireación: representa la proporción del volumen del sustrato que contiene aire, después que se ha saturado con agua y drenado. **El valor óptimo oscila entre 10 % y 30 % del volumen total.** El cultivo en canteros representa un espacio cerrado, donde las raíces no pueden extenderse fuera de sus límites y necesitan oxígeno suficiente para respirar y crecer. También están los microorganismos que igual necesitan respirar para realizar la mineralización de la materia orgánica, y poner a disposición de las plantas los nutrientes necesarios. Es decir, prácticamente se necesita mucho más del oxígeno que en suelos de poco contenido de materia orgánica. La correlación entre los volúmenes de aire-agua en el sustrato, constituye una de las características fundamentales; resulta importante tanto la cantidad de aire como su composición.
- Densidad aparente: es la relación entre la masa o el peso de las partículas y el volumen aparente que ocupan, incluyendo la materia sólida y los macroporos y microporos. Sus valores dependen de la granulometría, textura y compactación del sustrato. Cuando la densidad aparente aumenta, disminuyen la cantidad de poros; esto hace más compacto el sustrato y afecta el drenaje y la oxigenación. La densidad aparente se puede calcular con la muestra húmeda en condiciones de campo y seca en laboratorios.

Propiedades químicas

Es el conjunto de reacciones químicas por interacción de cargas entre la fase sólida y líquida, y la degradación de la materia orgánica.

- Nutrientes asimilables: agotadas las reservas existentes en las semillas durante la germinación, la nueva planta que se desarrolla comienza a sintetizar los compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento, asimilando a través de sus raíces, en contacto directo con el sustrato, trece elementos esenciales, que toman el oxígeno y carbono del aire circundante. De acuerdo con la cantidad que requiere de cada uno, se agrupan en:
 - Elementos mayores: nitrógeno, fósforo y potasio.
 - Elementos menores: azufre, calcio y magnesio.
 - Microelementos: hierro, cinc, cobre, manganeso, boro, cloro y molibdeno.
 - Otros elementos, que si bien no son esenciales pueden resultar beneficiosos, por ejemplo, sodio y silicio.
- Salinidad: se refiere a la concentración de sales presentes en el sustrato. Se utiliza la conductividad eléctrica o conductancia para conocer, de manera aproximada, la concentración de sales ionizadas en la solución del sustrato. Se expresa en mS/cm o mmho/cm. El valor de la conductividad puede variar según la calidad del agua de riego, los componentes de la mezcla y la época del año. Según la literatura consultada, el valor puede ser fijado en 800 microS/cm (0,8 dS/m) como mínimo y entre 1,5 y 2,0 dS/m como máximo, para un desarrollo normal del vegetal.
- pH: factor que ejerce un efecto principal sobre la asimilación de los nutrientes por las plantas. Cuando los valores se encuentran entre 5,0 y 6,0 la mayoría de los nutrientes mantienen sus niveles máximos de asimilación, mientras que por debajo de 5,0 suelen presentarse deficiencias de N, Ca, Mg y B. Si el valor sube por encima

de 6,0 disminuye la asimilabilidad de: hierro, fósforo, cinc, manganeso, boro y cobre.

- **Baja velocidad de descomposición:** todos los sustratos orgánicos están expuestos a la degradación o descomposición provocada por la actividad de los microorganismos, que ponen a disposición de las plantas los nutrientes necesarios para el crecimiento. Este proceso se identifica como mineralización de la materia orgánica. Por ello, cuando se escogen los materiales para realizar las mezclas de sustratos, resulta muy importante conocer si son más o menos estables, lo que viene dado por el contenido de celulosa o lignina, que los hacen más resistentes.

Tomando en consideración lo analizado, **el mejor sustrato será aquel que proporcione la máxima cantidad de agua, el mayor volumen de aire, los elementos nutritivos necesarios, el anclaje adecuado para las raíces y libre de componentes que frenen el crecimiento de la planta.**

Es importante conocer los aportes nutricionales de los diferentes materiales orgánicos, de forma tal que se puedan elegir las mezclas adecuadas para una buena nutrición. En la tabla 1 se ejemplifican algunas fuentes.

Tabla 1. Aportes medios de NPK en kg/t de material orgánico

Fuentes	Nitrógeno	Fósforo (P_2O_5)	Potasio (K_2O)
Estiércol vacuno	2,9-11,5	1,7-3,0	1,0-5,0
Estiércol porcino	6,0-11,5	4,0	2,6-6,0
Estiércol ovino	5,5	3,1	1,5-11,0
Cachaza	19,9-21,0	12,5-23,0	4,4-12, 3
Gallinaza	12,0	6,5	3,8
Humus de lombriz	15,0	5,0-7,5	3,0-7,0
Cascarilla de arroz	4,8-7,5	0,8-1,5	3,1-5, 3
Aserrín	6,6	3,3	19,1
Cáscara de cacao	12,8	1,1	25,1
Cáscara de café	8,0	1,7	20,7
Pulpa de café	32,7	3,9	16,9
Residuos de henequén	58,5	4,9	4,3
Residuos de cervecería	41,2	5,7	1,0
Compost	10,7	8,4	10,2

Cuando se preparan las mezclas deben analizarse en el laboratorio y determinar el contenido de sales que presenta la combinación elegida. En la tabla 2 se presenta la escala de valores.

Tabla 2. Escala de valores para clasificar el contenido de sales

Contenido	Evaluación
Menor de 0,74	Muy bajo
De 0,75 a 1,99	Apropiado para la germinación y el crecimiento de plántulas
De 1,5 a 2,0	Apropiado para el cultivo de la mayoría de las hortalizas
Mayor de 3,5	Alto para la mayoría de las plantas

Preparación de sustratos

En todos los territorios existe disponibilidad de materiales orgánicos provenientes de la cría de distintas especies de ganado y de los desechos de industrias,

como: despulpe de café, fabricación de bebidas, beneficio del arroz, industria maderera y otras. La elección de la fuente orgánica, los materiales acompañantes, las proporciones de cada uno y el manejo posterior para la conservación de la fertilidad inicial, constituyen los aspectos esenciales en la obtención de altos rendimientos de manera sistemática.

Para la elección de los materiales hay que tener presente la calidad de nutrientes en su composición, las propiedades físicas, la disponibilidad territorial y el costo de transportación, y así obtener altos rendimientos y eficiencia económica.

Aspectos esenciales de cada componente del sustrato

Cada componente seleccionado para la mezcla deberá cumplir algunos requisitos generales con la intención de utilizarlos de manera segura.

- **Orgánicos:** se pueden usar los estiércoles de todo tipo, exceptuando: domésticos, cachaza, humus de lombriz, gallinaza, cascarilla de arroz, turba, compost y otros. Todos deberán estar bien descompuestos, como requisito indispensable, y sus contenidos nutrimentales estar en el rango que se expresa en la tabla 1. Su aspecto será oscuro, la consistencia granosa y friable, y el olor parecido al del suelo húmedo.
- **Suelo:** el suelo que se utilizará será imprescindiblemente de la capa vegetal, donde está la vida biológica y la mayor cantidad de nutrientes en forma asimilable. Se debe considerar la reacción del suelo, medida por su pH, para combinar sabiamente los materiales acompañantes, de manera que baje o suba su valor, llegando al neutro o ligeramente ácido.
- **Zeolita:** es un mineral no metálico activo, con alta capacidad de retención de nutrientes que luego libera lentamente, sobre todo, calcio, potasio y otros. Presenta reacción alcalina. Además de las propiedades químicas mencionadas, la zeolita favorece grandemente el mantenimiento de buenas condiciones físicas, como: abundante aireación y retención de agua. El tamaño de partículas apropiadas para los sustratos es de 3 mm a 5 mm de diámetro; cuando resulta menor puede favorecer la compactación y si es mayor retiene tanta agua que puede afectar a los cultivos. Puede ser utilizada en un 25 %, como valor máximo en la mezcla.
- **Cascarilla de arroz:** es un desecho en el proceso del beneficio de arroz, muy estable, de alto contenido de lignina y baja tasa de mineralización, que apenas aporta nutrientes. Posee una baja densidad que lo hace muy ligero, de buen drenaje, proporcionando excelente aireación a las mezclas. Antes de utilizarla es necesario compostearla (fermentarla) durante 10 días al menos, y así, húmeda, usarla para la preparación del sustrato; si está seca se separa de la masa durante el proceso. Además, se facilita la germinación de granos de arroz que pudiera mantener, disminuyendo las plantas indeseables en los canteros. Se recomienda un valor máximo en la mezcla de 15 %.
- **Aserrín o virutas de madera:** estos materiales son de lenta descomposición; poseen baja densidad y buen drenaje, favoreciendo la aireación en la mezcla. Si el material proviene de maderas rojas, es necesario fermentarlo al menos 10 días, de manera que pierda los fenoles que pueden intoxicar a las plantas.
- **Turba:** transfiere a la mezcla propiedades físicas muy deseables en cuanto a la retención de agua y drenaje a la vez; sin embargo, por una parte, contiene bajos contenidos de nutrientes para las plantas, y por otra, retiene muchos de ellos cuando están presentes otras fuentes que los liberen, como el humus de lombriz, la cachaza o los estiércoles. Las investigaciones han demostrado que puede estar presente en la mezcla hasta un 40 % del volumen total.

Procedimiento para realizar las mezclas

Realizar mezclas de diferentes materiales es una acción decisiva en el fomento de un organopónico, y también en las prácticas posteriores, cuando se aplican cantidades de sustratos para reponer volúmenes perdidos por diferentes razones. Para obtener altos rendimientos de forma estable se han llevado a cabo numerosas investigaciones que han establecido un principio básico: la materia orgánica debe ocupar tres cuartas partes del volumen total.

Los rendimientos más altos en organopónicos se han logrado, cuando en la mezcla el material orgánico está en una proporción de 75 % del volumen total que se va a preparar. Sin embargo, desde un punto de vista práctico, y para el fomento de un organopónico, se pueden mezclar suelo y material orgánico a partes iguales, siempre que se realicen aplicaciones sistemáticas de material orgánico durante el año.

La cantidad total de la materia orgánica calculada deberá estar constituida por una mezcla de origen animal y vegetal, ya que la primera es de rápida descomposición, lo que favorece la liberación de nutrientes; la segunda, que es más lenta, beneficia una reserva en el tiempo (figura 3).

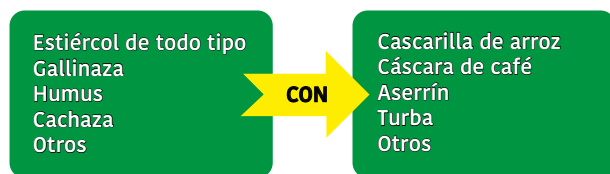


Fig. 3 Ejemplo de una mezcla de origen animal y vegetal, que constituye la materia orgánica.

Para usar los materiales que aparecen en la segunda columna, con excepción de la turba, se deberá contemplar que sus aportes en nutrientes son pocos, y que su elección y cantidad estarán basadas en el aseguramiento de las propiedades físicas de los sustratos. **La cantidad que se debe mezclar estará entre 15 % y 20 %.**

El otro componente esencial de un sustrato es el suelo. Según con las características que debe tener para su elección, explicadas anteriormente, se tiene que: la cantidad en el volumen total de las mezclas será de 25 % para máximos rendimientos y de 50 % para rendimientos satisfactorios y rentabilidad. No obstante, existen algunas situaciones locales que se deben considerar:

- En aquellos territorios donde el suelo predominante o disponible presenta una alta plasticidad, la proporción en la mezcla deberá ser baja con valores menores de 25 % y habrá que aumentar un tanto el resto de los materiales, como materia orgánica de buena calidad y otros que contribuyan a minimizar la plasticidad.
- Cuando se dispone de suelos de baja fertilidad o muy lixiviados, habrá que seleccionar un material orgánico rico en nutrientes, como el humus de lombriz, por ejemplo, para que así se equilibre su pobreza, pudiendo mantener un 50 % en la mezcla para comenzar las producciones, e imprescindiblemente las aplicaciones sistemáticas posteriores deberán realizarse con materiales orgánicos de descomposición más lenta.
- Si el suelo es de pH alto, su presencia en la mezcla será de un 25 % y la materia orgánica que se debe usar puede ser un compost basado en hojas, que generalmente resulta ácido, u otros componentes que tiendan a equilibrar la reacción del suelo.

- Si el suelo es de pH bajo, su presencia en la mezcla puede ser de 50 %, siempre que la materia orgánica sea estiércol o cachaza, u otra con valores que equilibren esa acidez.

Todo lo planteado hasta ahora indica que, en materia de mezclas y proporciones, es posible utilizar el suelo presente en la localidad, y conocer y manejar sus características y propiedades, de manera que garantice rendimientos satisfactorios y económicamente eficientes.

Un componente ocasional en la mezcla para elaborar sustratos lo constituye la turba, predominante en Pinar del Río y Matanzas. Las investigaciones han demostrado que puede estar presente hasta en un 40 % del volumen total del sustrato, siempre que la materia orgánica acompañante sea rica en nutrientes, como, por ejemplo, el humus de lombriz y la cachaza.

Conservación de la fertilidad de los sustratos

El cultivo de hortalizas en condiciones de organopónicos implica una intensidad en el tiempo y el espacio, para lograr altos rendimientos anuales con buena calidad de cosecha. Esta premisa indica que el sustrato debe mantener alta fertilidad y propiedades físicas de porosidad, retención de agua y aireación, capaces de mantener rendimientos con alta eficiencia económica. Estas condiciones se logran en las mezclas cuando se preparan por primera vez, pero en la medida que se desarrolla la producción, las condiciones pueden variar, bajando los contenidos de fósforo y potasio hasta la mitad de los valores iniciales al cabo de 2 años y la materia orgánica de un 45 % al inicio, hasta 15 %-20 % después de 2 años sin aplicaciones sistemáticas. La práctica cotidiana de emplear materia orgánica puede favorecer el mantenimiento de la fertilidad (figura 4).



Fig. 4 Materia orgánica en los canteros.

El seguimiento a la variación de las propiedades físicas de los sustratos constituye un indicador para la toma de decisiones, en el manejo de la unidad de organopónico.

Monitoreo de la compactación del sustrato

El indicador de Densidad Aparente (DA) proporciona un conocimiento en la pérdida o disminución de las propiedades físicas del sustrato, afectando el Espacio Poroso Total (EPT), el Agua Fácilmente Disponible (AFD) y la Capacidad de Aireación (CA), y disminuyendo el crecimiento de las plantas con el consiguiente rendimiento antieconómico.

La DA se puede medir de forma práctica en el campo, procediendo de la siguiente forma:

- **Mezclas iniciales:** tomar una muestra del sustrato vertido en el cantero, de aproximadamente 15 cm de profundidad, en zigzag. Verter en una probeta de 1 L o en un recipiente previamente aforado y pesado. Esta será DA = Peso sustrato

húmedo expresado en g/cm³ o mL (g/L). Existen reportes de estos valores que colocan a las fuentes orgánicas entre 100 g/L y 800 g/L. Los valores pueden ser menores cuando se mezcla la MO con aserrín o cascarilla de arroz, pudiendo variar desde 400 g/L a 450 g/L; cuando se agrega el suelo estos valores se elevan. Lo importante será contabilizar los valores iniciales, para conocer su variación en el tiempo.

- **Sustratos en producción:** antes de proceder a realizar enmiendas de cualquier tipo se debe hacer un muestreo, según lo recomendado anteriormente, y comparar los valores obtenidos con los iniciales. Si el valor de la DA se ha incrementado entre 1 300 y 1 350, al cabo de un año de producción sin aplicaciones sistemáticas de material orgánico, indica pocos poros, baja aireación, alguna compactación y mal drenaje. **En este caso se pueden realizar aplicaciones de materiales orgánicos que permitan bajar los valores de la DA.**
- **Materiales orgánicos:** una práctica para realizar en el organopónico será cuantificar la DA de los materiales orgánicos que se compren, y tener criterio sobre las densidades y la riqueza nutricional en el sustrato, después de realizadas las mezclas, ya que puede tener valores de DA bajos, comparativamente, acompañados de bajos rendimientos, y será debido a la pobreza nutricional de las fuentes utilizadas. **Este resultado indica que la DA es un factor que se debe tener en cuenta, pero la riqueza nutrimental desempeña un papel importante.**
- **Prácticas de manejo de cultivos:** el manejo de los cultivos resulta una práctica esencial en la conservación de la fertilidad de los sustratos. Pueden ser: rotación de cultivos, mantenimiento de la superficie cubierta, asociaciones, intercalamientos y laboreo adecuado. **El planeamiento y la sistematicidad en estas prácticas permite un sustrato rico en nutrientes y condiciones físicas satisfactorias.**

Elementos básicos para el fomento de huertos intensivos

La producción de alimentos, mediante la tecnología de Huerto Intensivo, se organiza en canteros contruidos en suelo fértil, lo que constituye un “sistema abierto” al tener las plantas y los procesos que se desarrollan en su medio, una vinculación directa con el suelo.

Localización:

- Poseer suelos con buena fertilidad, en el que las propiedades físicas faciliten el drenaje y la aireación.
- Estar libre de posibles inundaciones o arrastres por corrientes de aguas superficiales.
- Recibir luz solar plena en toda el área, sin sombra provocada por árboles o edificios.
- Disponer de agua, con la calidad necesaria, para su uso racional en el riego y posibilidades de electrificación.
- Estar ubicado cerca de núcleos poblacionales con fácil acceso al flujo de los destinatarios de la producción final.

El tamaño del huerto intensivo varía según el área existente, desde algunos cientos de metros cuadrados hasta más de una hectárea, con la disponibilidad de agua y el volumen de producción necesarios. Los huertos extremadamente grandes necesitan recursos materiales costosos y un personal administrativo para el control técnico y económico. Además, está demostrado que la eficiencia por lo general disminuye cuando se fomentan en áreas compactas mayores de una hectárea; es preferible subdividirla en áreas menores.

Aspectos previos al establecimiento del huerto intensivo

En primer lugar, es necesario conocer el tipo de suelo y las características que puedan limitar los rendimientos de los cultivos. En función de estas, se planificarán las labores previas que permitan atenuarlas y alcanzar los rendimientos esperados. En general, los suelos que sean seleccionados para implementar un huerto intensivo deben tener una profundidad efectiva superior a 30 cm (Horizonte A y Horizonte A+B); preferiblemente relieve de llano a ligeramente ondulado; buen drenaje y buena fertilidad (figura 5).



Fig. 5 Huerto intensivo.

Conocimiento de las características de los suelos

En Cuba existen suelos que permiten implementar la tecnología de Huerto Intensivo, de forma productiva. Según sus características específicas se agrupan en:

- **Grupo 1:** Ferralíticos Rojos, Ferralíticos Rojos Lixiviados, Fersialíticos Pardo Rojizo, Pardos, Húmico Sialítico. Son suelos muy productivos, por ser profundos, de topografía llana, con características físicas que determinan buen drenaje interno y externo. Sin embargo, son de poca fertilidad, con tendencia a la compactación, excluyendo el tipo Húmico Sialítico. Estos, generalmente tienen buena fertilidad, pero agravada por el uso de agrotecnologías agresivas, como intensa fertilización y uso excesivo de maquinarias y productos químicos, sin tener en cuenta medidas de protección. Tales acciones han provocado una disminución brusca de su contenido en materia orgánica, que incide directamente con fenómenos de baja fertilidad, compactación, problemas de drenaje, erosión y pedregosidad, los que forman parte de los factores limitantes para alcanzar rendimientos óptimos en los cultivos.

- **Grupo II:** Vertisoles, Gleysoles, Fluvisoles. En general, son suelos profundos y fértiles, con altos contenidos de arcillas tipo 2:1, que determina malas características físicas, estructura en bloques cuando secos y masiva en húmedo, lo que se manifiesta en fuerte grado de compactación y mal drenaje interno y externo (excluyendo los Fluvisoles)
- **Grupo III:** Arenosos y Ferralíticos Cuarcíticos, característicos de Pinar del Río e Isla de la Juventud. Son suelos arenosos, poco fértiles, con malas características físicas, en algunos casos drenaje excesivo y alta susceptibilidad a los procesos erosivos.

Dentro de la clasificación agroproductiva de los suelos de Cuba, todos se ubican en las categorías I y II, que son suelos muy productivos y productivos, respectivamente, aunque algunos se ubican en la categoría III, o sea, muy poco productivos. En correspondencia —que se acentúa por la influencia antrópica a lo largo del tiempo que se ha ejercido sobre ellos—, será necesario aplicar diferentes medidas de mejoramiento y conservación antes de ubicar en ellos un huerto intensivo.

Labores de acondicionamiento

La nivelación garantiza que no se produzcan encharcamientos por falta de uniformidad del terreno.

La subsolación rompe la capa compacta que pudiera presentar el suelo para mejorar el drenaje y crear mejores condiciones durante el desarrollo de las raíces de las plantas. Esto es muy importante en los suelos pesados como los Vertisoles.

Es de suma importancia la utilización de medidas antierosivas, como el uso de las curvas de nivel, barreras vivas y muertas, para detener los procesos erosivos y evitar las pérdidas de la capa superior del suelo debido al arrastre, las que permitirán mantener la fertilidad de los suelos.

Las zanjas de drenaje permiten el aislamiento hídrico de las áreas de cultivo, al desviar la salida de las aguas; estas últimas son muy importante en suelos Pardos ubicados en zonas onduladas y los arenosos.

Mejoramiento y conservación de la fertilidad

Otras prácticas, en la mayoría de los casos y previamente al establecimiento del huerto intensivo, se refieren a las relacionadas con el mejoramiento de la fertilidad. Ellas son:

- **Uso de cultivos previos:** en Cuba existe experiencia sobre el uso de algunos cultivos para este fin, como la canavalia, crotalaria y otros, los cuales se incorporan aproximadamente a los 45 días de sembrados.
- **Abonos orgánicos:** la aplicación de abonos orgánicos es una práctica utilizada para mejorar la fertilidad de los suelos. Lo ideal sería conocer los análisis de suelos y del abono que se quiera utilizar, sobre todo el contenido de materia orgánica, el cual debe oscilar entre 10 % y 12 % de MO activa. Estos análisis permitirían aplicar la materia orgánica necesaria, en las cantidades justas para alcanzar los valores recomendados por investigadores cubanos y favorecer el logro de rendimientos satisfactorios en estos suelos, bajo sistemas de producción intensiva.

Cuando no se dispone de los análisis señalados, de manera general se recomienda, previo a la instalación del huerto intensivo, la aplicación de 100 t/ha de materia orgánica en dependencia del tipo de suelo, para garantizar una fertilidad inicial satisfactoria.

La materia orgánica utilizada para este fin puede tener varios orígenes: residuos pecuarios (estiércoles), residuos agrícolas (residuos de cosecha), residuos industriales (cachaza, gallinaza, entre otros), residuos urbanos (residuos de mercados agropecuarios) y otros residuales producidos a nivel local.

En general, estos residuales deben ser tratados mediante los sistemas de compostaje y lombricultura, para lograr un producto estable orgánicamente, sobre todo que tenga una microflora parecida a la del suelo. De esta forma, se garantiza una relación abono-suelo, sin traumas ni alteraciones, haciendo más eficiente su aplicación y obteniendo mayor captura de carbono en el sistema suelo e incidencia sobre la fertilidad de este.

La aplicación de abonos orgánicos es particularmente importante en los suelos Ferralíticos, muy maltratados por el hombre históricamente; en estos la materia orgánica aplicada une las partículas, lo que mejora sus características físicas, como estructura y aireación, a la vez que también mejora sus contenidos nutricionales.

En el caso de los suelos arcillosos y muy arcillosos, como los Vertisoles, Gleysoles y otros, donde el alto contenido de arcilla y el tipo de estas condicionan una estructura masiva, con un drenaje en extremo deficiente cuando húmedo, y estructura en bloques que provocan grietas en época de seca, se complican la realización de labores mecánicas o manuales, lo cual se puede minimizar con aplicaciones de materia orgánica antes de comenzar el fomento del huerto.

Para mejorar estas condiciones es necesario aplicar la cantidad de materia orgánica estable recomendada y, con preferencia, procedente de materiales lignificados como la cachaza. El efecto consiste en la contribución a separar las arcillas y mejorar de este modo sus características físicas, como la aireación y la estructura que se refleja en la mejora del drenaje, y a la vez, en los contenidos nutricionales del suelo.

En el caso de suelos Pardos y otros —generalmente ubicados en zonas alomadas u onduladas y con pendientes variables, que los hacen susceptibles a los procesos erosivos y la pérdida de suelo de la capa superficial—, es necesario, primero, aplicar medidas que detengan esos procesos y ayuden en su mejoramiento y conservación, como: siembra en curvas de nivel, zanjas de independencia hídrica del área de siembra, y barreras vivas y muertas. Además, en dependencia del grado de afectación natural o antrópica, se aplica materia orgánica para mejorar sus características físicas y contenidos nutricionales.

En cuanto a la conservación de la fertilidad del suelo, esta tiende a agotarse, debido a la extracción de nutrientes por las cosechas y la mineralización de la materia orgánica que se produce por la actividad de los microorganismos; entonces, se deben realizar actividades que van desde el laboreo —incluyendo la subsolación ligera—, hasta la aplicación de materia orgánica en forma de compost, que a corto plazo su función fundamental será mantener las propiedades físicas del suelo y humus de lombriz, lo que aporta nutrientes inmediatamente al ponerse en contacto con el suelo.

Es importante entender la obligatoriedad de la aplicación de ambos compuestos, ya que, a pesar de ser abonos orgánicos, tienen diferentes funciones en este sistema de cultivo intensivo:

- El compost aplicado al suelo mantiene las características físicas apropiadas para un buen desarrollo de las plantas, en lo fundamental, aunque libera nutrientes cuando los microorganismos actúan sobre él. Cada año se recomienda el aporte de 100 t/ha.
- El humus de lombriz aplicado al suelo libera rápidamente los nutrientes extraídos por las cosechas. Cada año se recomienda el aporte de 10 t/ha.

Es recomendable fraccionar estas cantidades de materia orgánica por cada sucesión de cultivos, aunque pueden variar según el tipo de suelo y el cultivo específico. En suelos de altos contenidos de arcillas, del tipo 2:1, como son los Vertisoles y los Pardos Plastogénicos, pueden ser aplicadas cantidades mayores.

El factor decisivo en la estabilidad de los altos rendimientos en huertos intensivos, está determinado por la constancia y disciplina de las actividades para la restitución de la fertilidad y condiciones físicas del cantero.

Preparación del cantero para la siembra

Después de realizadas las acciones de acondicionamiento del terreno, señaladas anteriormente, el suelo estará listo para la formación de los canteros. Esta operación constituye una de las labores de mayor responsabilidad en el fomento del huerto intensivo. De su calidad depende el éxito de la producción y la estabilidad de los rendimientos en las sucesivas cosechas. Existen dos formas de preparar los canteros:

1. Formación del cantero tradicional:

- Quando se está preparando el suelo se realiza la aplicación de materia orgánica y así se mezclará con el suelo.
- La cantidad de materia orgánica será de 10 kg/m² (100 t/ha) o más.
- Este cantero se puede conformar de forma tradicional con maquinaria o tracción animal.
- La profundidad debe ser de 30 cm como mínimo y un plato que oscile entre 80 cm y 90 cm.

2. Formación del cantero chino o biodinámico:

- Marcar entre 80 cm y 90 cm de ancho, y el largo disponible en el área.
- Cavar y extraer los 30 cm superiores de la capa del suelo y depositarlos fuera.
- Remover con tridente o herramienta similar otros 30 cm de profundidad.
- Mezclar el suelo extraído (de los primeros 30 cm) con la materia orgánica, en proporción de 1:1.
- Rellenar con esta mezcla el lugar de origen del suelo (trinchera).

En esta forma de construcción, el cantero quedará con alguna altura por encima del borde de la excavación, pero será estable, bien protegido y en lluvias fuertes o ciclones permanecerá sin dañarse. Con la variante del cantero chino se puede prescindir de la preparación básica del suelo. Con los platos del cantero de la anchura recomendada en ambas formas se puede garantizar todo tipo de cultivos y asociar diferentes especies de forma efectiva.

Orientación de los canteros

En todos los casos es imprescindible que los canteros sean orientados transversales a la pendiente predominante en el terreno, siguiendo las curvas de nivel. Si esto no fuera posible, entonces se procederá a formar canteros de corta longitud. Siempre que la pendiente lo permita, los canteros se orientarán de norte a sur. Esta práctica contribuye, en gran medida, a la conservación de los suelos y, con ello, a la garantía de altos rendimientos (figura 6).



Fig. 6 Izquierda: canteros transversales a la pendiente.
Derecha: canteros con medidas antierosivas.

Patios y parcelas

Estas modalidades de obtención de alimentos son apropiadas para la Agricultura Familiar, ya que en patios, huertos y parcelas familiares destinadas a la producción de alimentos, en especial de hortalizas, genera beneficios para los hogares independientemente de su tamaño y si tienen suelo o no.

Patios sin suelo

Esta forma de producir alimentos es más conocida por todos, ya que representa una variante a pequeña escala de un organopónico. Su construcción seguirá las indicaciones en el capítulo de referencia; sin embargo, es importante destacar que en estas condiciones las gualderas serán de diferentes materiales disponibles, ya sean piedras, desecho de ladrillos y bloques defectuosos de construcciones recientes, madera recuperada y neumáticos inservibles, que cortados de forma longitudinal y sujetándolos con pequeños pedazos de cabillas pueden servir perfectamente como gualderas. En estos patios también pueden usarse cajones plásticos, pallets, palanganas grandes, neumáticos y otras muchas iniciativas que desarrolle la familia. Todas estas variantes se pueden acondicionar y colocarse en el patio para sembrar algunos tipos de hortalizas: lechuga, cebollino, rabanito, jengibre o cúrcuma. Otra opción para sembrar las hortalizas en el jardín o en el patio puede ser la confección de figuras con piedras, colocando la tierra con materia orgánica y sembrar con diversidad. Esta variante se puede seguir cuando el patio es muy pequeño y se quiere disponer de las especias más gustadas.

Para la preparación del sustrato por primera vez, así como la conservación de su fertilidad, se deberán tener en cuenta las indicaciones explicadas más arriba, para los organopónicos.

Patios con suelo

Se establecerán a semejanza de los huertos intensivos, pero en menor escala. El cultivo se desarrollará en canteros del tipo chino o biodinámico, que se deberán conformar según lo explicado en el caso de los huertos intensivos. Para establecer los canteros es importante tener en cuenta algunos aspectos:

- Trayectoria solar para determinar la ubicación y obtener un mejor aprovechamiento de la luz del sol.
- Orientación norte-sur, siempre que se pueda, para evitar el posible sombreo de unas plantas a otras.
- Inclinação o pendiente del terreno. Los canteros se colocarán perpendicularmente a la pendiente principal, aunque su orientación sea otra.
- Distancia a la toma de agua de calidad, lo más cercana posible.

Las siembras se pueden realizar conformando los canteros biodinámicos o chinos, de la forma explicada anteriormente, de manera que proporciona altos rendimientos, gracias a un buen desarrollo de los cultivos. En los patios con suelo de las viviendas se pueden sembrar algunos árboles frutales que proporcionan vitaminas y minerales básicos, para una buena nutrición de la familia, como:

- Acerola (*Malpighia emarginata* Sessé et Moc.)
- Anón (*Annona squamosa* L.)
- Chirimoya (*Annona cherimolia* Mill.)
- Cítricos en general

- Fruta bomba (*Carica papaya* L)
- Guanábana (*Annona muricata* L)
- Guayaba (*Psidium guajaba* L)
- Mango (*Mangifera indica* L)

También se pueden considerar los de preferencia familiar.

Parcelas

Se les llama parcelas a las áreas de suelo fértil alrededor de las viviendas o cercanas a ellas. En la comunidad pueden existir espacios vacíos (solares yermos), que son de propiedad estatal. Debidamente gestionados pueden otorgarse a alguna familia en particular o servir de área común a varias familias. Para comenzar su cultivo es necesario el conocimiento de las características del suelo que permite elegir las diferentes especies.

Antes de cultivar será necesario:

- Realizar una labor de preparación de tierras, en la que se puede utilizar tracción animal (figura 7).
- Conformar los canteros biodinámicos, según lo indicado para los huertos intensivos.
- Aplicar inicialmente materia orgánica en aquellos suelos muy arenosos, para mejorar la textura, la retención de humedad y la presencia de sustancias nutrimentales.
- Aplicar materia orgánica en los suelos arcillosos para favorecer la aireación y disminuir la tendencia a la compactación, ayudando al buen drenaje.



Fig. 7 Labor de preparación de tierras.

En las parcelas pueden desarrollarse los cultivos siguientes:

- Hortalizas de rizomas y frutos.
- Plantas para condimento y aromáticas.
- Viandas de todo tipo.
- Frijoles.
- Frutales.
- Pastos para alimento animal.
- Plantas proteicas para piensos criollos.
- Frutales.
- Otros de interés familiar.

Cuando en la parcela no se disponga de riego, los cultivos seleccionados serán aquellos que se pueden desarrollar según el régimen de lluvias, por ejemplo:

- Plátano, boniato, yuca y otras viandas.
- Frijoles en época de verano (caritas).
- Frutales.
- Plantas proteicas, poco exigentes en agua, para alimento animal.
- Jengibre.
- Cúrcuma.
- Bija.
- Otros de interés familiar.

En la parcela es factible la producción de posturas propias, por la técnica del cepellón, con la ventaja de disminuir el tiempo de germinación hasta la emisión de hojas verdaderas, favoreciendo el cultivo intensivo y la disponibilidad de material de siembra durante todo el año.

Existen las llamadas parcelas tecnificadas, que consisten en producciones hortícolas con técnicas tradicionales, siempre con base agroecológica, que recogen el saber popular y principios de sostenibilidad, como: reciclaje, control biológico y uso de variedades autóctonas, resilientes y aplicaciones de materia orgánica. Los cultivos que se van a desarrollar serán resistentes a la sequía y se utilizarán siembras de secano. Además, deberán cumplir las orientaciones plasmadas en los Lineamientos de la Agricultura Urbana Suburbana y Familiar (AUSUF).

Recomendaciones para mantener altos rendimientos estables en las diferentes modalidades de producción

Las investigaciones y la práctica diaria han demostrado que se pueden mantener rendimientos estables y buenas condiciones en la fertilidad, y en las propiedades físicas de los sustratos y el suelo, siguiendo algunas recomendaciones como:

- Aplicación de enmiendas orgánicas a suelo y sustrato.
- Aplicaciones de biofertilizantes a las plantas.
- Aplicaciones de bioestimuladores a las plantas.
- Prácticas fitotécnicas.

Aplicación de enmiendas orgánicas a suelo y sustrato

Consiste en agregar al sustrato o suelo determinadas fuentes orgánicas que ayudarán en la conservación de la fertilidad y la obtención de altos rendimientos:

- **Materia orgánica:** las aplicaciones se pueden realizar una vez al año, en cantidad aproximada de 10 kg/m², equivalente a una capa de 2 cm de grosor. También se pueden hacer fraccionadas, es decir, la cantidad total de 10 kg/m², distribuirla entre todas las rotaciones de cultivos durante el año y aplicarla siempre después de cada cosecha. En fin, lo importante está en mantener permanentemente el sustrato con materia orgánica suficiente, para garantizar los nutrientes a las plantas y las propiedades físicas.
- **Humus de lombriz:** constituye una fuente de materia orgánica de alto contenido en nutrientes, portador de sustancias bioestimuladoras que favorecen el crecimiento vegetal y proporcionan mejores rendimientos y calidad en las cosechas. En dosis de 0,6 kg/m²/año resulta una garantía.
- **Cenizas:** deben proceder de combustión lenta de materiales orgánicos (carbonización). Un indicador eficaz resulta su color oscuro y consistencia granosa. Deben descartarse las cenizas blancas procedentes del quemado de diferentes materiales, que tienden a compactar el sustrato. La aplicación de 1 kg de estas cenizas mezclados con 0,6 kg de humus de lombriz y aplicadas durante tres cosechas continuas en un año, resulta una opción para aquellas unidades cercanas a este material.
- **Raquis de plátano:** triturado en dosis de 2 kg/m² sobre el cantero e incorporado en los primeros 10 cm, constituye una forma de aportar nutrientes, sobre todo el potasio.
- **Zeofert III:** es una mezcla de estiércol con zeolita que se puede aplicar a razón de 1,5 kg/m² a 4,5 kg/m².

Aplicación de biofertilizantes

Los biofertilizantes son preparados elaborados a base de suspensiones celulares con una alta población microbiana (entre 10⁹-10¹¹ UFC.ml⁻¹). Estos productos se obtienen a través de procesos de fermentación sumergida, una vez seleccionadas las cepas más efectivas de los microorganismos. Su aplicación puede incrementar los rendimientos de los cultivos entre 10 % y 30 %. Se pueden utilizar solos o en combinación con estimulantes. Además, pueden integrarse en el manejo de la agrotecnia de las especies vegetales, de conjunto con bioplaguicidas.

Los biofertilizantes se comercializan tanto en forma líquida como sólida. En el segundo caso, se puede utilizar soportes como cachaza, humus de lombriz o algún otro material.

Para una mejor conservación y efectividad de estos biofertilizantes se debe observar lo siguiente:

- El almacenaje debe hacerse bajo condiciones de refrigeración, aunque mantienen su efectividad durante 3 meses a temperatura ambiente, si se protegen del sol y los lugares destinados para ello son frescos.
- Las aplicaciones deben realizarse en horas tempranas de la mañana o en la tarde, para disminuir la incidencia de los rayos solares.
- Las aplicaciones no deben combinarse con fungicidas ni otros productos químicos, ya que afectan en la viabilidad de los microorganismos o compuestos que constituyen los principios activos.
- Se deberá tener en cuenta las normas para su manipulación y lavarse las manos después de la aplicación.
- Se recomienda la revisión con detenimiento de la fecha de vencimiento y dosis que se deben aplicar, así como las especificaciones de calidad de cada fabricante.

Los biofertilizantes pueden presentarse en forma sólida, que se diluyen en agua. Los líquidos se aplican foliarmente a plantas. Otros son en polvo para mezclar con las semillas. En Cuba se fabrican numerosos biofertilizantes que se ofertan a los productores. Los más usados en la Agricultura Urbana Suburbana y Familiar son:

- **Biofer®**: inoculante sólido o líquido a base de bacterias del género *Rhizobium*. Se recomienda para leguminosas como: frijol común, vignas, garbanzo, frijolitos chinos (frijol mungo), maní y habichuelas. Protege a las plantas del estrés y disminuye los costos de producción. Se aplica mezclando una bolsa de producto en 200 mL de agua o embebiendo la semilla (46 kg) en el producto líquido (500 mL).
- **Azofert®**: bajo este nombre se incluyen tres productos (Azofert-S®, Azofert-F® y Azofert-Can®), elaborados a partir de bacterias fijadoras de nitrógeno de los géneros *Bradyrhizobium* y *Rhizobium* e inductores de la nodulación. Se recomienda su uso en soya, frijol y canavalia, respectivamente. Se aplican a una dosis de 200 mL de producto por 46 kg de semilla, en el momento de la siembra.
- **Fosforina®**: inoculante a base de *Pseudomonas fluorescens*. Permite incrementar los rendimientos entre 10 % y 20 %. Protege a las plantas contra el ataque de patógenos. Se recomienda para una amplia gama de cultivos (viandas, raíces, tubérculos, plantas ornamentales, gramíneas, plantas medicinales, forestales, frutales y en césped). Se puede comercializar como producto sólido o líquido. Se aplica en el momento de la siembra por manto, inbibición de la semilla o aspersión.
- **Dimargón®**: producto a base de *Azotobacter chroococcum*. Puede incrementar los rendimientos entre 10 % y 30 %. Se recomienda para una amplia gama de cultivos (viandas, raíces, tubérculos, plantas ornamentales, gramíneas, plantas medicinales, forestales, frutales, leguminosas, tabaco, cítricos, café y en pastos). Se presenta como producto sólido o líquido. Se aplica en el momento de la siembra o después del trasplante, por manto, inbibición de la semilla o aspersión. Su dosis de aplicación más frecuente es 2 L/ha¹.
- **Nitrofix®**: producto microbiano que contiene bacterias del género *Azospirillum*. Promueve el enraizamiento. Se recomienda principalmente para: caña de azúcar, maíz, arroz, café, tabaco, papa, boniato, hortalizas, pastos, flores y plantas ornamentales. Se aplica a dosis de entre 40 L/ha-1 y 100 L/ha¹.
- **Ecomic®**: producto sólido a base de hongos micorrízicos arbusculares con una alta efectividad y amplio espectro de acción. Las cepas utilizadas para su elaboración

dependen del tipo y pH del suelo. Se puede aplicar de forma combinada y exitosa con otros biofertilizantes, como Azofert® y Dimargón®, así como con bioestimulantes como Quitomax®, Fitomas® y Biobras-16®, con lo que se eleva el rendimiento entre 40 % y 70 %. Se recomienda para una amplia gama de cultivos, como: frijol, gramíneas, tabaco, soya, maní, viandas, pastos, flores, frutales, cítricos, café, plantas ornamentales y césped. Se aplica en la siembra, al inicio de las plantaciones, en semilleros, viveros, vitroplantas y plantaciones establecidas. No necesita refrigeración.

- **Biostín (Azotobacter):** se aplica al follaje de las plantas a razón de 2 L/mochila en la etapa de crecimiento rápido. También puede ser aplicado en sustratos a razón de 4 mL/m² en cada cultivo que se va a sembrar.

Aplicación de bioestimulantes

Los bioestimulantes son sustancias de carácter orgánico, que potencian el rendimiento de los cultivos con normas definidas para cada caso. Su aplicación puede estimular el crecimiento y cuajado de los frutos, adelantar la maduración y formación de raíces, favorecer la germinación de la semilla e incrementar el tamaño de los frutos. También pueden proteger a los cultivos contra la incidencia de plagas y la acción negativa del estrés abiótico. Pueden ser utilizados para acelerar la descomposición de la materia orgánica y la formación de humus. Actúan en la solubilización de nutrientes y el control de patógenos:

- **Fitomas-E®:** estimulante del crecimiento que contiene aminoácidos, oligosacáridos y bases nitrogenadas. Estimula: nutrición, crecimiento, floración, fructificación, germinación y enraizamiento. Potencia la acción de herbicidas, bioplaguicidas y biofertilizantes. Compensa efectos negativos de estrés ambiental. Se recomienda para una amplia gama de cultivos: gramíneas, hortalizas, viandas, forestales, leguminosas, plantas ornamentales, frutales. Se puede utilizar en cualquier fase del cultivo. Resulta un producto líquido con una dosis de aplicación de entre 0,1 L/ha a 2,0 L/ha por vía foliar. Cuando se remojan semillas para la germinación, la disolución puede ser de 1 % a 2 % en agua. Si se aplica a través del agua de riego, la dosis será de 5 L/ha. Se puede conservar a temperatura ambiente en un lugar fresco y sombreado.
- **Biobras-16®:** análogo de brasinoesteroides, que se utiliza en aplicaciones foliares o inmersión de la semilla. Incrementa los rendimientos de los cultivos entre 10 % y 25 %. Es un producto líquido. Se recomienda para una amplia gama de cultivos como: viandas, hortalizas, leguminosas, gramíneas con énfasis en arroz, plantas ornamentales, medicinales, forestales, frutales y césped. Sus dosis de aplicación oscilan entre 10 mg y 50 mg. La cantidad del producto se diluirá en poca agua. Puede almacenarse a temperatura ambiente.
- **Tomaticid®:** producto que favorece el cuajado de los frutos y adelanta la maduración de 8 a 12 días. Además, aumenta la fructificación y eleva la productividad de 15 % a 30 %. Se recomienda para tomate, piña, berenjena y otras especies. Es un producto líquido que se aplica por aspersión sobre plantas de buena condición sanitaria. Normalmente se utiliza una dosis de 10 mL en 1 L de agua.
- **Bioenraiz®:** producto líquido compuesto por ácido indol acético y otros compuestos indólicos, obtenidos a partir de una cepa de *Rhizobium*. Ejerce una acción positiva sobre la formación de raíces, favorece la germinación de la semilla e incrementa el tamaño de los frutos y los rendimientos. Para su aplicación se debe sumergir la

zona radicular durante 20-30 minutos en el biopreparado. Se recomienda preparar solo la cantidad que se va a utilizar. Puede emplearse en frutales, plantas ornamentales, caña y biofábricas, en dosis que oscilan entre 2 mL/L⁻¹ y 370 mL/L⁻¹. Se conserva en refrigeración.

- **QuitoMax®**: bioestimulante líquido a base de polímeros naturales de quitosana, biodegradables y no tóxicos. Incrementa los rendimientos entre 10 % y 30 %, protege los cultivos contra la incidencia de plagas y la acción negativa del estrés abiótico. Se emplea en granos, tabaco, tubérculos y hortalizas. Puede aplicarse en semillas mediante imbibición o recubrimiento o por aspersión foliar en la siembra y prefloración. La dosis de aplicación oscila entre 40 mL y 100 mL.
- **PectiMorf®**: bioestimulante líquido de origen natural que se basa en unamezcla de oligosacáridos. Promueve el enraizamiento, acelera la germinación, estimula el crecimiento y el rendimiento. Atenúa la acción perjudicial del estrés. Sustituye hormonas tradicionales como auxinas y citoquininas en el cultivo *in vitro*. Se emplea en la micropropagación de cafeto, piña, caña, tabaco, viandas, frutales, plantas ornamentales, medicinales, hortalizas. Su dosis de aplicación oscila entre 10 mg/L⁻¹ y 20 mg/L⁻¹.

Prácticas fitotécnicas

Entre las prácticas fitotécnicas que benefician el mantenimiento de la fertilidad está la rotación de cultivos que, aplicada correctamente con alternancia entre las plantas llamadas “reponedoras” (leguminosas) antes de aquellas de mayor extracción, favorecerán el enriquecimiento en nitrógeno del sustrato. También ayuda a la conservación del sustrato el mantenimiento de su superficie cubierta, de manera que los golpes de la lluvia no lo erosionen, además de que evita la incidencia directa del sol, lo que contribuye a evitar la evaporación y la formación de la costra después del riego y la lluvia. Las prácticas más usuales son la asociación y el intercalamiento, que se verán en el capítulo dedicado al manejo de los cultivos.

Las propiedades físicas e hídricas deseadas en el sustrato serán favorecidas con distintas prácticas de laboreo en el cantero, como: escarificación, labor profunda con instrumentos que solamente remuevan y, en el caso de los huertos y otras modalidades con suelo, la práctica del susbsoleo está recomendada.

Cultivos apropiados para organopónicos y huertos intensivos

En sentido general, en los organopónicos y huertos intensivos se pueden cultivar hortalizas de hojas, frutos y bulbos, así como condimentos frescos, mientras que, en el huerto intensivo, además de las mencionadas, se amplía la gama de cultivos a otros rubros, teniendo en cuenta la demanda de la población y sus requisitos nutricionales.

La elección de las especies que se cultivarán en el organopónico y huerto está en dependencia de la demanda de la población y la época del año. Sin embargo, los cultivos de hojas, como: lechuga, acelga, perejil, cebollinos y otros, deben tener la preferencia en el organopónico, ya que permiten ofertarlas frescas y acabadas de cosechar, solamente con pequeños ajustes en su tecnología y además, ganan la preferencia de la población por su calidad.

Los cultivos como tomate, cebolla, quimbombó, berenjenas y otros de ciclo un tanto largo, pueden ser considerados preferiblemente en las siembras de los huertos intensivos, manteniendo la producción intensiva y tomando en cuenta los intereses del territorio. En estas modalidades de producción deberán mantenerse durante todo el año, al menos diez tipos diferentes de hortalizas.

Tomate

El tomate de ensalada (figura 8) es una planta dicotiledónea, herbácea y perenne o con ciclo anual. Su altura oscila entre 50 cm y 200 cm, y pertenece a la familia botánica Solanaceae. El porte puede ser inicialmente erecto o rastrero, desarrollándose posteriormente a uno más o menos postrado. Entre los cultivares de tomate se observan diferencias en cuanto a las características del crecimiento de la planta.



Fig. 8 El tomate de ensalada (*Solanum lycopersicum*).

La época de siembra normal comprende desde el mes de septiembre a abril y la óptima de octubre a diciembre. El ciclo biológico es de aproximadamente 150 días. El ciclo económico oscila entre 120 y 140 días, obteniéndose rendimientos que varían entre 2,0 kg/m² y 8,0 kg/m², según la variedad.

El método de siembra se realiza por trasplante preferiblemente con posturas en cepellón. Entre las ventajas que presenta este método están las siguientes: el trasplante del tomate debe realizarse preferentemente en horas de la tarde, cuando el calor es menos fuerte, para reducir al mínimo las pérdidas por transpiración de las plantas y lograr su pronta recuperación, favorecidas por la disminución de las temperaturas nocturnas, aunque también puede realizarse en las primeras horas de la mañana. Debe observarse como premisa una adecuada humedad del suelo, así como la utilización de plántulas en cepellón de buena calidad, bien aclimatadas y endurecidas, lo que las hace más tolerantes al choque del trasplante, que aquellas no aclimatadas.

Para la modalidad de organopónico y huerto intensivo, la distancia de siembra es de dos hileras tutorado, separadas 30-40 cm entre plantas, según la variedad.

Los cultivares de tomate presentan dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado.

- Crecimiento determinado: se caracteriza por un crecimiento limitado, ya que el tallo principal y todas sus ramificaciones terminan en un racimo que limita su crecimiento vegetativo; las plantas poseen entrenudos cortos y hasta cinco inflorescencias en el tallo principal.
- Crecimiento indeterminado: se caracteriza por el crecimiento ilimitado de su tallo principal; el racimo ya determinado forma un hijo en la axila de la última hoja, que prosigue el crecimiento del tallo; los racimos se forman espaciados por tres hojas. Las plantas pueden alcanzar una altura superior a los 2 m y tener muchos racimos.

La cosecha se realiza a partir de que el tomate comience a pintonear y sea visible la estrella blanca en su parte posterior.

AjÍ

El ají (figura 9) pertenece a la familia botánica de las Solanáceas. Es una planta anual o bienal, de la cual existen numerosas variedades. Sus frutos presentan diferentes colores, formas, tamaños y sabores, desde dulces hasta picantes. La planta es pequeña, de 50 cm a 1 m de altura, a pesar de que algunas especies como el ají guaguo y el tipo cachucha son arbustos de mayor tamaño.



Fig. 9 El ají (*Capsicum* spp).

Las variedades más conocidas en Cuba son:

- Ají cachucha con frutos comprimidos, de pequeño tamaño, sabor fuerte y muy aromático.
- Ají común, que es pequeño y se puede usar rojo o verde.
- Ají chay, que es relativamente pequeño, dulce, sazonzador, cónico y alargado, muy popular en las cocinas hogareñas.

La siembra se puede realizar durante todo el año, aunque la época óptima va de octubre a enero, y tanto para organopónicos como para huertos intensivos se realiza a 40 cm de distancia entre hileras y a 25 cm entre plantas. El ciclo económico es aproximadamente de 75 a 150 días. El rendimiento oscila de 2 kg/m² a 3 kg/m², según la variedad que se va a trasplantar.

En cuanto a los tipos cachucha y chay, se pueden sembrar durante todo el año, aunque su época óptima va de octubre a enero. El ciclo económico es de 70 a 80 días, con un rendimiento de 0,8 kg/m². Se pueden sembrar a 40 cm entre hileras y 30 cm entre plantas. La cosecha de estos ajíes se realiza intermitentemente, de manera escalonada, durante todo el año. Los frutos deben cosecharse en estado verde hecho, pintón o rayón, siendo en este último estado la forma más conveniente para lograr rendimientos finales satisfactorios.

El horario más favorable para la cosecha es en horas tempranas de la mañana, para cumplimentar las normas de calidad que establece la cosecha de frutos frescos, sanos y limpios.

Pimiento

El pimiento (figura 10) pertenece a la familia Solanaceae. Es una planta herbácea, perenne, pero se cultiva anualmente. Presenta un porte variable entre 0,5 m en variedades que se cultivan al aire libre y más de 2 m, generalmente, en muchos híbridos cultivados en invernadero.

El tallo tiene un crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura emite de dos a tres ramificaciones, según la variedad, y continúa ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente).



Fig. 10 El pimiento (*Capsicum annuum* L.).

Las hojas son brillantes, lampiñas y lanceoladas, con un ápice muy pronunciado y un pecíolo largo y poco aparente. Su inserción en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad. Existe cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto.

Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógena, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10 %.

El fruto es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco). Algunas variedades pasan del verde al anaranjado y rojo, según se van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo llegar hasta más de 500 g de peso.

En el pimiento se distinguen cuatro grupos principales, según la forma del fruto: cuadrados, rectangulares, triangulares y esféricos. La época de siembra se enmarca entre marzo-abril y septiembre-diciembre, según la variedad; el ciclo económico es de 120 a 170 días y el rendimiento oscila entre 1,5 kg/m² y 3,5 kg/m².

La siembra en organopónicos y huertos intensivos se realiza a dos hileras en el cantero, a una distancia de 20 cm a 25 cm entre plantas. Según las condiciones del huerto intensivo se puede colocar una sola hilera en el cantero. La siembra es por trasplante, cuando la plántula tiene alrededor de 10 cm a 15 cm de altura.

La cosecha se realiza según la variedad de pimiento que se cultive, aproximadamente entre 120 y 150 días después de trasplantados. Los pimientos grandes se colectan una vez al año, varias veces. Los frutos deben cosecharse en estado verde hecho, pintón o rayón, siendo en este último estado la forma más conveniente para lograr un mejor rendimiento final. El horario más favorable para la cosecha es en horas tempranas de la mañana, para cumplimentar las normas de calidad que establece la cosecha de frutos frescos, sanos, limpios.

Pepino

El pepino (figura 11) pertenece a la familia de las Cucurbitáceas. Es una planta anual, herbácea, de crecimiento rastrero e indeterminado; crece hasta una longitud de 70 cm a 250 cm. De las axilas de las hojas crecen ramificaciones laterales llamadas

ramillas de primera clase, que según las variedades pueden ser entre 5 y 9. Los tallos son rastreros, postrados y con zarcillos, y un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los primeros 20-30 cm. Son trepadores, llegando alcanzar hasta 3,5 m de longitud en condiciones normales.



Fig. 11 El pepino (*Cucumis sativus*).

Las hojas son simples, acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos. Poseen de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares, de epidermis con cutícula delgada, por lo que no resiste evaporaciones excesivas. El pepino es una planta monoica de polinización cruzada. En la misma planta se forman flores masculinas y femeninas. Pocas variedades se caracterizan por formar flores hermafroditas.

El pepino tiene un ciclo biológico corto desde la germinación hasta la recogida de los primeros frutos y según las condiciones edafoclimáticas en que se cultivan, la variedad y el manejo del cultivo, este puede variar entre 85 a 90 días. Se puede cultivar durante todo el año. Se puede cultivar durante todo el año. La época normal se presenta entre los meses de abril y junio, teniendo un óptimo entre septiembre y diciembre. En organopónicos y huertos intensivos se aconseja sembrar dos hileras en el cantero, con una separación de 25 cm a 30 cm entre plantas.

Siempre se deben tutorar las plantas con la ventaja de lograr una mayor densidad de plantas por área y evitar que los frutos se pongan en contacto con el suelo, lo que permite obviar pudriciones y obtener frutos de alta calidad. Además, permite el intercalamiento de cultivos de ciclo más corto como las lechugas y otras, favoreciendo la obtención de mayores rendimientos por metro cuadrado.

El cultivo del pepino tiene un ciclo económico que oscila entre los 80 a 90 días. El rendimiento varía de 2,2 kg/m² a 2,6 kg/m², según la variedad que se cultive, pudiendo alcanzar cifras superiores. La cosecha para el consumo fresco se realiza cuando los frutos han alcanzado la madurez tecnológica, o sea, buen tamaño y color verde intenso.

Si el producto es con fines industriales, la cosecha comenzará cuando los frutos tengan entre 5 cm y 12 cm de tamaño, con un intervalo de 2 a 3 días entre cosechas. La recogida debe realizarse preferentemente por la mañana, después que termine el rocío y con cierto cuidado al arrancar los frutos, para que no se lastimen las guías. Las primeras cosechas se realizarán en un intervalo más corto. Los frutos deformados también se recogerán, ya que al dejarlo en la planta provoca envejecimiento con rapidez.

Quimbombó

El quimbombó (figura 12) pertenece a la familia de las Malváceas. Es un cultivo anual, de porte erguido, que puede alcanzar 1,75 m de altura y llegar hasta 3 m en zonas tropicales. Las hojas son de forma palmeada, grandes, de largo pecíolo y alternas. Los bordes son dentados y sus láminas palminervadas, con ápices agudos.



Fig. 12 El quimbombó
[*Hibiscus esculentus* (L.) Moench].

Los tallos son de color verde, con entrenudos cortos de 10 cm de largo y diámetro de hasta 5 cm, que terminan en punta con brotes foliares o florales según la edad. Generalmente desarrolla ramas que nacen de las axilas de las hojas del tallo central. El diámetro de la copa puede medir hasta 1 m. El tallo y el follaje son hirsutos, a menudo coloreados por antocianinas.

Las flores son solitarias, bisexuales, grandes, de color amarillo y centro rojo, ubicadas en las axilas de las hojas superiores. Tanto la autopolinización como la polinización cruzada son viables y frecuentes. El ciclo de vida de la flor es de un día y produce dos o tres flores diarias. El fruto es erecto y pedunculado, a modo de cápsula plurilocular de forma cónica, que puede llegar a alcanzar 30 cm de longitud y 3,5 cm de diámetro en su base. Puede ser surcado o lisos, de color verde, amarillo o rojo, según las variedades, con dehiscencia longitudinal en su madurez. Cuando está maduro se abre a través de cinco ranuras longitudinales.

El ciclo económico oscila entre 45 y 125 días, según la variedad. La siembra se aconseja únicamente en la modalidad de huerto intensivo, es directa y pueden usarse posturas en cepellón. Se coloca una hilera en el centro del cantero, a una distancia de 20 cm a 25 cm entre plantas.

La cosecha en la mayoría de las variedades se puede iniciar a los 55-60 días después de la siembra, que coincide aproximadamente con los 20 días posteriores al trasplante. La recolección se realiza con una frecuencia diaria o cada dos días, ya que los tejidos de los frutos se lignifican con gran rapidez, haciéndolos incomedibles.

Los frutos se recolectan con un tamaño que oscila entre 4 cm y 10 cm, según el mercado al que vayan dirigidos. La recolección se efectúa cortando el pedúnculo o arrancándolo. Es conveniente usar guantes y llevar los brazos protegidos, ya que tanto las hojas como los tallos están cubiertos de pelos urticantes, de efectos similares a los de la ortiga, que pueden convertir en muy penoso el trabajo del recolector si no se toma esta precaución. El rendimiento en el cultivo del quimbombó oscila entre 0,6 kg/m² y 0,8 kg/m².

Berenjena

La berenjena (figura 13) pertenece a la familia de las Solanáceas. Es una planta herbácea perenne cultivada como anual. Su crecimiento puede ser de dos formas:

1. Crecimiento determinado: tallo rastrero con porte abierto.
2. Crecimiento indeterminado: tallo semi-leñoso, cilíndrico, verde o de color violáceo, piloso, rígido y erecto, alcanzando al aire libre una altura entre 0,5 m y 1,5 m.



Fig. 13 La berenjena (*Solanum melongena*).

Las hojas son sencillas, alternas ovadas u oblongo-ovadas y grandes, con los márgenes ligeramente lobulados, recubiertos en el envés de una vellosidad de color grisáceo. También es frecuente la presencia de espinas en las nerviaciones prominentes o en el pecíolo de las hojas.

El fruto es una baya carnosa de forma muy variable, según el tipo de berenjena, aunque predominan las formas redondas, globosas y alargadas, de colores muy diversos

en la madurez comercial, siendo habituales: morado oscuro, violeta, negro, amarillo o blanco. La pulpa es carnosa, de coloración amarilla, blanca o verde, y se vuelve parda al contacto con el aire, debido a la oxidación. Las semillas son pequeñas, aplastadas, de color marrón y muy abundantes; se obtienen hasta 2 500 semillas/fruto.

El ciclo económico se inicia entre 130-140 días después del trasplante. La época normal de siembra se extiende de septiembre a febrero, aunque lo óptimo es de octubre a noviembre.

La cosecha se realiza cuando el fruto alcanza el tamaño que indica la variedad y es firme, de color brillante, ya que al avanzar el estado de madurez las semillas estarán más formadas, lo cual es indeseable.

El rendimiento puede oscilar entre 3,5 kg/m² y 4,5 kg/m².

La distancia de siembra que se recomienda para huertos intensivos es a dos hileras en el cantero y a razón de 50 cm entre plantas.

Habichuela china

Las habichuelas chinas (figura 14) pertenecen a la familia Fabácea. Es una planta con hábitos de crecimiento determinado (erectas de tipo arbustiva y pequeña) e indeterminado (postradas y trepadoras). Además, estípulas prominentes, ovales, con apéndice, hojas alternas, trifoliadas, con pecíolos de 5 cm a 25 cm de largo.



Fig. 14 Las habichuelas chinas
(*Vigna unguiculata* L.Walp cv -gr.
sesquipedalis).

Las variedades enanas, de crecimiento determinado, presentan un porte erguido y una altura aproximada entre 30 cm y 40 cm. Las variedades indeterminadas alcanzan una altura de 2 m a 3 m y presentan un tallo voluble y dextrógiro, es decir, que se enrolla alrededor de un soporte o tutor, en sentido contrario a las agujas del reloj. La primera hoja es sencilla, lanceolada y acuminada, y todas las demás son compuestas de tamaño que cambia según la variedad.

Las flores pueden ser de diversos colores, pero únicas para cada variedad. Se disponen en racimos de 4 a 8 flores, cuyos pedúnculos emergen de las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos.

El fruto es una legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen las semillas. Existen frutos de color verde, amarillo jaspeado, marrón o rojo sobre verde, etc., aunque los más demandados por el consumidor son los verdes y amarillos, con forma tanto cilíndrica como aplanada. En estado avanzado, las paredes de la vaina o cáscara se refuerzan por tejidos fibrosos. El ciclo económico se inicia entre 60 y 70 días después de la siembra.

Las habichuelas chinas se pueden cultivar durante todo el año, teniendo un momento óptimo entre marzo y abril y más tarde en julio y agosto. Las variedades de crecimiento indeterminado se siembran a dos hileras en el cantero y a razón de 20 cm a 25 cm entre plantas. Se aconseja tutorar las plantas con la ventaja de lograr una mayor densidad de estas por área y evitar que los frutos se pongan en contacto

con el suelo, lo que permite obviar pudriciones y obtener frutos de alta calidad. Además, permite el intercalamiento de cultivos de ciclo más corto, como lechugas y otras, que favorece la obtención de mayores rendimientos por metro cuadrado. En el caso de las variedades de crecimiento determinado se pueden colocar hasta tres hileras en el cantero a 20 cm de separación entre plantas.

Las habichuelas chinas se pueden sembrar tanto en la modalidad de organopónico como huertos intensivos. El rendimiento oscila entre 2,5 kg/m² y 3,5 kg/m².

De la cosecha depende mucho la calidad del producto. Un apresuramiento produce vainas muy finas y si se “pasan” las vainas se tornan fibrosas y marcan demasiado los granos, lo que provoca características indeseables para su consumo.

Habichuela

La habichuela pertenece al orden de las Fabales, familia Fabaceae. Es una planta de ciclo anual y autógama en un 95 %. El tallo es herbáceo y en variedades enanas presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 cm a 40 cm.

La primera hoja es sencilla, lanceolada y acuminada, y todas las demás son compuestas de tamaño variable, según la variedad. Las flores se disponen en racimos de 4 a 8 flores, cuyos pedúnculos emergen de las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos.

El fruto es una legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de 4 a 6 semillas. Existen frutos de color verde, amarillo jaspeado, marrón o rojo sobre verde, etc., aunque los más demandados por el consumidor son los verdes y amarillos con forma tanto cilíndrica como aplanada. En estado avanzado, las paredes de la vaina o cáscara se refuerzan por tejidos fibrosos. El ciclo económico oscila entre 60 y 90 días.

La época normal de siembra abarca de febrero a octubre, con un tiempo óptimo entre abril y octubre. El rendimiento oscila entre 0,7 kg/m² y 3,5 kg/m², según la variedad.

La siembra se recomienda a doble hilera en los canteros, en las variedades de crecimiento indeterminado y a una distancia entre plantas de 20 cm a 25 cm. Este tipo de habichuela siempre se debe tutorar con las ventajas detalladas para las habichuelas chinas. La cosecha se realiza a los 45 días de la siembra, aproximadamente.

Sandía o melón de agua

La sandía o el melón de agua (figura 15) pertenece a la familia Cucurbitaceae. Es una planta anual herbácea, de porte rastroso o trepador. El tallo es verde, de forma prismática o cilíndrica, trepador, rastroso, con una longitud de 2,9 m a 4,0 m y en ocasiones con vellosidades suaves.



Fig. 15 La sandía o el melón de agua (*Citrullus lanatus*, Thunb).

Las hojas son pecioladas, pinnado-partidas, divididas en 3-5 lóbulos, que a su vez se dividen en segmentos redondeados, con profundas entalladuras que no llegan al nervio principal.

Las flores son principalmente monoicas, es decir, que en la misma planta existen masculinas y femeninas por separado. Las flores se originan por debajo de las hojas, principalmente en las ramificaciones. Las primeras flores en aparecer son las masculinas.

El fruto tiene forma oblonga o lobular de tamaño y color variable. Su peso oscila entre 2 kg y 20 kg. La porción comestible del fruto está constituida por tejido placentario de sabor dulce y color rosado claro hasta rojo intenso. El ciclo económico oscila entre 100 y 110 días, según la variedad.

La época de siembra normal comprende de diciembre a febrero y mayo es el momento óptimo. El rendimiento es de 4 kg/m², aproximadamente. En el cultivo de la sandía la siembra es directa y se colocan a doble hilera en los canteros y a una distancia entre plantas de 40 cm.

La opción de cultivar melones en organopónicos debe ser valorada cuidadosamente, ya que, según su ciclo económico, la ocupación del cantero se puede considerar larga y provocaría una erogación significativa de nutrientes. Cuando se trata de modalidades de huertos intensivos y otras sobre suelo resulta factible usar este cultivo en la alternancia escogida. La cosecha de la sandía generalmente se logra entre 35 y 45 días después de cuajada la flor.

Los indicadores para la cosecha son:

- Sonido hondo y grueso: cuando se golpea con los dedos está lista.
- Sonido metálico: todavía está verde.
- Amarillamiento de la parte del fruto que está en contacto con el suelo: está lista.
- Zarcillos secos y percibir el olor característico perfumado de los frutos: está lista.

La determinación del momento óptimo para la cosecha tiene mucha importancia, ya que el contenido de azúcares no aumenta después de cortado el fruto.

Calabaza

La calabaza tropical (figura 16) pertenece a la familia de las cucurbitáceas, agrupando plantas dicotiledóneas anuales, con un tallo rastrero, con zarcillos, alcanzando una longitud de 5 m a 6 m. Presenta un sistema de raíces muy desarrollado. Sus hojas son marcadas o manchadas de blanco a lo largo de las venas, y son grandes y desarrolladas, permitiendo tener una mayor capacidad de evaporación.

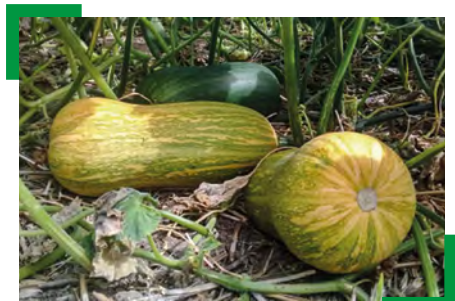


Fig. 16 La calabaza tropical
(Cucurbita moschata, Duchesne).

Sus flores son monoicas, es decir, presentan un solo sexo, masculino o femenino, separados en el mismo pie de la planta; las masculinas están sostenidas por pedúnculos largos y finos, localizados en la parte central del tallo, y las femeninas están asentadas sobre pedúnculos cortos y gruesos, y van apareciendo en las extremidades de las ramas entre 45 y 50 días posteriores a la germinación.

Se puede sembrar todo el año. Su temporada óptima va de marzo a mayo, correspondiendo con la época de primavera; en la época de frío, de septiembre a febrero.

Independiente de la siembra todo el año, los meses de junio, julio y agosto resultan muy desfavorables, por coincidir el período de floración y fructificación con la etapa

más calurosa, lo cual estimula la emisión de flores masculinas, en detrimento de las femeninas; a su vez, hay una menor fecundación y fructificación, lo que trae consigo disminución en los rendimientos.

El método de siembra que se recomienda es la siembra en nidos, depositando de dos a tres semillas en el suelo previamente abonado con materia orgánica. La profundidad de siembra debe ser de 2 cm a 3 cm, y las semillas pueden ser pregerminadas antes de la siembra, para lo cual se recomienda remojar 24 horas antes. El volumen de agua que se va a utilizar será el doble del que ocupen las semillas. Este cultivo se recomienda solo para modalidad de huerto intensivo y parcelas.

La cosecha de los frutos se inicia cuando el 20 % esté en madurez técnica. Se debe evitar la entrada a los campos antes de cosechar, para no dañar las guías. Durante la cosecha hay que tratar de no perjudicar la base del pedúnculo, para una mejor conservación del fruto. Los frutos que estén aptos para la cosecha serán identificados por un cambio de coloración en su parte basal, que está en contacto con el suelo. No se debe entrar a cosechar al campo más de tres veces.

Brócoli

El brócoli (figura 17) pertenece a la familia Brassicaceae. Es un cultivo anual, con sistema radical poco profundo, hojas grandes con bordes ondulados, de color verde intenso a verde grisáceo, y cuyo tallo principal termina en una inflorescencia primaria con flores dispuestas en una estructura denominada pella o pan, que es el fruto que se consume.



Fig. 17 El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.).

Esta inflorescencia, tipo corimbo compuesto, está formada por numerosos primordios foliares sostenidos en pedicelos dispuestos sobre pedúnculos suculentos. La formación de pella se desarrolla a partir de la yema apical del tallo principal. Varía de color desde verde claro hasta púrpura, según el cultivar, y permanece compacta hasta que maduran las flores. De las yemas axilares de las hojas se desarrollan inflorescencias laterales de menor tamaño, que son utilizadas por la industria, especialmente del congelado y encurtido.

La época normal de siembra comprende de octubre a marzo. Es un cultivo para temperaturas moderadas del invierno cubano. Su ciclo biológico ocurre entre 80 y 100 días. La siembra se realiza mediante trasplante, preferiblemente de posturas en cepellón cuando alcanzan un tamaño de 15 cm a 20 cm y de 6 a 8 hojas verdaderas; esto ocurrirá a partir de los 35 días después de la emergencia de la plántula. La distancia de siembra para la modalidad de organopónico y huerto intensivo es a dos hileras en el cantero y de 10 cm a 15 cm entre plantas, según la variedad.

La cosecha se realiza entre 45 y 60 días después de trasplantada; las pellas se recojen cada 3 o 4 días durante 2 o 3 semanas. El momento más oportuno se presenta cuando los botones están totalmente compactados; siempre se deben recolectar en horas tempranas de la mañana.

El corte se debe hacer a una longitud del tallo de 8 cm a 10 cm de los brotes; una vez cosechado se debe mantener en lugares frescos y húmedos para que conserve la calidad. Las pellas son de color verde grisáceo y verde azulado, según la variedad.

Lechuga

La lechuga (figura 18) es una planta herbácea, anual o bianual y autógama, perteneciente a la familia Compositae. Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas) y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado. El tallo es cilíndrico y ramificado, y la inflorescencia son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.



Fig. 18 La lechuga (Lactuca sativa L.).

El cultivo de la lechuga se agrupa en cuatro grupos bastante definidos: lechuga de hojas, lechuga repollada o de cabeza, lechuga de roseta suave y lechuga romana (figura 19).



Fig. 19 Izquierda: lechuga repollada. Derecha: lechuga romana.

Para las lechugas de hojas y rosetas suaves, la época de siembra normal ocurre de septiembre a mayo, con una etapa óptima entre octubre y diciembre. Algunos tipos de lechugas de hojas sueltas se pueden sembrar durante todo el año. Este tipo presenta un ciclo económico que oscila de 35 a 65 días. El rendimiento de las lechugas de hojas está en un rango entre 1,0 kg/m² a 3,0 kg/m².

En organopónico y huerto intensivo las lechugas de hojas, romana y de roseta suave se siembran en hileras entre 15 cm y 20 cm unas de otras y entre plantas se separan a 15 cm. Las lechugas que forman repollos firmes se pueden sembrar entre octubre y enero, con fecha óptima de noviembre a diciembre. Presentan un ciclo económico que oscila entre 60 y 65 días, desde la germinación. Con estos tipos de lechugas se pueden obtener hasta 4 kg/m² de rendimiento.

El método de siembra que se emplea es por trasplante, preferiblemente de posturas en cepellón.

Al momento de la cosecha se recomienda considerar los siguientes parámetros:

- La altura de las plantas debe ser de 30 cm, aproximadamente.
- Las plantas deben estar libres de daños mecánicos y daños por plagas y enfermedades.
- No debe presentar el comienzo del desarrollo de la inflorescencia.

Col

El repollo o col (figura 20) es bianual, pero se cultiva anual. Presenta un tallo corto, herbáceo, erecto y poco ramificado. Sus hojas son de color verde glauco o rojizas, de bordes ligeramente aserrados y de forma más o menos oval. Las flores son hermafroditas de color amarillo y agrupadas en racimos.



Fig. 20 La col (*Brassica oleracea* var. *capitata*).

La época normal de siembra es de septiembre a abril, con un período óptimo entre octubre y noviembre, y un ciclo económico de 90 días. En organopónico y huerto intensivo la distancia de siembra es a tres hileras en el cantero y a 25 cm entre plantas.

La siembra es por trasplante, recomendando la tecnología de cepellón. Esta se efectúa a los 25 o 35 días después de la siembra, cuando las plantas tienen de tres a cuatro hojas verdaderas y una altura de 10 cm a 12 cm.

La cosecha se realiza cuando al apretar con el dedo pulgar la superficie del repollo, este no se hunde. El corte se da dejando algunas hojas abiertas alrededor del repollo para protegerlo durante el traslado a la comercialización.

Col china

La col china (figura 21) pertenece a la familia Cruciferae. Es una planta anual. Tiene hojas verticales, de limbo alargado, y las nerviaciones muy marcadas y grandes (que ocupan buena parte del limbo); al principio crecen erectas y separadas, después se forma el acogollamiento y finalmente una pella alargada.



Fig. 21 La col china (*Brassica campestris* L. sp. *Pekinensis*).

La col china se puede sembrar durante todo el año, aunque la época normal es de septiembre a enero y la óptima de octubre a diciembre. La duración del ciclo económico oscila de 70 a 75 días. Se pueden alcanzar rendimientos de 5 kg/m² a 7 kg/m².

La siembra se realiza de trasplante con posturas en cepellón, a razón de dos hileras en el cantero, con una separación entre plantas de 30 cm, tanto para la modalidad de organopónico como para huerto intensivo. El momento de la cosecha dependerá de la variedad y el sistema de cultivo; se recomienda tener cuidado con esperar demasiado tiempo, pues se puede presentar pudrición en la pella.

La cosecha se hace a mano, con un cuchillo penetrando ligeramente en el suelo para cortar la raíz. Luego se quitan las hojas externas no deseadas y se hace un corte final en limpio.

Acelga

La acelga del tipo “española” (figura 22), pertenece a la familia Quenopodiaceae. Es una planta bianual y de ciclo largo. Las hojas constituyen la parte comestible y son grandes, de forma oval alargada. Entre las variedades de acelga hay que distinguir las características siguientes:

- Color del peciolo: blanca o amarilla.
- Color de la hoja: verde oscuro, verde claro o amarillo.
- Resistencia a la emisión del escapo floral.
- Recuperación rápida en corte de hojas.
- Precocidad.



Fig. 22 La acelga [*Beta vulgaris* L. var. cicla (L)], del tipo “española”.

La época de siembra normal es de septiembre a mayo, con un período óptimo entre septiembre y enero. El ciclo económico del cultivo es entre 55 y 60 días, con rendimientos que oscilan desde 3,0 kg/m² a 3,5 kg/m².

Su siembra se puede realizar en forma directa, a chorrillo, en hileras separadas de 40 cm a 50 cm o a surco doble; posteriormente se hace un trabajo de raleo para dejar una sola planta en el nido, seleccionando las más vigorosas.

La cosecha se realiza cuando las hojas han alcanzado un buen tamaño, pudiendo cortarse las plantas enteras o solamente las hojas externas. El corte se hace a 2 cm por encima de la tierra. En este último caso continúan desarrollándose nuevas hojas en el centro de la planta, y se pueden realizar dos o tres cortes más.

Acelga china

La acelga china (figura 23) pertenece a la familia de las Brasicaceas.



Fig. 23 La acelga china [*Brassica rapa* L. subsp. *Chinensis* (L) Hanelt].

Se conocen dos tipos fundamentales de este tipo de acelga:

1. Pak Choi Cantón, de follaje compacto; color verde brillante; peciolos erectos, blancos, anchos y succulentos; y flores de color amarillo brillante. Es tolerante a las altas temperaturas, por lo que se puede sembrar prácticamente todo el año. Tiene un excelente comportamiento en la producción de semillas y altos rendimientos. Resulta el tipo de acelga más difundido en el mercado nacional.
2. Pak Choi Shangay, de follaje verde claro o verde amarillento, con hojas más erectas y cerradas, lo que la hace más compacta que la Cantón, con peciolos más cortos y de color verde amarillento; tiene menos demanda nacional que la Cantón.

La acelga china se puede cultivar todo el año y su momento óptimo es en octubre y enero. Su ciclo económico varía entre 55 y 60 días, aunque las variedades cubanas son más precoces; entre 38 a 45 días después de la germinación se pueden cosechar. La siembra se debe realizar utilizando posturas en cepellón, y colocando las hileras y plantas a 15 cm de separación unas de otras, tanto en organopónico como huerto intensivo. Se puede elegir la siembra directa con las desventajas de deficiente uniformidad y vulnerables en las primeras semanas, ya que las plantulitas resultan un tanto débiles. La cosecha se realiza recolectando la planta completa, y separando posteriormente las raíces y el sustrato, lo que forma parte de las recomendaciones para mantener bajas poblaciones de nematodos dentro de los canteros.

Berro

El berro es una planta herbácea, acuática perenne. Su hábitat es el agua dulce. Se observa flotando de manera continua en el agua, durante todo el año. En Cuba se ha desarrollado la tecnología de cultivo en canteros de organopónicos. Es una planta de poca altura, que puede alcanzar 30 cm y 40 cm. Presenta un tallo glabro, anguloso y hueco.

Las hojas son pinnadas imparipinadas, con una posición alterna y tamaño pequeño, de 3,8 cm a 12,5 cm de longitud. Presentan de 3 a 9 folíolos y ocasionalmente hasta 10. Son lanceolados de forma ovada o de corazón, con tendencia a ser redondeados; el folíolo terminal de la hoja es más grande que el resto con segmentos acorazonados de color verde oscuro y brillante; su sabor es picante llegando a fuerte.

Generalmente se multiplica por estacas de aproximadamente 10 cm de longitud, midiendo desde el ápice. Para cortarla se aconseja escoger aquellos tallos tiernos y succulentos, que resultan las ramificaciones más jóvenes y que enraízan fácilmente. Se aconseja colocar las estacas en hileras a una distancia de 10 cm entre hileras y 10 cm entre plantas.

La plantación se debe hacer dejando fuera, sobre la superficie del cantero, solo uno o dos pares de hojas, de manera que la mayoría de sus entrenudos puedan emitir raíces. Esta labor se debe hacer con rapidez, pues las estacas se deshidratan fácilmente.

La época de siembra normal es de septiembre a marzo, con un período óptimo de octubre a diciembre. El rendimiento puede oscilar de 2 kg/m² a 3 kg/m². La primera cosecha se puede realizar cuando las plantas alcancen aproximadamente unos 30 cm de altura, de 28 a 30 días del trasplante. Consiste en retirar los brotes de la planta, cortando entre 10 cm y 15 cm a partir del ápice, lo que proporciona facilidades para el rebrote. Los cortes posteriores se realizan a medida que el crecimiento de las plantas lo permita.

Berza

La berza (figura 24) es una planta dicotiledónea, herbácea y de ciclo bienal, cultivada como anual, perteneciente a la familia Brassicaceae. Sus hojas son grandes, de hasta 35 cm de longitud, de color verde a negruzco las más viejas y verde grisáceo las más nuevas. Se consumen las hojas tiernas que se recolectan periódicamente.



Fig. 24 La berza [*Brassica oleracea* var. *acephala* (DC.) Alef].

La época de siembra normal es de septiembre hasta febrero, con un período óptimo de octubre a enero. La duración del ciclo económico oscila de 70 a 75 días, con un rendimiento de 5 kg/m² a 7 kg/m². Se siembra de forma directa y por trasplante, a una distancia de 25 cm entre hileras y 20 cm entre plantas.

Espinaca

La espinaca (figura 25) pertenece a la familia Chenopodiaceae. Es una planta anual muy apreciada por su alto contenido vitamínico, sobre todo, en vitaminas A y C, así como minerales, en particular hierro, lo que hace que esta planta se considere de gran poder antianémico. Su valor energético es de unas 26 cal/100 g.

En Cuba se cultivan los tipos llamados espinacas verdaderas o falsas espinacas. Las verdaderas se distinguen, porque presentan hojas caulíferas, más o menos alternas y pecioladas, de forma y consistencia muy variables, en función de la variedad. Pecíolo cóncavo y a menudo rojo en su base, con longitud variable, que va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas va desapareciendo en las hojas que se sitúan en la parte más alta del tallo.

La siembra de la espinaca puede ser directa y por trasplante, preferentemente en días nublados. La lluvia y a veces los riegos favorecen una germinación regular de las semillas. Se colocan siempre en hileras distantes entre sí a unos 30 cm y entre plantas se separan de 15 cm a 20 cm, según exigencias de la variedad, la técnica del cultivo y las modalidades de recolección.

La cosecha se realiza de forma manual, la cual consiste en cortar las hojas más desarrolladas de la planta.



Fig. 25 La espinaca (*Spinacia oleracea* L.).

Espinaca o falsa espinaca

La espinaca o falsa espinaca pertenece a la familia Portulacaceae. Es conocida en Cuba como “espinaca de Baracoa” o de “Castilla”, con características iguales a las anteriores, en cuanto al valor nutritivo.

Se multiplica por semilla o esquejes, considerándose perenne. Su tallo es erecto, ramificado y carnoso. Para el consumo se utilizan las hojas y los tallos suculentos.

La siembra se realiza a una distancia de 20 cm entre hileras y 20 cm entre plantas. La cosecha tiene lugar cuando las plantas alcanzan más o menos 40 cm de altura, retirando los brotes laterales tiernos, de longitud entre 20 cm y 25 cm. La plantación de esquejes o semillas se realiza durante todo el año.



Fig. 26 La espinaca o falsa espinaca de Ceilán o de las Indias [*Basella alba* L.].

Espinaca o falsa espinaca de Ceilán o de las Indias

La espinaca o falsa espinaca de Ceilán o de las Indias (figura 26) es conocida en Cuba, indistintamente, como es-

pinaca de malabar y en la zona central del país la llaman alcaparra. Es una planta trepadora y debe ser tutorada. Sus hojas y los extremos de las guías se consumen como hortalizas. Se propaga por semillas y estacas durante todo el año. Se siembran dos hileras sobre el cantero, a 40 cm, y las plantas se separan a 50 cm. Presenta características iguales a las anteriores, en cuanto al valor nutritivo. Puede sembrarse también a lo largo de las cercas, lo que facilita que se enrede.

Rabanito

El rabanito (figura 27) pertenece a la familia Cruciferae. Es una planta erecta, ramificada, anual y bienal. El tallo presenta una roseta de hojas; cuando florece la planta, se alarga alcanzando una altura de 0,50 m a 1,0 m. Es de color glauco y algo pubescente.

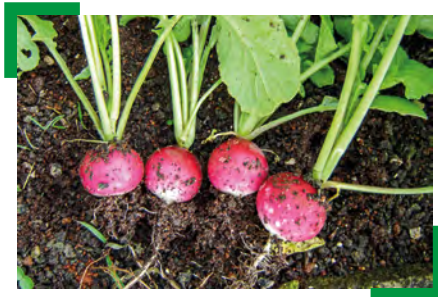


Fig. 27 El rabanito (*Raphanus sativus* L.).

Las hojas son basales, pecioladas, glabras o con unos pocos pelos hirsutos, de lámina lobulada o pinnatipartida, con 1-3 pares de segmentos laterales de borde irregularmente dentado; el segmento terminal es orbicular y más grande que los laterales; hojas caulinas escasas, pequeñas, oblongas, glaucas, algo pubescentes, menos lobuladas y dentadas que las basales.

El cultivo del rabanito se clasifica según el tamaño y la forma de la raíz en:

- Variedades de raíces pequeñas, conocidas como rabanitos, que presentan raíces redondas con coloración escarlata y punta blanca; estas son las más utilizadas. Otras son un tanto alargadas, conocidas como medio largo rosado.
- Variedades de raíces grandes, llamadas rábanos de color negro, rosa y blanco, como el nabo japonés.

Se puede sembrar durante todo el año, con un período óptimo entre octubre y febrero. Presenta un ciclo corto económico de 25 a 28 días, lo que favorece su uso en intercalamientos con otras especies de ciclos mayores, obteniéndose altos rendimientos por metro cuadrado. Cuando se cultiva aislado, el rendimiento oscila entre 0,5 kg/m² y 0,8 kg/m². La siembra es directa, a razón de 10 cm entre hileras y de 3 cm a 5 cm entre plantas.

Las variedades cubanas de rabanitos se cosechan los 28-30 días; aquellas medianas, a los 48-50 días, y las grandes, entre 70 y 80 días. La cosecha en la época de invierno puede ser un tanto más larga, pero se corre el peligro de que las raíces adquieran un tamaño excesivo, y si llueve se rajan y después se ahuecan con una consistencia acorchada. En verano es necesario cosechar de inmediato, ya que se ahuecan rápidamente, especialmente las variedades tempranas.

Ajo de montaña

El ajo de montaña presenta bulbos globosos, pequeños y bien definidos, de color blanco, que al multiplicarse forman racimos. Las hojas son planas y las flores, de color blanco. Es una planta que cuando se establece bien se comporta como perenne. Se multiplica vegetativamente y cuando se hace por primera vez se obtienen los bulbos, cortando la parte verde y dejando en la parte superior del bulbo 1 cm o 2 cm de hojas. A continuación, se cortan las raíces dejando 1 cm aproximadamente desde

la base del bulbo; siempre se debe observar que estén blancas como indicador de su buen estado.

La plantación se lleva a cabo marcando hileras de poca profundidad separadas a 10 cm, colocado los bulbos entre 8 cm y 10 cm unos de otros. La cosecha se realiza después de 25-30 días de la plantación. Posteriormente, se realizan cortes sistemáticos cada 15 a 20 días aproximadamente. Los cortes deben ser con instrumento afilado y dejando de 1 cm a 2 cm de la parte verde, para que brote con facilidad.

Ajo puerro

Del ajo puerro solo se utiliza la variedad introducida: Large American Flag (LAF). Esta especie ha perdido la capacidad de formar bulbo; no se multiplica vegetativamente y no admite cortes. Las plantas se caracterizan por ser robustas, con una altura de 10 cm a 25 cm, y 4 cm de grosor, de hojas planas y un gran falso tallo subterráneo comestible. Tiene un ciclo de 140 a 145 días y se siembra entre septiembre y mayo.

Ajo puerro chino

En el cultivo del ajo puerro chino se utilizan materiales criollos, que pueden ser cosechados todo el año. Esta especie es la que presenta el tallo más persistente de todos los *Allium* comestibles. Forma rizomas que constituyen densos plantones. Hojas de color verde oscuro, estrechas, lineales y ligeramente aquilladas por debajo. El escapo floral es sólido y tiene dos o más ángulos agudos a través de toda su longitud. Las flores son blancas, ampliamente abiertas y en forma de estrella.

Apio

El apio (figura 28) se utiliza como especia y resulta una planta que alcanza entre 30 cm y 40 cm de altura, aunque en ocasiones puede crecer más. Las hojas son de un color verde claro y se “rizan” de forma muy parecida al perejil, pero son más duras. Presenta tallos de color verde más claro que las hojas con cierta textura dura; sin embargo, se utilizan también en la cocina.



Fig. 28 El apio [*Apium graveolens*].

Se siembra de trasplante, preferiblemente en postura con cepellón, marcando hileras separadas a 15 cm y las plantas se separan entre 10 cm y 15 cm. Es una planta que prefiere las temperaturas frescas para su buen desarrollo. La cosecha se realiza cuando hayan pasado unos 30 días del trasplante haciendo cortes de sus hojas cada 10 a 15 días.

Cebolla multiplicadora

La cebolla multiplicadora es una planta que se desarrolla menos que la cebolla y se ramifica grandemente, formando plantas normales con bulbos unidos por medio del tallo de la planta madre. Los bulbos son pequeños, alargados o redondos, de diferentes colores. Su resistencia a enfermedades, capacidad de florecer, etc., varían según

el cultivar que se utilice en la siembra. La multiplicación es por semillas botánica. Se caracteriza por su buena conservación, la cual va de varios meses a 1 año.

En Cuba, existen muchos cultivares que se cultivan, a veces, sin diferenciación de nombre y procedencia. La siembra es de trasplante, preferiblemente con cepellón, marcando hileras separadas a 15 cm y aproximadamente de 4 cm a 5 cm entre plantas. La cosecha se realiza cuando las hojas están secas y se han doblado. El ciclo biológico es de 80 a 90 días, contados desde la germinación, para recolectar sus bulbos.

Cebollino

El cebollino (figura 29) es una planta que presenta un olor fuerte, característico, muy parecido a la cebolla, y su picor (“pungencia”) se debe a sustancias organoazufradas que contienen sus hojas, las cuales son tubulares, huecas y circulares, y pueden alcanzar hasta 50 cm de largo; también pueden ser más o menos gruesas. La parte blanca de la planta puede alcanzar entre 4 cm y 5 cm.



Fig. 29 El cebollino (*Allium fistulosum* L.).

Existen dos tipos fundamentales de cebollino: los que no “ahíjan” (crecen entre 50 cm y 70 cm de altura y engrosan cerca de las raíces, formando un bulbo alargado) y los que pueden multiplicarse lateralmente (*ahíja*), formando una macolla con muchos tallos.

La siembra, para los que no ahíjan, se puede hacer directa y de trasplante. En el cantero se marcan de forma transversal hileras separadas a unos 10 cm unas de otras y sobre ellas se colocan las semillas en nidos o las posturas de trasplante separadas de 10 cm a 12 cm. La siembra para los que semultiplican se puede hacer marcando hileras transversales separadas a 10 cm unas otras y a 20 cm entre plantas para dejar espacio al crecimiento en macollas. Para los tipos que no ahíjan la cosecha se hace de una vez, a los 40 días, y después de 40 días de la germinación de sus semillas. Para las variedades que ahíjan se hacen cortes periódicos, realizando el primero a los 30-35 días de la siembra o trasplante y el resto alrededor de los 28 días.

Para el tipo de cebollino que se multiplica y forma macolla, los cortes pueden hacerse de 20 a 25 días después del trasplante, pero cuando es de semillas botánicas se debe esperar de 30 a 35 días, realizando los cortes con cuidado de desgarrar el material y dejando siempre de 2 cm a 3 cm desde la superficie del cantero.

Cebolla

La planta de la cebolla (figura 30) presenta un sistema radicular formado por raicillas fasciculadas, de color blanquecino y poco profundas, que salen a partir de un tallo a modo de disco, el cual presenta numerosos nudos y entrenudos muy cortos, de donde brotan las hojas de forma alterna y ahuecada.



Fig. 30 La cebolla (*Allium cepa* L.) en su variante morada.

En Cuba se han desarrollado algunas variedades de cebolla y la tecnología de producción de sus semillas. La más extendida es la Caribe 71, con bulbos morados claros, aunque hay otras de bulbos amarillos y blancos. El ciclo biológico de las cebollas oscila entre 120 y 140 días.

La siembra se realiza por trasplante de posturas, en cepellón preferiblemente. En organopónico se hacen hileras separadas 20 cm entre ellas y de 3 cm a 5 cm entre plantas. Para los huertos intensivos se siembra en hileras dobles, separadas a 40 cm y de 3 cm a 5 cm entre plantas. La época de siembra es durante los meses de temperaturas frescas, aunque las variedades cubanas pueden alargar la época de siembra hasta marzo.

La cosecha se realiza cuando las plantas han secado y doblado su follaje.

Ajo

La planta del ajo (figura 31) presenta hojas planas y delgadas, de hasta 30 cm de longitud, con raíces del tipo fasciculada. El bulbo, de piel blanca, forma una cabeza dividida en gajos, que comúnmente son llamados dientes. Las cabezas pueden contener de 6 a 12 dientes y más, según la variedad, cada uno de los cuales se encuentra envuelto en una delgada capa de color blanco o rojizo, y puede dar origen a una nueva planta, ya que poseen en su base una yema terminal capaz de germinar, incluso sin necesidad de plantarse previamente. Este brote comienza a aparecer después de los tres meses de cosechado, según la variedad y las condiciones de conservación.



Fig. 31 El ajo (*Allium sativum* L.).

Esta especie es de reproducción agámica y se puede sembrar en los meses de octubre y noviembre; su fecha óptima es de finales de octubre a finales de noviembre. La siembra se realiza plantando los dientes con pesos mayores de 0,4 g, garantizando la uniformidad en el tamaño seleccionado. El método de siembra es la plantación de los dientes entre 7 cm y 10 cm de separación entre plantas, y de 30 cm a 40 cm entre hileras. Presenta un ciclo biológico de 120 a 145 días.

Se cosecha cuando presenta madurez plena, es decir, cuando la planta después de tornarse amarilla se seca en el campo.

Cilantro de Castilla

El cilantro de Castilla (figura 32) resulta una planta anual de hasta 60 cm de altura, muy aromática, con hojas insertadas en las ramitas y rizadas en los bordes, lo que la hace muy parecida al perejil.



Fig. 32 El cilantro de Castilla (*Coriandrum sativum* L.).

Su siembra se realiza marcando hileras a 15 cm de separación e igual distancia entre plantas, mediante trasplante o directamente. Pasados varios días de la germinación sus hojas comienzan a rizarse. El primer corte de hojas se realiza aproximadamente a 30 cm de altura, cortándose hojas o ramitas.

La planta se puede estar cosechando para corte de sus hojas hasta unos 120-140 días (3 o 4 meses), luego comienza a deteriorarse; en ese momento se puede cosechar y volver a sembrar durante todo el año. Sin embargo, se debe tener cuidado en las siembras de verano, ya que el sol puede dañar la germinación, por lo que se debe colocar una semisombra con yerbas recordadas, tela u otro material hasta que comiencen a brotar. Para evitar esto, se utiliza la siembra por trasplante con posturas en cepellón.

Culantro de Cartagena

El culantro de Cartagena (figura 33) es una hierba lampiña, muy aromática, con hojas dispuestas en una roseta basal, oblongas, de 5 cm a 18 cm de longitud y de 1,5 cm a 5 cm de ancho, envainadas en la base y aserradas. Se multiplica por medio de semillas.



Fig. 33 El culantro de Cartagena (*Eryngium foetidum* L.).

La especie puede ser cultivada durante todo el año, a pleno sol, siempre que se le aseguren las condiciones mínimas de humedad. Las semillas necesitan un período de 6 meses de posmaduración, pero después de los 8 meses pierden la capacidad de germinación con rapidez. Se recomienda el establecimiento de semilleros con semillas de 6 meses de cosechadas. El trasplante se puede realizar a una distancia entre hileras de 15 cm a 15 cm entre plantas. Una vez establecida la plantación, la especie se autoperpetúa constantemente, debido a la gran cantidad de semillas que produce. Se pueden realizar cortes y la especie rebrota sin dificultades.

Perejil

El perejil (figura 34) es una hierba aromática bianual, que en Cuba se hace anual por el cultivo, de entrenudos cortos en los primeros estadios de desarrollo. Se multiplica por semillas.



Fig. 34 El perejil [*Petroselinum crispum* (MILL.) Nym].

La fecha óptima de cultivo es entre septiembre y diciembre, aunque algunos autores plantean que en nuestra isla se puede cultivar todo el año. En canteros, la siembra se realiza en cuatro hileras, separadas a 25 cm entre sí, colocando 1 o 2 semillas, a 5 cm de distancia. El riego debe ser frecuente en los primeros estadios de desarrollo. El primer corte de hojas se puede realizar entre 65 y 70 días después de la siembra, y el segundo de 30 a 40 días más tarde. La planta puede estar ofreciendo hojas para corte hasta 120-140 días (de 3 a 4 meses), al cabo de los cuales declina su desarrollo, por esta razón se debe eliminar y sembrar nuevamente.

Tomillo

La planta del tomillo (figura 35) es un arbusto muy pequeño que apenas alcanza entre 15 cm y 20 cm de altura, pero muy ramificado. Sus ramitas son leñosas, delgadas y muy rígidas. Las hojas son pequeñas de forma aovada y con solo 2-10 mm de largo.



Fig. 35 El tomillo (*Thymus vulgaris* L.).

En Cuba se ha usado siempre como especia sustituta del comino y su cultivo se concentró en la región oriental por mucho tiempo, pero en la actualidad su presencia está a lo largo de toda la Isla.

Esta planta se multiplica por estacas de tallo y semillas. Las estacas o esquejes de tallo siempre deben tener varias raicillas. Es preferible utilizar las semillas, ya que las estacas son muy difíciles de “prender” y tienen poca supervivencia.

La siembra se debe hacer por trasplante en cepellón, cuando las plantulitas alcanzan de 5 cm a 8 cm de altura. Se marcan hileras transversales separadas a 15 cm y se colocan las plantas a 20 cm unas de otras. Para la cosecha se hacen los cortes de las ramitas con instrumentos bien afilados y así no dejar las desgarraduras que se pueden producir.

Zanahoria

La zahahoria (figura 36) pertenece a la familia de las Umbelíferas. Es una especie de alta demanda en los mercados cubanos. La planta presenta hojas parecidas a los helechos, con tallos largos y apretados que pueden alcanzar 60 cm o más de altura. Lo máspreciado son sus raíces. Esta planta necesita de una aireación adecuada en los sustratos orgánicos de organopónico y en los suelos de los huertos intensivos, esta condición favorece la expresión de su mejor color. Cuando se presentan sustratos y suelos compactados con escasa friabilidad se producen raíces carnosas deformadas, ramificadas, encorvadas con grandes lenticelas y superficies rugosas. Se recomienda la siembra con semillas cosechadas por lo menos un año después de producidas.



Fig. 36 La zahahoria (*Daucus carota* L.).

Se puede sembrar entre los meses de septiembre hasta febrero y de forma óptima. Sin embargo, en los últimos años se observa en los mercados la presencia de algunas variedades de zanahoria hasta bien entrado el verano. Las variedades cubanas presentan un ciclo entre 90 y 100 días, mientras que otras de importación se extienden hasta los 110 y 115 días.

El rendimiento oscila entre 1,8 kg/m² y 3,4 kg/m², según la variedad y la fecha de siembra. La siembra es de forma directa. En el caso de las variedades cubanas se colocan hasta 4 hileras en el cantero y una separación entre 6 cm y 8 cm entre plantas. Aquellas variedades de importación se siembran directo, marcando hileras a 15 cm en el cantero y manteniendo una separación entre plantas de 10 cm.

La cosecha consiste en el arrancado, la limpieza, el corte del follaje si es preciso y la recogida. Este proceso se puede realizar en diferentes fases de su desarrollo, lo que depende de su demanda en el mercado y de la costumbre de consumir zanahorias tiernas. La cosecha puede comenzar desde que las raíces carnosas posean una longitud de 6-7 cm y 12-15 mm de espesor aproximadamente.

Caléndula

La caléndula (figura 37) resulta una hierba anual, más o menos pelosa. Las hojas, inicialmente dispuestas en una roseta basal, sentadas, simples, mayormente oblongas. En la floración, emite tallos erectos, algo ramificados en la parte superior, de 30 cm a 60 cm de altura. Las flores se presentan como cabezuelas florales terminales, solitarias, vistosas, de 3,5 cm a 5 cm de diámetro. Se multiplica por medio de semillas.



Fig. 37 La caléndula (*Calendula officinalis* L.).

Tilo

El tilo (*Justicia pectoralis* Jacq.) es una hierba de ramas delgadas, rastreras y ligeramente engrosadas en los nudos, con hojas opuestas, lanceoladas, algo aromáticas. Las flores son pequeñas, de color morado, dispuestas en panículas terminales; el fruto, en cápsula. Se propaga por estacas de tallo. Se puede plantar en cualquier época del año, pero preferentemente en la primavera se emplean estacas de tallo con 4-5 nudos. El cultivo se debe realizar a pleno sol, ya que, en la sombra, a pesar de que se obtiene mayor desarrollo foliar, se acumula cantidad de cumarinas, que son el principio activo de la especie. La humedad debe ser constante, pero no excesiva. Admite varios cortes de follaje.

Manzanilla

La manzanilla (figura 38) resulta una hierba anual, de hasta 50 cm de altura. Las hojas son alternas y sentadas. Las flores externas de color amarillo intenso. Se propaga por semilla. La siembra se realiza a voleo o a chorrillo, entre noviembre y diciembre. Se debe mantener la humedad del suelo hasta el comienzo de la floración. La cosecha se debe realizar en días soleados y secos, en horas de la mañana, una vez evaporado el rocío. Se debe sembrar en invierno, pues las altas temperaturas la dañan.



Fig. 38 La manzanilla (*Matriacaria recutita* L.).

Toronjil

El toronjil (figura 39) es conocida científicamente como una hierba aromática, pelosa, perenne, que alcanza entre 20 cm y 30 cm de altura; es ramosa. Los tallos son delgados, cuadrangulares. Las hojas se presentan opuestas, aovadas, de margen crenado. Las flores axilares son amarillentas que cambian a blanquecinas con la edad. Se multiplica mediante estacas de tallo. Se debe cultivar en un sustrato rico

en materia orgánica. El suministro de agua debe ser regular, pero no excesivo. En condiciones de semisombra, la especie alcanza un desarrollo superior. La mejor época de multiplicación es entre noviembre y marzo, pues sufre mucho con las altas temperaturas.



Fig. 39 El toronjil (*Melissa officinalis* L.).

Yerbabuena

La yerbabuena (figura 40) es conocida también como Sándalo, Sándalo de huerta, Sándalo de jardín, Hojas de Santa María y otros. Es una hierba perenne, estolonífera, muy aromática. Tallo de hasta 50 cm de altura o algo más, pubescente o lampiño. Hojas opuestas, oblongas a elípticas, de 2 cm a 5 cm de longitud y margen aserrado.

La mejor época de plantación es de octubre a abril. Las plantaciones realizadas de mayo a septiembre son riesgosas, debido a la deshidratación que le ocurre a los esquejes en altas temperaturas y fuerte incidencia solar. Para mantener el cultivo durante todo el año se debe sembrar en casas de cultivo u organopónicos semiprotégidos y siempre utilizando posturas en cepellón.



Fig. 40 La yerbabuena (*Mentha spicata* L.).

Puede multiplicarse por estacas de tallo, recolectando las ramas en el campo, cortando la yema apical muy cerca del nudo del primer par de hojas que le sigue (no dejar tallo); se dejan las dos hojas siguientes y se eliminan las correspondientes a dos nudos más abajo. Esta operación se repite hasta obtener varios esquejes de una misma rama colectada. En ocasiones pueden dejarse hasta dos pares de hojas.

Se multiplica también por cepellones, procediendo a colocar cada propágulo, obtenido de la forma anteriormente explicada en los alvéolos de la bandeja que previamente se ha regado con agua abundante, procurando que uno o dos nudos queden por debajo de la superficie.

Para el trasplante se marcan seis surcos de 10 cm de profundidad en el cantero, colocando los esquejes o cepellones a 10 cm de distancia unos de otros. Esta operación debe realizarse después de las 3 de la tarde.

El primer corte y los sucesivos se realizan al cabo de 25 a 30 días después de la plantación y de cada corte de manera inviolable, ya que demorar el corte implica que las plantas se tornen leñosas, y los sucesivos esquejes sean de mala calidad. Además, así se mantienen la plantación en su ciclo de rebrote normal.

La cosecha, durante todo el año, se debe realizar cuando ha pasado el efecto del rocío de la noche y siempre antes de las 10-11 de la mañana, en época de invierno, pero en verano será entre 9 y 10 de la mañana, como máximo. El corte evitará el desgarramiento de los tallos. Las ramas se cortan dejando aproximadamente de 5 cm a 6 cm de tallos, a partir de la superficie del cantero, de manera que garantiza el rebrote. El rendimiento esperado es de aproximadamente 2 kg/m²/corte, aunque puede ser superior.

Toronjil de menta

El toronjil de menta (*Mentha piperita* L.) es una hierba perenne, de hasta 60 cm de altura, con fuerte olor a mentol. Ramas cuadrangulares, con coloración violácea cuando es cultivada a sol directo. Hojas opuestas, lanceoladas, de venas prominentes.

tes y borde dentado. Flores pequeñas, violáceas, agrupadas en espigas situadas en el extremo de ramas erguidas. Se propaga mediante estacas de tallo. El suelo debe ser rico en materia orgánica. Las estacas, tanto las terminales como las intermedias, deben tener 3 o 4 nudos. La especie se puede plantar al sol o a sombra discreta, pero necesita que se asegure un suministro adecuado de agua, que no debe ser excesivo.

Mejorana

La mejorana (*Origanum mejorana* L.) es una hierba perenne, muy aromática, rastrera, pero de ramas erguidas, que pueden alcanzar hasta 20 cm de altura, delgadas, algo leñosas. Hojas opuestas, pequeñas, pecioladas, aovadas, de ápice y base redondeados, tomentosas en ambas caras. Flores pequeñas, de color blanco verdoso, dispuestas en espigas terminales. La especie no fructifica en las condiciones de Cuba. Se multiplica mediante estacas de tallo. Conviene realizar un estaquillero con estacas de 14 cm de longitud, con 11-12 nudos provenientes de plantas con más de 6 meses de edad. El estaquillero se puede realizar entre septiembre y febrero, preferentemente entre septiembre y octubre; el trasplante, entre noviembre y diciembre, en 2 o 3 hileras por cantero, con 20 cm entre plantas. Se pueden realizar hasta dos cortes de follaje. No resulta económico mantener por más tiempo la plantación.

Orégano francés

El orégano francés (figura 41) es una hierba carnosa, peloso-tomentosa, de olor fuerte y, en ocasiones, de hasta 1 m de altura. Hojas opuestas, suculentas, anchamente aovadas, crenadas, de 4 cm a 10 cm de longitud, pelosas en ambas caras. Flores agrupadas en verticilos dispuestos en racimos terminales de 10 cm a 30 cm de longitud, corola irregular, violácea, con cuatro estambres en dos pares, exertos. Resulta raro que florezca en Cuba. Se multiplica mediante estacas de tallo.



Fig. 40 El orégano francés [*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng].

La plantación se puede realizar de forma directa mediante estacas, a 40 cm entre plantas (dos hileras de cada cantero). Es recomendable la siembra en canteros de huerto intensivo, ya que su ciclo es largo y se cosecha por cortes, lo que resulta un tanto antieconómico en los canteros de organopónico, pero sí resulta útil en los canteros perimetrales o en las cercas de las unidades. También resulta muy aconsejable para los huertos intensivos y lugares de bajas precipitaciones o difíciles condiciones para el suministro regular de agua. Es cultivable todo el año.

Comino criollo o cominón

Popularmente, al comino criollo (*Pectis floribunda* A. Rich, pero también, *P. elongata* y *P. plumeri*) se le da el nombre de tebenque, hierba de chinche o cominón. Es una planta ramosa, que alcanza una altura de 15 cm a 75 cm, con tallo erguido, leñoso en la base y ramas cuadrangulares. Las hojas son lineales de 1 cm a 4 cm de longitud y en su base presenta setas (pelos gruesos en cantidad de 1 hasta 6 pares). Las flores se muestran en capítulos pequeños, con flores moradas o amarillas. Esta planta cuando es joven tiene un olor penetrante a limón, pero en la floración este olor se transforma en comino. También es una planta medicinal, recomendada para las enfermedades del tubo digestivo de las mujeres. Se conoce que el tebenque en las provincias orientales es otra especie diferente y sirve como expectorante.

Manejo de los cultivos en las diferentes modalidades

La producción de hortalizas en condiciones de organopónicos y huertos intensivos requiere de cuidados especiales para cada cultivo en particular. Sin embargo, en este *Manual* se tratan algunos aspectos que, como líneas generales, se cumplen para todos los cultivos.

Sembrar los cultivos en el momento más propicio, cuando coincidan las exigencias propias de cada especie vegetal, es uno de los factores que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que permite, entre otros, los beneficios siguientes:

- Aplicación de estrategias agronómicas que permiten el escape al ataque de plagas y enfermedades, adelantando o atrasando la época, según convenga, sin comprometer el rendimiento.
- Aprovechamiento de la lluvia y la temperatura en función del crecimiento y desarrollo de la planta.

Para el caso de hortalizas de hojas, condimentos y rabanitos, se pueden realizar las siembras en marcos cuadrados o tres bolillos, de modo transversal al ancho del cantero, ya que permite una mayor densidad de plantas por metro cuadrado y facilita las labores de raleo y escarde. Para el caso de tomates, ajíes, habichuelas y pepinos, la siembra más adecuada consiste en dos hileras a lo largo del cantero y, excepto los ajíes, deberán ser tutorados; en el caso de habichuelas y tomates de crecimiento determinado, no requieren tutores. De esta manera se incrementa el rendimiento, ya que:

- Los frutos son de alta calidad.
- Se logra mayor densidad.
- Favorece el intercalamiento.
- Evita que los frutos se pongan en contacto con el sustrato.
- Disminuye las posibles mermas del rendimiento por concepto de pudrición.

Al controlar la densidad de siembra se logra que las plantas dispongan del espacio vital óptimo para su desarrollo. Cuando las poblaciones de plantas son superiores a las requeridas aumenta la competencia entre ellas por la luz, el agua y los nutrientes, y como consecuencia, al incrementarse el autosombreo, favorece el desarrollo de enfermedades fungosas, debido al exceso de humedad. Por el contrario, si la cantidad de plantas por superficie es menor, aumenta la presencia de plantas indeseables y no resulta económico en el uso de la tierra, ya que se encarece la mano de obra.

Semillero en organopónico

El área escogida para el semillero deberá estar dentro de la instalación, pero bien diferenciada del resto de la producción. Para la germinación de las semillas, se requiere un sustrato de fácil preparación y manejo, de textura fina, estructura estable, con alta capacidad de retención de agua, escasa capacidad de nutrición y baja salinidad. Por estas razones, en ese sustrato deberá estar presente la materia orgánica en tres partes y los materiales acompañantes podrán ser el suelo —en caso de que no sea de textura plástica— u otros, como la cascarilla de arroz o el café, el aserrín de maderas blancas y otros. La mezcla se prepara uniforme, apartando los terrones grandes y después se rellena el cantero o recipiente escogido para el semillero, se riega abundantemente y se deja reposar durante 24 horas. Al día siguiente ya está listo para ser sembrado. Se deberá mantener el sustrato bien mullido, libre de malezas y restos de trasplantes anteriores.

Para la siembra en el semillero (figura 42) se trazan surcos de poca profundidad, transversales al cantero, separados de 10 cm a 15 cm unos de otros, según la especie que se va a sembrar. Las semillas se colocan a un chorrillo ligero y después se procede al tapado con una capa de sustrato que no sea mayor de tres veces el grosor de la semilla, para facilitar su brotación sin dificultades y evitar la despoblación.



Fig. 42 Vista de un semillero.

La aplicación de *Azotobacter* por vía foliar, en concentración de 2 L del producto por mochila, constituye un estímulo para el crecimiento. Las posturas deberán crecer en ausencia de plantas indeseables, para evitar la competencia por la luz y los nutrientes, y obtener posturas fuertes y saludables.

El riego deberá estar garantizado, de manera que se logre una humedad uniforme y duradera. Esto se puede conseguir con varios riegos, de corta duración, por día.

Para la época de verano, el tapado de esta área contribuye a atenuar la incidencia de los rayos solares, que aumentan demasiado la temperatura en la superficie del cantero y provocan la muerte de muchas plántulas. Además, ayuda a evitar el ataque de pájaros y a mantener en un ambiente agradable a las plantas.

Es importante que de 7 a 10 días después de la germinación se realice un raleo en el semillero, de manera que se mantenga el número correcto de plantas por metro lineal, para evitar que las plantulitas se “ahílen” y sean débiles para el trasplante.

La producción de posturas de alta calidad puede ser realizada por el método de cepellones, con lo cual se consigue aminorar el efecto del trasplante sobre las plantas.

Resulta imprescindible en organopónico, realizar siembras por trasplante de todas las especies posibles, ya que asegura un mayor número de rotaciones, al disminuir el período de germinación, brotación y la emergencia de las primeras hojas verdaderas en el cantero, incrementando la eficiencia en el uso del cantero y un mayor rendimiento anual.

Semillero en huerto intensivo

Por la importancia que tiene disponer de posturas listas para el trasplante durante todo el año, es necesario que el área para semillero sea preparada de igual forma que para el organopónico, es decir, con gualderas y mezclas de materia orgánica con el suelo, para obtener un sustrato. Se establecerá de forma que el suelo pueda ser preservado frente a inclemencias del tiempo, como abundantes lluvias, vientos fuertes y otras.

Rotación, asociación e intercalamiento en todas las modalidades

La rotación de cultivos es el uso conveniente y oportuno de diferentes especies vegetales en una misma área de sustrato, con un orden previamente establecido de sucesión en el tiempo. Se caracteriza por la inclusión de cultivos que difieran en cuanto a demandas nutritivas, sistemas radiculares y parte o tipo de vegetación. Para establecer el plan de rotación, se deberá:

1. Determinar un cultivo principal o cabeza de alternativa, que indica el principio y fin de la sucesión escogida.

2. Escoger plantas con algunas diferencias en su sistema radical, lo cual favorece que se haga una extracción de nutrientes uniforme en la masa del sustrato y suelo, es decir, alternar raíces pivotantes con raíces fasciculadas, de manera que se facilite el drenaje y la aireación, y se estimule la actividad biológica del suelo y el sustrato.
3. Mantener un equilibrio entre plantas mejoradoras y de alta extracción, lo que sugiere que se tenga en cuenta el cultivo de leguminosas en la secuencia escogida.
4. Escoger cultivos que sean de alto potencial de rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades, y adaptados a la región y época de siembra, además de que permitan el empleo de los medios comunes de preparación y manejo del suelo y sustrato, así como el mismo sistema de riego.
5. Seleccionar los cultivos que respondan a las demandas reales y que sus características cubran las necesidades alimentarias de la población.
6. Respetar las fechas de siembra de cada hortaliza. Se puede evitar el ataque severo de algunas plagas y se obtiene un buen desarrollo de los cultivos. Deben separarse los cultivos que presenten igual susceptibilidad ante las plagas.
7. Buscar una secuencia del cultivo, en la que alternen plantas de varias familias botánicas, que contribuyan a disminuir las poblaciones de plagas y enfermedades.

Asociación de cultivos

La asociación de cultivos se define como la producción de dos o más cultivos en la misma superficie de terreno, lo que reporta una mayor cantidad de producción por área. De esta práctica se obtienen beneficios en todos los sistemas productivos donde se establece, siempre y cuando se cumpla con los requerimientos técnicos adecuados.

Entre las ventajas de la asociación de cultivos están:

- Incremento de la estabilidad y el rendimiento productivo del agrosistema.
- Alta protección del sustrato y el suelo en el cantero.
- Limitación en el desarrollo de plantas indeseables. Se mantiene la fertilidad del sustrato y suelo.

Los requerimientos técnicos para desarrollar una buena asociación de cultivos (figura 43) son:

1. Proyección del plan de asocios de cultivos, que se seguirá durante todo el año en la instalación productiva.
2. Determinación del cultivo principal.
3. Subordinación de todas las labores del cultivo secundario a las labores agrotécnicas del cultivo principal.
4. Asociación de cultivos con diferentes portes al principal.
5. Asociación de plantas que pertenezcan a diferentes familias botánicas, y que no sean susceptibles a las mismas plagas y enfermedades.
6. El ciclo de cosecha del cultivo asociado debe ser de menor duración que el cultivo principal.
7. Compatibilización en la demanda de agua entre el cultivo principal y el asociado.
8. Establecimiento de sistemas de siembra simultáneas entre el cultivo principal y el asociado, según los objetivos, para lo cual se establece la asociación.

9. En los marcos de siembra que deben adoptarse para ambos cultivos asociados, las plantas deben encontrarse en hileras de manera uniforme, lo que garantiza que también el follaje se distribuya de igual forma sobre el cantero, siendo mínima la competencia entre ellos.



Fig. 43 Asociaciones de cultivo más usadas.

En la tabla 3 se exponen algunas variantes de asociaciones de cultivo que pueden aplicarse en las diferentes modalidades de producción en Agricultura Urbana Suburbana y Familiar.

Tabla 3. Posibles asociaciones de cultivo

Cultivo principal	Cultivo asociado	Cultivo antagonico
Tomate	Cebolla, perejil, zanahoria, lechuga, rabanito, acelga y cebollino	Repollo
Pepino	Lechuga, rabanito, cebolla y frijol	No tiene
Frijol	Zanahoria, pepino, col y la mayoría de las hortalizas	Ajo y cebolla
Ajo y cebolla	Remolacha, lechuga y tomate	Frijoles
Brócoli, coliflor y col	Apio, cebolla, remolacha y plantas aromáticas	Tomate, frijol
Espinaca	Lechuga	No tiene
Rábano	Lechuga, zanahoria, tomate, habichuela, pepino y pimiento	No tiene
Zanahoria	Lechuga, rábano, tomate y cebolla	No tiene

Una forma muy práctica —y la más utilizada— para definir el espacio óptimo de las plantas asociadas es calculando el promedio de las distancias recomendadas para cada cultivo individual. Por ejemplo, si se siembra pepino y lechuga, se suman 25 cm y 15 cm, lo que da un total de 40 cm; esta cantidad se divide entre 2 y da un resultado de 20 cm, que sería el espacio óptimo para esa asociación.

Fases de la luna

Realizar las siembras o trasplantes según las fases de la luna no es simplemente el establecimiento de un calendario, sino, en términos generales, el aprovechamiento del ímpetu de las fuerzas de la naturaleza. De una manera u otra, la fuerza de la gravedad de la Tierra y la luminosidad de la luna influyen en los procesos de la germinación y el crecimiento de las plantas. A manera de resumen, se puede decir que:

- Luna nueva: favorece la germinación en general y, sobre todo, en aquellas especies tardías, como ajíes, pimientos y perejil, entre otras; además, en las plantas en crecimiento se produce un período de disminución equilibrado del desarrollo radicular y foliar, lo que se traduce como un tiempo de reposo.
- Luna creciente: crecimiento equilibrado de los sistemas radicular y foliar, después de la germinación.
- Luna llena: favorece un incremento en el crecimiento foliar. Etapa de emisión de las primeras hojas verdaderas. Los trasplantes realizados en los últimos días de esa fase lunar ayudan en la reparación de los daños ocasionados en las raíces provocados por esta práctica.
- Luna menguante: una vez superado el trauma del trasplante, como se dijo en la fase anterior, se produce un incremento en el crecimiento radicular, lo que favorece la disminución de la mortalidad y evita la resiembra.

Atenciones culturales

Todas las labores que se realizan en las atenciones culturales contribuyen a que el sustrato y el suelo en los canteros permanezca mullido y uniforme, de modo que constituya un lecho idóneo para las plantas. Entre las acciones que se deben realizar están:

- Escarde: consiste en la extracción de las plantas indeseables. La vegetación indeseable resulta uno de los problemas más serios entre aquellos que reducen los rendimientos, al competir con el cultivo principal por el aire, el agua y los nutrientes. Las plantas indeseables deben ser extraídas con cuidado, para no perjudicar el cultivo, y con todo su sistema radical para evitar su propagación; además, se deberán sacar fuera del área, para mantener limpios los pasillos.
- Escarificación: es la acción de romper la costra de la superficie del cantero o el suelo. Se lleva a cabo con el escarificador tradicional o con un garabato para favorecer la aireación de las plantas, facilitar la penetración del agua de riego y tratar de que llegue con mayor facilidad a las raíces, así como evitar la evaporación.
- Inversión del sustrato: consiste en voltear el prisma del sustrato. Después de cada cosecha se debe proceder a virar el sustrato para eliminar los residuos de cosecha, descompactar, mejorar la aireación y contribuir a la eliminación de posibles patógenos del suelo. Después de la inversión del sustrato se deben emparejar las irregularidades que presenta. Esta labor se puede realizar con rastrillo, tabla plana u otro instrumento idóneo.
- Aporque: es la acción de arimar suelo o sustrato a la planta, alrededor de aquellas especies que emiten raíces adventicias, de manera tal que la planta no sufra por asfixia. Es importante conocer las especies que no necesitan de esta labor, ya que puede favorecer la aparición de enfermedades en la base del tallo principal. Por ejemplo, los tomates se deben aporcar, mientras los ajíes no lo necesitan.

- Tutorado y empalado: consiste en la acción de amarrar a las plantas un tutor o alambre, actividad que permite frutos de mejor calidad y más sanos, y facilita la cosecha, el control de las plagas y un mejor aprovechamiento de la tierra y la luz solar. El tutorado deberá realizarse con cuidado para no dañar las plantas y el amarre se realizará según el crecimiento de las guías. Esta actividad resulta imprescindible en tomates, pepinos y algunas variedades de habichuela.
- Entresaque de posturas o raleo: se refiere a dejar las plantas necesarias, labor que se realiza cuando la siembra es demasiado densa. Consiste en eliminar las plantas que están de más, y dejar las más vigorosas y desarrolladas, a la distancia recomendada. Esto debe ser realizado en el momento adecuado para cada cultivo, con cuidado, separando hacia un lado las plantas que se van a eliminar, arrancándolas suavemente: en esta operación se debe presionar el suelo alrededor de las que se queden, para evitar lesionarlas.
- Resiembra: consiste en asegurar la población adecuada. En caso de fallas en la germinación de las semillas o en el trasplante, se hará una resiembra lo antes posible, para garantizar la totalidad de las plantas en el cantero; esta se realizará con posturas sanas y vigorosas, provenientes del entresaque o del semillero, o con semillas de las que se utilizó en la siembra.
- Limpieza de pasillo: área limpia alrededor de los canteros, que se puede hacer con instrumento de labranza o manual, eliminando toda la maleza entre canteros, ya que se puede convertir en un reservorio de agentes patógenos. Esta labor se debe realizar cuando las plantas indeseables estén pequeñas. Los residuos pueden servir para producir compost.

Semillas

Disponer de buenas semillas no solo permite iniciar las producciones, con la posibilidad de alcanzar mejor rendimiento en las plantas, sino también ofrece opciones para estructurar el surtido de productos que demanda la población. Además, se dice que partir de semillas de calidad ya es tener medio camino andado.

Calidad de la semilla

Los atributos fundamentales de la calidad de la semilla son:

- **Genéticos:** la pureza genética del cultivar proporciona la reproducción de las características originales de la variedad.
- **Físicos:** se refiere a la pureza, la humedad y los daños mecánicos.
- **Sanitarios:** referido a la sanidad y libres de patógenos.
- **Fisiológicos:** relacionado con el metabolismo de la semilla para expresar su potencial, como son: germinación, dormancia y vigor:
 - **Germinación:** evolución de las estructuras del embrión para dar origen a una plántula normal en condiciones naturales favorables.
 - **Dormancia:** proceso natural de las plantas, por el cual permanecen en reposo del crecimiento y les permite sobrevivir cuando las condiciones climáticas no son apropiadas.
 - **Vigor:** permite identificar las diferencias entre la germinación y la emergencia en campo, principalmente cuando las condiciones pueden ocasionar estrés.

Conocer y determinar los atributos antes mencionados permitirá tomar medidas certeras en las siembras de los semilleros o directas.

En las unidades de producción deberán realizarse algunas actividades en la recepción de las semillas, para conocer la calidad del lote adquirido. Los aspectos esenciales son:

- Fecha de entrada a la unidad.
- Revisión del nombre científico y la variedad.
- Datos del porcentaje de germinación.
- Presencia de impurezas, tales como, polvo, restos de plantas, etcétera.
- Revisión de la integridad.

La integridad de la semilla que es recepcionada en la unidad permitirá conocer posibles causas en su producción, que pudieran dañar la calidad y, por consiguiente, el rendimiento de los cultivos. Los productores pueden guiarse por la tabla 4, donde se expresan algunas consideraciones al respecto, que pueden servir de base para reclamaciones a los proveedores.

Tabla 4. Apariencia de las semillas y los errores en su obtención

Apariencia	Errores posibles
Semillas arrugadas o hundidas	Fluctuación de la humedad en la etapa de secado en campo
Rajaduras en la testa de la semilla	Oscilaciones grandes de humedad durante la fase de secado en el campo
Semillas de diferentes tamaños	Deficiencias en la clasificación. Las zarandas o tamices empleados no son los adecuados
Semillas aplastadas, partidas, con pérdida total o parcial de la testa	Deficiencias en la cosecha y trilla
Semillas decoloradas, manchadas, hipertrofiadas	Problemas de nutrición. Problemas sanitarios en el campo
Restos de cosechas y frutos, piedras, tierra, semillas de otras especies	Deficiencias en la limpieza y clasificación
Mezcla de dos o más variedades	Insuficiente distanciamiento en campo. Falta de selección negativa. Deficiencias en la limpieza de la cosechadora y máquinas de procesamiento
Presencia de malezas y otras especies cultivadas	Enyerbamiento en la etapa final del cultivo. Deficiencias en las máquinas de procesamiento
Pérdida de viabilidad	Secado deficiente o semillas contenidas en envases inadecuados

Además de los aspectos mencionados en la tabla, es necesario examinar si hay presencia de semillas vanas, partidas, restos de insectos u otras partículas que no tienen que ver con la semilla.

A cada lote de semilla adquirida por la unidad se deberá realizar la prueba de germinación, anotando la fecha y el porcentaje. Esta prueba debe ser una práctica sistemática antes de realizar las siembras, de manera que se pueda estimar la cantidad de semillas necesarias a sembrar.

Una vez que la semilla es adquirida por la unidad deberá conservarse para mantener los atributos de su calidad. Pueden mantenerse en recipientes adecuados con tapa hermética e identificarlos con una etiqueta contentiva de la fecha de envasado, cultivo, variedad y porcentaje de germinación.

Diferentes instituciones de investigación han reportado prácticas alternativas para el mantenimiento de la calidad de las semillas, con resultados favorables para la conservación a temperatura ambiente. Entre las prácticas están:

- Pequeñas bolsas plásticas de polietileno o nailon, que se llenan de manera tal, que quede un espacio para facilitar la extracción del aire con la boca y, de esta manera, provocar un cierto vacío para disminuir el oxígeno, antes de sellarlas.
- Plantas repelentes secas trituradas sobre la superficie de las semillas o mezcladas, como: ruda, albahaca, eucalipto, orégano, cítricos, vetiver, nim y otras que conozcan los productores.
- Envases como botellas de vidrio ámbar de cuello ancho o estrecho y también de plásticos, llenadas golpeando por el fondo para eliminar el aire y tapadas convenientemente para evitar la entrada de insectos.

Organoponía semiprotegida

La organoponía semiprotegida (figura 44), que consiste en cultivar bajo tendales o zarán, constituye una tecnología que se ha ido perfeccionando en Cuba a partir de los estudios realizados por un grupo multidisciplinario del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT). Se basa en un paradigma orgánico, donde la calidad del sustrato, incluyendo la garantía en disponibilidad de humus de lombriz, resulta esencial.



Fig. 44 Organoponía semiprotegida.

El cultivo semiprotegido permite plantar diferentes especies y variedades de vegetales, flores y plantas ornamentales, medicinales, aromáticas, entre otras, que requieran una atenuación del exceso de radiación solar y disminución ligera de la temperatura en determinada época del año, teniendo en cuenta las condiciones medioambientales de Cuba, debido a su ubicación geográfica y las exigencias para un cultivo en cuestión.

Según la experiencia acumulada a partir del desarrollo productivo en diferentes diseños constructivos, el área mínima que se recomienda tapar es de 854 m², de ellos 640 m² como área neta cultivable, en módulos de 40 m de largo por 16 m de ancho. El área máxima que se debe tapar será de 5 000 m², 4 608 m² de área neta cultivable como módulo unitario. Sin embargo, puede contemplarse la ubicación de instalaciones de menor tamaño, dedicadas a la investigación u otros factores como el área o el volumen de agua disponibles. Además, se deberá contemplar la demanda del mercado y también, la fuerza de trabajo existente.

Características constructivas generales

Las instalaciones de cultivo semiprotegido, también llamado cultivo semitapado, constan de cinco componentes principales:

1. Canteros contruidos a partir de materiales aseguibles en el territorio, que garanticen una explotación intensiva duradera.
2. Sustrato sobre el cual crece el cultivo con un nivel de fertilidad que posibilite la obtención de altos rendimientos a costos aceptables.
3. Sistema de riego para mantener la humedad necesaria, la estructura metálica (postes o tubos de sostén; cordones o cables; piezas para arrostamiento; fijadores o retenes, etcétera).
4. Malla, que deberá soportar la tensión necesaria para su disposición, como tendal sobre la estructura.
5. Estructura de fijación a la malla.

Los aspectos relacionados con la construcción de canteros, la confección del sustrato y el sistema de riego son comunes a los tratados para la modalidad de organopónico.

En lo que respecta a su estructura metálica, todas las partes se fabrican de acero de primera fusión y se protegen mediante galvanizado en caliente, de la corrosión provocada por las altas temperaturas y la elevada humedad relativa que acompañan a las instalaciones durante su uso. Este aspecto es de vital importancia, ya que define la esperanza de vida útil de la instalación, entre 5 y 20 años, según el fabricante,

que resultan tiempos largos de permanencia de las instalaciones. En esto estriba el rendimiento socioeconómico de su desempeño productivo.

El diseño de las instalaciones contempla la disposición de los tendales en forma de zigzag, lo que define en consecuencia dos alturas de colocación de la malla o tendal, a partir del suelo, de manera que se garantiza una mejor resistencia al viento, así como óptimos resultados en la reducción de la radiación solar y el drenaje de la lluvia, ya que se trata de una tecnología de uso en zonas tropicales.

Las alturas más comunes son 2,50 m y 3,50 m. Vale aclarar que hay diseños que contemplan la colocación de una tercera hilera de postes o tubos de sostén, a una altura intermedia entre ambas magnitudes y cuando se trata de tendales planos, la altura de colocación puede ser igual o superior a los 3,50 m.

Los postes o tubos de sostén son anclados al suelo, en cimientos cuya profundidad varía entre 0,70 m y 1,60 m, según el fabricante, aunque es la profundidad mayor la más común en nuestras condiciones; el tramo de poste empotrado en los cimientos es de 1 m como mínimo, sin que eso implique cambios en los valores de altura anteriormente comentados.

La sujeción de los postes se complementa con tensores de acero galvanizado que los unen entre sí para conformar la estructura sobre la que se dispone la malla de sombreado o tendal.

La facilidad con que pueda realizarse esta tarea, puesta y retiro de la malla, define en buena medida la aceptación de una propuesta de instalación, lo que se debe a que el desmontaje de la cubierta o tapado es la principal medida de protección para ejecutar en condiciones de alarma ciclónica.

Como mallas se emplean agrotexiles, generalmente de rafia plastificada. Su color negro garantiza adecuada protección solar, y proporciona un crecimiento y desarrollo normal de hortalizas comúnmente cultivadas en Cuba. La densidad del material empleado generalmente oscila alrededor de 80 g/m² y debe garantizar una reducción de radiación solar entre 30 % y 35 %.

La durabilidad de las mallas es otro aspecto que se debe tomar en cuenta, ya que representa alrededor del 20 % del costo total de la inversión. Se prefieren aquellas, cuyos fabricantes garantizan una vida útil no inferior a los 5 años y capaces de resistir el embate de vientos de hasta 100 km/h.

Especial interés se debe prestar a la forma de sujeción de las mallas a los cables o tensores: cuando los agrotexiles no están reforzados en sus bordes, ni disponen de ojales para ese fin, se deterioran fácilmente como resultado de la fuerza de los vientos y la obligada manipulación durante los períodos de amenaza ciclónica.

En cuanto al montaje de las instalaciones, se recomienda su ejecución por los proveedores, de manera que se garantice tanto la secuencia adecuada de trabajo como el cumplimiento de las especificaciones técnicas y constructivas, base indispensable para el normal quehacer productivo de las instalaciones.

Agrotecnia en organoponía semiprotegida

Entre los equinoccios de otoño y primavera, generalmente no es necesario amortiguar la radiación solar ni disminuir temperaturas en los cultivos seleccionados, pero resulta conveniente aplicar esta tecnología en muchas especies de vegetales de hoja, flores y frutos. De esta manera, se puede obtener mayor calidad, más suavidad (según el cultivo) y cierta protección ante los frecuentes cambios climáticos que se presentan en Cuba, con altas temperaturas aún en esta época del año.

En las unidades de cultivo semiprotegido se debe evitar la siembra de cultivos que no requieran esa protección, como ocurre en el verano con las habichuelas chinas (*Vigna unguiculata ssp. sesquipedalis*), por su buena adaptación a las altas temperaturas, o a la inversa, el pepino (*Cucumis sativus*), durante el invierno, época en la cual esta especie no presenta buena respuesta en las condiciones de Cuba, a la disminución de la radiación o la temperatura.

El control de plagas y enfermedades está sustentado en:

- La propia biodiversidad de los cultivos que deben ser de al menos 10 en cada hectárea.
- Un amplio uso de plantas repelentes/atrayentes, convenientemente dispuestas en la periferia de la unidad y frente a los canteros.
- La utilización de controles biológicos e insecticidas de origen botánico.
- El uso de las trampas de colores ubicadas en los propios postes metálicos, con un pegamento apropiado.

Ventajas del cultivo semiprotegido en Cuba, entre otras:

- Un costo de la inversión por lo menos siete veces menor, comparado con el cultivo protegido.
- Se ha logrado desarrollar esta tecnología sobre bases agroecológicas.
- Cuando se establece la malla de sombreo sobre la modalidad de cultivo de tipo organopónico, adquiere una gran seguridad ante excesos de lluvias e inundaciones.
- En caso de amenaza de huracanes resulta sumamente fácil desmontar la malla, doblarla y guardarla en lugar seguro. El nuevo montaje es rápido.
- Resulta mucho más eficiente para hortalizas de hoja, de flor y en algunas de fruto, en la época de primavera-verano.

Aspectos fundamentales que se deben tener en cuenta para el éxito de esta tecnología:

- Garantía de alta calidad del sustrato, con un mínimo del 50 % de materia orgánica.
- Fuentes cercanas de producción de humus de lombriz sólido y líquido para su uso sistemático.
- Al menos seis rotaciones por hectárea/año.
- Uso del intercalamiento de cultivos con un mínimo del 50 % de los canteros.
- Adecuada biodiversidad, como vía para obtener un surtido de productos y también como un método que ayuda a minimizar los ataques de plagas.
- Plantas repelentes a razón de dos por cada cabeza de cantero, logrando que el 50 % de estas sean de *Tajetes erectus* (Flor de muerto).
- Utilización de al menos cuatro tipos de plantas repelentes, como la antes citada, la albahaca, el orégano francés, el apasote y el oreganito, entre otras.
- Establecimiento de barreras físicas de Flor de Jamaica (*Hibiscus subdariffa*) y de sorgo/maíz en la periferia del área: la más exterior con Flor de Jamaica y la más interior con sorgo/maíz.
- Colocación en el exterior del área y a una distancia de 6 m a 12 m de la instalación, una buena cortina de árbol del Nim.
- Población de los cultivos, en todos los casos, del 100 %. Ante la falla de una planta, reponerla a tiempo con el mismo cultivo o poner una planta de un ciclo más corto.
- Optimización del riego, con la frecuencia y las normas que requiere cada cultivo.

- Mantenimiento libre de tupiciones, en los microaspersores, y aseguramiento del cuidado y la protección de los sistemas de riego.
- Establecimiento y mantenimiento de las trampas contra insectos. Preferiblemente 50 % de color amarillo, 25 % azul y 25 % blanco.
- Adecuación permanente del estado del punto de desinfección.
- En general, una intensidad de cultivo en el tiempo, procediendo a sembrar cuando se concluye la cosecha en los canteros o parte de ellos.
- Restitución sistemática de la fertilidad, con aplicaciones de materia orgánica, antes de sembrar de nuevo y descompactar si es necesario.
- Siembra no más de 48 horas después de la cosecha.
- Ante inminente peligro de huracán, desmontar la tela, guardarla y volver a instalarla durante la fase recuperativa
- Demolición de cultivos dañados después de un evento hidrometeorológico.
- Después de un evento de abundantes lluvias y aires fuertes, volver a sembrar procurando, según la época del año, incluir algunos cultivos de ciclo muy corto, como: rábano rojo, acelga china y lechuga, entre otros, para obtener producción lo antes posible.
- Los canteros libres de malas yerbas, así como los pasillos y las calles entre canteros.

La rentabilidad de la modalidad de cultivo semiprotegido debe medirse según los indicadores de eficiencia siguientes:

- Lograr no menos de 20 kg/m²/año, sobre la base del área bruta, lo que equivale a 1,66 kg/m²/mes, aproximadamente.
- Un costo por peso de producción inferior a 70 centavos, a partir del segundo año de explotación, y menor de 85 centavos en el primer año.
- Que el número de rotaciones en el año sea mayor de 6.

Cultivos recomendados, según época del año

La tecnología del cultivo semiprotegido se recomienda para producir aquellas especies que no requieren necesariamente una protección cerrada y que dan una respuesta positiva al disminuir la radiación solar, como sucede con la mayoría de las hortalizas de hoja durante los meses de primavera-verano.

Esta tecnología, en las condiciones de Cuba, se basa en esquemas de policultivo y permite alcanzar rendimientos entre 100 t/ha/año y 165 t/ha/año, dependiendo de las rotaciones de cultivo considerados. Cuando la estructura de cultivos permite hacer más de seis rotaciones anuales, entonces el rendimiento puede ser de 200 t/ha/año y aún más.

1. Variedades recomendadas: esta tecnología admite una gama diversa de vegetales; sin embargo, para un eficiente aprovechamiento de estas unidades, desde el punto de vista económico y agronómico, se recomiendan las variedades, evitando el uso de híbridos de altas demandas nutricionales y susceptibles a enfermedades y plagas. Durante todo el año, esta tecnología es apropiada para numerosos tipos de cultivos con un comportamiento y productividad satisfactorios, excepto para la época de primavera-verano, cuando se requiere de cultivos resistentes a enfermedades fungosas y virales, teniendo en cuenta que:

- Tomates: en Cuba no se dispone de variedades resistentes.
- Pimientos: se pueden sembrar los tipos de pimientos y ajíes más rústicos, como: pimiento Verano 1, ají chay, pimiento español, entre otros.

- Pepinos: se pueden sembrar los más rústicos, como las variedades: SS-5, Japonés y Hatuey (en desarrollo), entre otros.
2. Rotación de cultivo: con los cultivos más comunes que se utilizan en organoponía semiprotegida, se pueden confeccionar múltiples sistemas de rotación, por ejemplo:
- Secuencias de cultivos para una hectárea durante un año:
 - remolacha-lechuga-zanahoria-lechuga-col-aceituna española
 - zanahoria-lechuga-remolacha-lechuga-brócoli-lechuga
 - Secuencias de cultivos a partir de la división de una hectárea en cuatro bloques de 0,25 hectáreas cada uno:
 - col-zanahoria-lechuga-remolacha-lechuga-lechuga
 - lechuga-col-zanahoria-remolacha-col china
 - lechuga-lechuga-col-remolacha-lechuga-aceituna china
 - zanahoria-col-remolacha-lechuga-lechuga
- Otros ejemplos de esquemas de rotación adecuados a esta agrotecnología son:
- brócoli-zanahoria-col china-lechuga-remolacha
 - coliflor-berenjena-remolacha-aceituna china

En esta tecnología se deberá considerar el intercalamiento, en cada rotación o sucesión de cultivos. En este sentido, el cultivo de ciclo más largo (col, zanahoria, remolacha, berenjena u otros) debe intercalarse con especies de ciclo corto, como: lechuga, aceituna china y rabanito. Es también recomendable intercalar zanahoria dentro de las crucíferas, como: col, brócoli y coliflor, ya que resulta muy conveniente desde el punto de vista del control agroecológico de plagas, colocando la zanahoria en los bordes de los canteros de las crucíferas.

Riego y drenaje

En cada unidad de producción, el factor fundamental de la eficiencia del riego está en la maestría que puede tener el hombre de relacionar la necesidad de agua de los cultivos, según la fase de desarrollo en que se encuentran, con el potencial de fertilidad de un sustrato o suelo. La fertilidad está en fuerte dependencia del grado de humedad que este mantenga; se debe evitar al máximo el sobrehumedecimiento y desecamiento.

Es necesario tener en cuenta que el exceso de humedad provoca el desarrollo de algas sobre la superficie y la falta de oxígeno en el sistema radicular. La falta de humedad, por el contrario, provoca el incremento de la concentración de las sales que pueden ser tóxicas en la mayoría de los cultivos.

Conocer cuándo y cuánto regar unido a una buena operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje, posibilita el suministro adecuado de agua a los cultivos y una larga vida útil de los equipos.

¿Cómo regar?

Este aspecto se refiere a la técnica de riego que dispone la unidad, ya sea manguera, regadera, aspersión semiestacionario o variantes de sistemas localizados (microaspersión, goteo, etc.). Además, hay que considerar la fuente de abasto, su ubicación y calidad de agua. La evapotranspiración del cultivo puede ser afectada de manera significativa por el método de riego, si este no se encuentra adecuadamente seleccionado. De ahí que, en la selección del método, no solo deben considerarse los aspectos de suelo y topografía, la eficiencia de aplicación, la simplicidad del sistema y los riesgos de erosión y salinización, sino también los aspectos de clima y cultivo. Cuando el método seleccionado no es el conveniente, aun cuando esté hidráulicamente bien diseñado e instalado, puede producir mayor evapotranspiración, aunque no mayor transpiración y afectar el rendimiento del cultivo, afectando la eficiencia de uso del recurso agua.

El uso de riego presurizado localizado puede reducir la evapotranspiración del cultivo por disminución de la evaporación. Este es uno de los aspectos que favorece la extensión del riego presurizado localizado. Con todo este conocimiento se podrá realizar una planificación en cuanto a los cultivos para priorizar, inversiones necesarias, normas para regar cada cantero y necesidad de fuerza de trabajo.

¿Cuándo regar?

Si la precipitación es insuficiente o se encuentra mal distribuida en tiempo y espacio, se presentará un déficit de humedad que afectará el desarrollo y, por tanto, el rendimiento de los cultivos agrícolas. Para evitar el déficit, debe complementarse el agua de lluvia que reciben con agua suministrada mediante el riego. El estado de desarrollo del cultivo desempeña un papel importante en el momento de entregar la cantidad de agua necesitada.

En la etapa inicial (siembra-estabilización), los riegos deben ser ligeros y frecuentes. En el momento de la siembra o trasplante se realiza un riego profundo para garantizar la humedad del suelo, que facilite la hidratación de los tejidos de las semillas o la absorción de agua por las plántulas trasplantadas. En esta etapa el riego tiene también la función de favorecer las condiciones ambientales, especialmente para regular las temperaturas. La falta de agua en este período puede causar sensibles afectaciones en el desarrollo y rendimiento final del cultivo.

En la segunda fase (establecimiento-inicio de la floración), los intervalos de riego pueden alargarse y las normas aumentar paulatinamente para cubrir la profundidad radical en desarrollo continuo.

Si es necesario, pueden hacerse algunos ahorros de agua, ya que en esta fase hay una mayor tolerancia a la escasez. Incluso, para algunas plantas, el estrés hídrico moderado es conveniente para inducir la floración y desarrollar el sistema radical.

En la fase de floración-fructificación se efectúa el desarrollo de los frutos, como en el tomate o los frutales, y el engrosamiento de los tubérculos y raíces, como en la yuca y zanahoria, etc. En esta etapa, cualquier deficiencia en el suministro de agua afecta sensiblemente a la producción del cultivo. Este período “punta” es el de mayor consumo hídrico, por lo que es conveniente realizar los riegos con intervalos pequeños y normas relativamente mayores.

En la última fase de vida del vegetal, las necesidades de agua se hacen paulatinamente menores y conviene, para muchos cultivos, cierta escasez, por ejemplo, para el secado de los granos, la maduración de los frutos, la concentración de jugos, etc.; también, para las labores de cosecha es favorable contar con un campo seco.

Sin embargo, en aquellos cultivos donde el desarrollo biológico no coincide con el desarrollo comercial, como sucede en las hortalizas de hojas: col, lechuga, etc., el fruto comercial lo constituyen las partes verdes de la planta y entonces el riego se realiza ascendentemente hasta la cosecha, para garantizar su calidad comercial.

¿Cuánto regar?

Es indispensable conocer la cantidad de agua que se necesita a diario en la unidad de producción, con vistas a valorar si el abastecimiento disponible cubre o no la demanda diaria. La base de esto radica en el tipo de sustrato o suelo que predomina en el organopónico o huerto intensivo; en suelos de alto contenido de arena las normas deben ser más pequeñas y frecuentes que en aquellos de contenidos mayores de arcilla, con diferencias en cada etapa de desarrollo del cultivo.

Riego en huertos intensivos y organopónicos

Riego en huertos intensivos

El riego por aspersión se basa en el principio de la pulverización del chorro de agua bombeado a presión, de manera tal que produzca una lluvia artificial. Los más comunes en los huertos intensivos son los de baja y media intensidad, compuestos en lo fundamental por tuberías plásticas de diámetros inferiores a 100 mm, que resultan más económicos y fáciles de mover. Estos sistemas se adaptan más fácilmente a una gran variedad de cultivos, topografía y suelos.

Componentes del sistema de riego por aspersión:

- Estación de bombeo: comprende el motor, la bomba y demás accesorios.
- Conductora: trasladan el agua desde la fuente de abasto hasta la maestra.
- Maestra: abastecen de agua los laterales.
- Lateral: tubería que porta los aspersores que pueden ser fijos, giratorios, etcétera.
- Aspersores: reparten uniformemente el agua; del gasto y la presión depende el diseño de todo el sistema de tuberías y estación de bombeo.

Emisor para instalar: aspersor de baja intensidad, con caudal 960 L/h, trabajando a una presión de 25 mca, con radio de alcance de 13 m dispuesto en espaciamiento de 12 m x 12 m.

Intensidad de aplicación: 6,67 mm/h.

Ejemplo de cálculo del tiempo de puesta en un sistema de riego por aspersión:

Datos:

Q = gasto del aspersor 960 L/h

H = Carga 25 mca equivale a 2,5 atm

Espaciamiento entre aspersores y entre lateral = 12 m x 12 m

Eficiencia = 80 %

Mn (norma neta de riego) = 50 m³/ha

Conversión 1mm = 1L/ m² = 10 m³/ha

Fórmulas:

Intensidad de la lluvia del aspersor (mm / h)

$$I = \frac{Q(L/h)}{\text{Espaciamiento (m}^2\text{)}}$$

Sustituyendo:

$$I = \frac{960 \text{ L/h}}{12 \text{ m} \times 12 \text{ m}} = \frac{960 \text{ L/h}}{144 \text{ m}^2} = 6.67 \text{ mm/h}$$

Tiempo de riego para aplicar la norma parcial necesaria (horas): se determina primero la norma bruta (Mb), para lo cual se divide la norma neta entre la eficiencia del sistema:

$$Mb = \frac{Mn}{\eta} = \frac{5 \text{ mm}}{0.8} = 6.25 \text{ mm}$$

Tiempo de riego: se divide la norma bruta entre la intensidad:

$$T_r = \frac{Mb}{i} = \frac{6.25 \text{ mm}}{6.67 \text{ mm}} = 0.94 \text{ h} = 56 \text{ min}$$

Esto significa que para aplicar una norma de 50 m³/ha de agua hay que dejar puesto el sistema durante 56 min.

En la tabla 5 aparece el tiempo de duración de las diferentes fases de los cultivos en días. A partir de estos datos, y teniendo en cuenta el clima y el tipo de suelo, clasificado en dos grupos, se calculó el tiempo de riego y el intervalo de riego que aparecen en las tablas 6 y 7.

Suelo grupo 1: Ferralítico Rojo, Fersialítico Pardo Rojizo, Aluvial y Gley Amarillento.

Suelo grupo 2: Húmico Carbonático, Oscuro Plástico Gleyzado, Oscuro Plástico no Gleyzado y Gley Amarillento.

Tabla 5. Duración de las diferentes fases de cultivo

Cultivos	Fases (días)			
	I	II	III	IV
Lechuga	0-15	16-30	31-50	
Acelga	0-15	16-30	31-50	
Berza	0-15	16-30	31-50	
Col china	0-12	13-25	26-55	56-80
Coliflor	0-12	13-25	26-55	56-80
Brócoli	0-12	13-25	26-55	56-80
Pepino	0-12	13-25	26-55	56-80
Tomate	0-20	21-50	51-90	91-120
Pimiento	0-20	21-50	51-90	91-120
Berenjena	0-20	21-50	51-90	91-120
Quimbombó	0-20	21-50	51-90	91-120
Habichuela	0-20	21-50	51-90	91-120
Ajo	0-15	16-40	41-75	76-100
Cebolla	0-15	16-40	41-75	76-100
Zanahoria	0-15	16-40	41-75	76-100
Remolacha	0-15	16-40	41-75	76-100

Los huertos intensivos que utilizan la aspersión y están ubicados sobre suelos pertenecientes al Grupo 1, deben seguir las indicaciones de la tabla 6.

Los huertos intensivos que utilizan la aspersión y están ubicados sobre suelos pertenecientes al Grupo 2 deben seguir las indicaciones de la tabla 7.

Tabla 6. Tiempo de riego para diferentes cultivos, épocas del año y fase de desarrollo utilizando la aspersión en los suelos del Grupo 1. Huertos Intensivos

Cultivos	Invierno								Primavera								Verano							
	I		II		III		IV		I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir
Lechuga	34	Diario	66	2	134	3			34	Diario	66	1	134	2			34	Diario	66	2	134	3		
Acelga	34	Diario	66	2	134	3			34	Diario	66	1	134	2			34	Diario	66	2	134	3		
Berza	34	Diario	66	2	134	3			34	Diario	66	1	134	2			34	Diario	66	2	134	3		
Col China	34	Diario	66	2	134	3	200	5	34	Diario	66	2	134	2	200	4	34	Diario	66	2	134	3	200	5
Coliflor	34	Diario	66	2	134	3	200	5	34	Diario	66	2	134	2	200	4	34	Diario	66	2	134	3	200	5
Brócoli	34	Diario	66	2	134	3	200	5	34	Diario	66	2	134	2	200	4	34	Diario	66	2	134	3	200	5
Pepino	34	Diario	66	2	134	3	200	5	34	Diario	66	2	134	2	200	4	34	Diario	66	2	134	3	200	5
Tomate	34	Diario	66	3	134	3	200	6	34	Diario	66	2	134	3	200	6	34	Diario	66	3	134	3	200	6
Pimiento	34	Diario	66	3	134	3	200	6	34	Diario	66	2	134	3	200	6	34	Diario	66	3	134	3	200	6
Berenjena	34	Diario	66	3	134	3	200	6	34	Diario	66	2	134	3	200	6	34	Diario	66	3	134	3	200	6
Quimbombó	34	Diario	66	3	134	3	200	6	34	Diario	66	2	134	3	200	6	34	Diario	66	3	134	3	200	6
Habichuela	34	Diario	66	3	134	3	200	6	34	Diario	66	2	134	3	200	6	34	Diario	66	3	134	3	200	6
Ajo	34	Diario	66	2	134	4	200	7	34	Diario	66	1	134	3	200	7	34	Diario	66	2	134	4	200	7
Cebolla	34	Diario	66	2	134	4	200	7	34	Diario	66	1	134	3	200	7	34	Diario	66	2	134	4	200	7
Zanahoria	34	Diario	66	2	134	4	200	7	34	Diario	66	1	134	3	200	7	34	Diario	66	2	134	4	200	7
Remolacha	34	Diario	66	2	134	4	200	7	34	Diario	66	1	134	3	200	7	34	Diario	66	2	134	4	200	7

Leyenda:

Tr: tiempo de riego en minutos

Ir: intervalo de riego en días

Tabla 7. Tiempo de riego para diferentes cultivos, épocas del año y fase de desarrollo utilizando la aspersión en los suelos pertenecientes al Grupo 2. Huertos Intensivos

Cultivos	Invierno						Primavera						Verano											
	I		II		III		IV		I		II		III		IV		I		II		III		IV	
	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir	Tr	Ir
Lechuga	34	Diario	79	2 157 4					34	Diario	79	2 157 3					34	Diario	79	2 157 4				
Acelga	34	Diario	79	2 157 4					34	Diario	79	2 157 3					34	Diario	79	2 157 4				
Berza	34	Diario	79	2 157 4					34	Diario	79	2 157 3					34	Diario	79	2 157 4				
Col China	34	Diario	79	2 157 4	236 6				34	Diario	79	2 157 3	236 5				34	Diario	79	2 157 4	236 6			
Coliflor	34	Diario	79	2 157 4	236 6				34	Diario	79	2 157 3	236 5				34	Diario	79	2 157 3	236 6			
Brócoli	34	Diario	79	2 157 4	236 6				34	Diario	79	2 157 3	236 5				34	Diario	79	2 157 3	236 6			
Pepino	34	Diario	79	2 157 4	236 6				34	Diario	79	2 157 3	236 5				34	Diario	79	2 157 3	236 6			
Tomate	34	Diario	79	4 157 4	236 7				34	Diario	79	3 157 3	236 7				34	Diario	79	3 157 3	236 7			
Pimiento	34	Diario	79	4 157 4	236 7				34	Diario	79	3 157 3	236 7				34	Diario	79	3 157 4	236 7			
Berenjena	34	Diario	79	4 157 4	236 7				34	Diario	79	3 157 3	236 7				34	Diario	79	3 157 4	236 7			
Quimbombó	34	Diario	79	4 157 4	236 7				34	Diario	79	3 157 3	236 7				34	Diario	79	3 157 4	236 7			
Habichuela	34	Diario	79	4 157 4	236 7				34	Diario	79	3 157 3	236 7				34	Diario	79	3 157 4	236 7			
Ajo	34	Diario	79	2 157 4	236 8				34	Diario	79	2 157 4	236 8				34	Diario	79	2 157 4	236 8			
Cebolla	34	Diario	79	2 157 4	236 8				34	Diario	79	2 157 4	236 8				34	Diario	79	2 157 4	236 8			
Zanahoria	34	Diario	79	2 157 4	236 8				34	Diario	79	2 157 4	236 8				34	Diario	79	2 157 4	236 8			
Remolacha	34	Diario	79	2 157 4	236 8				34	Diario	79	2 157 4	236 8				34	Diario	79	2 157 4	236 8			

Leyenda:

Tr: tiempo de riego en minutos

Ir: intervalo de riego en días

Normas para la conservación, el mantenimiento y el funcionamiento de los sistemas de riego por aspersión semiestacionario:

- Los sistemas de riego, por aspersión serán emplazados en el terreno, conforme a las instrucciones del proyecto o esquema de riego.
- El tendido y acople de los tubos se empezará partiendo del equipo de bombeo, procurando la total alineación de estos, evitando que tome formas sinuosas.
- Es necesario utilizar codos, según el proyecto o esquema (figura 45), para colocar los laterales en ángulo de 90° con respecto a la línea principal o maestra.
- En todos los casos se colocará un tubo de 3 m con un tapón final, después del último aspersor.



Fig. 45 Utilización del codo 90°.

La calidad del riego resulta vital para alcanzar eficiencia en su uso y se puede garantizar a partir del cumplimiento de los siguientes aspectos:

- Tiempo por posición del aspersor o lateral, según lo planteado por las tablas 6 y 7.
- La válvula de descarga se abrirá lentamente para evitar choques violentos en las tuberías y los accesorios.
- Los aspersores serán operados dentro del rango de presiones especificados por el fabricante y fijados por el proyecto (2,5 atm).
- Espaciamiento entre aspersores y laterales (12 m entre aspersores y 12 m entre laterales).
- Los aspersores contarán con las boquillas de fábrica.
- Los chorros de los aspersores se solaparán perfectamente para lograr una buena distribución de la lluvia.
- No se permitirá el trabajo de los aspersores cuando estén tupidos o inclinados.
- La línea lateral no se trabajará cuando haya desacoplado uno o más elevadores, aspersores o existan tubos con juntas defectuosas o mal colocadas.
- Las válvulas de los hidrantes no se abrirán ni se cerrarán rápidamente para evitar violentos choques en las tuberías y los accesorios. Construir registros para su protección (figura 46).
- No se trabajará con tubos o accesorios que tengan salideros.
- Los tubos no se trasladarán de posición acoplados entre sí.
- No se dejarán tubos abandonados por las orillas de los campos.
- Cumplir con los requisitos establecidos para el almacenamiento de las tuberías (figura 47), accesorios, juntas de gomas, los vástagos de las válvulas, elevadores y aspersores. Evitar amontonarlos unos sobre otros desordenadamente. Se deben colocar en soportes o bastidores sin tocar el suelo para evitar curvaturas irreversibles.



Fig. 46 Hidrante no protegido e hidrante protegido.



Fig. 47 Almacenamiento de las tuberías.

Riego en organopónicos

Se utiliza el conjunto microjet de 2 x 140° de 1,0 mm, producción nacional, el cual con una presión de 15,0 mca entrega un caudal de 40,65 L/h. Estos emisores se dispondrán sobre el lateral cada 1,0 m, los cuales a su vez estarán espaciados cada 2 m, uno sobre cada cantero. La intensidad de aplicación que se consigue con este espaciamiento es de 20,32 mm/h.

Componentes de los sistemas de riego localizado:

- Estación de bombeo: comprende el motor, la bomba y demás accesorios.
- Cabezal de riego: dispositivos que permiten el tratamiento de: agua, filtrado, medición, control de presión, aplicación de productos.
- Tubería principal y secundaria: la primera conduce el agua hasta el cabezal de riego, la segunda desde el cabezal a la distribuidora.
- Distribuidora: conduce el agua hasta los laterales de riego.
- Laterales: tubería que porta los emisores.
- Emisores: dispositivos que derivan el agua desde la tubería al exterior: goteros, microaspersores, etcétera.
- Válvulas, uniones y demás piezas especiales y accesorios

Ejemplo de cálculo del tiempo de puesta en el riego localizado:

Datos:

Q = gasto del aspersor 40,65 L/h.

H = Carga 15 mca equivale a 1,5 atm

Espaciamiento entre aspersores y entre lateral: 1 m x 2 m

Eficiencia: 85 %

Mn (norma neta de riego): 40 m³/ha

Conversión: 1mm = 1 L/ m² = 10 m³/ha

Fórmulas:

Intensidad de la lluvia del aspersor (mm / h).

$$I = \frac{Q(L/h)}{\text{Espaciamiento (m}^2\text{)}}$$

Sustituyendo:

$$I = \frac{40.65 \text{ L/h}}{1 \text{ m} \times 2.0 \text{ m}} = \frac{40.65 \text{ L/h}}{2.0 \text{ m}^2} = 20.32 \text{ mm/h}$$

Tiempo de riego para aplicar la norma parcial necesaria (horas): determinaremos primero la norma bruta (Mb). Se divide la norma neta entre la eficiencia del sistema:

$$Mb = \frac{Mn}{\eta} = \frac{4 \text{ mm}}{0.85} = 4.70 \text{ mm}$$

Tiempo de riego: se divide la norma bruta entre la intensidad:

$$T_r = \frac{Mb}{i} = \frac{4.70 \text{ mm}}{20.32 \text{ mm}} = 0.23 \text{ h} = 14 \text{ mm}$$

Esto significa que para aplicar una norma de 40 m³/ha o lo que es igual, 4 mm de agua, hay que dejar puesto el sistema durante 14 min.

El riego en organopónicos tiene cierta complejidad debida, en lo fundamental, a la diversidad de cultivos en una misma "batería" de riego que responde a la demanda de comercialización y no al diseño específico del sistema de riego. Con vistas a minimizar esta complicación y realizar el riego con eficiencia de deben tener en cuenta los aspectos que aparecen en la tabla 8.

Tabla 8. Aspectos que optimizan el riego en organopónico

Cultivo	Etapas del cultivo	Intervalo de riego	Número de riegos en la etapa	Tiempo para microjet	Norma de riego (L/m ²)
Lechuga	Desde la siembra hasta 5 días después de la germinación	Diario (mejor dos veces al día)	06-dic	10 min c/riego	3
	Desde los 6 días hasta los 30 días	Diario	20-24	17 min	5
	Desde los 30 días hasta la cosecha	Cada 2 días	15-20	17 min	5
Tomate	Desde la siembra hasta 7 días después de germinación	Diario (mejor dos veces al día)	07-sep	10 min c/riego	3
	Desde los 7 días hasta 20 días	Diario	23-25	17 min	5
	Desde los 30 hasta los 60 días	Días alternos	15-20	27 min	8
	Desde los 60 hasta los 90 días	Cada 2 días	15-20	17 min	5
	Desde los 90 días hasta los 120 días	Cada tres días, cercano a la cosecha se quita el agua para acelerar la maduración	10	17 min	5
Ajo	Desde la siembra hasta 10 días de la germinación	Diario (dos veces al día)	15-30	14 min. c/riego	4
	Desde los 10 días hasta los 40 días	Diario	30-32	17 min	5
	Desde los 40 días hasta los 80 días	Días alternos	20-22	27 min	8
	Desde los 80 días hasta los 100 días	Cada tercer día	08-ago	17 min	5
	30 días antes de la cosecha se retira el agua				

MANUAL TÉCNICO PARA ORGANOPÓNICOS, HUERTOS INTENSIVOS
Y ORGANOPONÍA SEMIPROTEGIDA

Cultivo	Etapas del cultivo	Intervalo de riego	Número de riegos en la etapa	Tiempo para microjet	Norma de riego (L/m²)
Cebolla	Desde el trasplante y hasta 8 días después	Diario (dos veces por día)	jun-16	14 min c/ riego	4
	Desde los 8 días hasta 30 días	Diario	20-22	17 min	5
	Desde los 30 días hasta 70 días	Días alternos	15-20	27 min	8
	Desde los 70 días hasta 90 días	Cada 2 días	08-oct	17 min	5
	Desde los 90 días hasta 110 días	Cada 3 días	06-ago	17 min	5
	Se debe quitar el riego 15 días antes de la cosecha				
Pimiento y Ajíes	Desde la siembra o trasplante y hasta 8 días después de la germinación	Diario (2 veces por día)	ago-16	14 min cada riego	4
	Desde los 8 días hasta los 30 días	Diario	20-22	17 min	5
	Desde los 30 días hasta los 60 días	Días alternos	15-20	27 min	8
	De los 60 días hasta los 90 días	Cada 7 días	08-oct	17 min	5
	De los 90 días hasta el final	Cada día	15 -20	17 min	5
Pepino	Desde la siembra hasta 10 días después de la germinación	Diario (dos veces por día)	ago-16	10 min c/riego	3
	Desde los 10 días hasta los 40 días	Diario	26-oct	27 min	8
	Desde los 40 días hasta los 60 días	Diario	18-20	17 min	5
	De los 60 días hasta los 80 días	Días alternos	08-oct	27 min	8
Condimentos (perejil, apio, cilantro, ajo montaña, cebollino multiplicador)	Desde la siembra y trasplante hasta 8 días después de la germinación.	Diario (dos veces al día)	ago-16	27 min	8
	Desde los 8 días hasta los 25 días	Diario	17-18	10 min	3
	Desde los 25 días hasta el primer corte	Días alternos	18-20	17 min	5
	Después del corte regar diario durante 7 días; luego vuelve el ciclo de días alternos hasta el próximo corte				

Cultivo	Etapas del cultivo	Intervalo de riego	Número de riegos en la etapa	Tiempo para microjet	Norma de riego (L/m ²)
Habichuela Rábano	Desde la siembra hasta 10 días después de la germinación	Diario	10-dic	17 min	5
	Desde los 10 días hasta los 45 días	Días alternos	oct-20	27 min	8
	Desde los 45 días hasta los 60 días	Cada 2 días	06-oct	27 min	8
Zanahoria	Desde la siembra hasta dos días después de la germinación	Diario	10-nov	17 min	5
	De los 10 días hasta los 30 días	Diario		10 min	3
	De los 30 días hasta los 90 días	Días alternos	25-30	17 min	5
	De los 90 días hasta los 110 días	Cada 2 días	10-dic	17 min	5
Remolacha	Desde la siembra y hasta 8 días después de la germinación	Diario (dos veces)	oct-20	14 min	4
	Desde los 8 días hasta los 60 días	Diario	5	17 min	5
	Desde los 60 días hasta los 90 días	Días alternos	15	14 min	4
Rabanito Rojo	Desde la siembra hasta 10 días de la germinación	Diario	10	17 min	5
	Desde los 10 días hasta los 25 días	Días alternos	7	17 min	5
Acelga	Desde la siembra hasta 8 días de germinado	Diario (dos veces)	ago-16	17 min	5
	Desde los 8 días hasta los 30 días	Diario	22	14 min	4
	Luego de cada corte se riega diariamente durante 5 días; después se restablece el ciclo de días alternos.				
Berro	Desde la siembra o corte y durante 10 días	Diario (tres veces)	30	10 min	3
	Desde 11 días y hasta el corte	Diario (dos veces)	30-40	14 min	4

Aspectos que se deben considerar para el funcionamiento, el mantenimiento y la conservación de los sistemas de riego localizados en organopónicos

Después de concluida la construcción de los canteros, como actividades preliminares antes del llenado de estos con el sustrato orgánico, se debe seguir el siguiente orden para poner en funcionamiento el sistema de riego:

- Montaje de la red soterrada y laterales con los microaspersores (figura 48).
- Lavado general inicial del sistema.
- Prueba dinámica de funcionamiento del sistema.
- Llenado de los canteros con el sustrato.
- Riego antes de la plantación o siembra.
- Riego después de la plantación o siembra.



Fig. 48 Montaje y explotación del riego localizado.

Revisiones del sistema que permiten su mantenimiento y conservación:

- Presiones de trabajo en el cabezal: el operador debe conocer las presiones admisibles que se consignan en el proyecto (por ejemplo: módulo de 0,5 ha, 3 atmósferas a la salida del cabezal y 1,5 atmósferas en el emisor).
- En el tiempo comprendido entre la operación inicial y la final de irrigación de un campo de riego, el operador revisará la red superficial de riego de un sector (una o más unidades de riego), del área que atiende, con el fin de detectar y dar solución a los problemas de obstrucción, salideros y colocación incorrecta de los emisores, garantizando:
 - Que no existan emisores tupidos trabajando.
 - Ausencia de salideros por mangueras picadas.
 - Ajuste de los extensores zafados, uniones mal conectadas, laterales colapsados, etcétera.
 - Mantener el espaciamiento uniforme entre emisores a la distancia que indique el proyecto (1 m entre emisor y 2 m entre lateral).
- Eliminación de los residuos de cosechas u otros desperdicios que caigan encima de los emisores.
- Durante el tiempo de riego, el operador drenará los laterales, operación que hará con la frecuencia determinada por la calidad del agua; esto pudiera ser de forma semanal o diaria.
- Se establece como norma la limpieza de los filtros al final de cada jornada de riego y se realizarán todas las necesarias durante la jornada de acuerdo con la calidad del agua. El lavado de los filtros se hará con agua frotándolos suavemente con un cepillo de cerdas no metálicas (figura 49).



Fig. 49 Limpieza de los filtros.

- Los registros de válvulas, estarán perfectamente visibles por lo que debe estar 10 cm por encima de la tierra, preferentemente pintados con cal, limpios de hierbas y otros elementos (figura 50).



Fig. 50 Registros de válvulas.

- Durante el período de primavera, aplicar riegos de mantenimiento una vez a la semana, garantizando que en cada sección dure el tiempo necesario para realizar la revisión del sistema (figura 51).



Fig. 51 Izquierda: cabezal de riego. Derecha: cabezal de riego con motobomba.

Estaciones de bombeo

Estas estaciones revisten una gran importancia para el logro de un riego eficiente. Pueden estar formadas por bombas centrífugas eléctricas de arranque directo y electrobombas sumergibles:

1. Bombas centrífugas eléctricas de arranque directo.

- Aspectos que se deben tener en cuenta para una correcta instalación de estas bombas:
 - Verificar que los datos indicados en la placa del motor (potencia, frecuencia, tensión, corriente absorbida, eficiencia o factor de potencia), sean compatibles

con las características de la línea eléctrica. La red podrá tener una diferencia de $\pm 5\%$, respecto al valor de la tensión nominal indicada en la placa.

- La potencia del motor no debe exceder el 20 % de la potencia de la bomba, para una buena eficiencia de la electrobomba ($P_m = 1,2 P_b$).
- Verificar la presencia del interruptor magnético térmico, que permita la protección contra “picos” de voltaje y sobrecorriente (1,2 veces la corriente nominal), con la utilización de un relé térmico (figura 52).



Fig. 52 Cajas con mecanismos eléctricos de protección.

- Utilización de relé de protección contra fallas o desbalance de fases.
 - Contar con un sensor de temperatura en el interior de la bobina.
 - Protección contra rayos. Conexión a tierra de la carcasa del motor y de la pizarra, independientes uno del otro, con cable no. 8 AWG y la menor trayectoria posible.
 - La caja de la pizarra debe ser metálica, con pintura epóxica y un índice de protección ($IP > 54$), lo que depende del lugar donde se coloque.
 - El operador de la estación debe estar protegido de la corriente con una puesta a tierra de la carcasa del motor y del chasis de la pizarra, con un interruptor diferencial que detecta las corrientes de defecto a tierra.
- Especificaciones técnicas para un correcto montaje de la bomba centrífuga eléctrica de arranque directo.
 - Verificar que el caudal y la presión de la bomba correspondan con las necesidades del proyecto de riego.
 - Cerciorarse antes de conectar las tuberías a las bocas correspondientes, que el componente giratorio de la bomba gire libremente y no esté frenado.
 - El líquido para bombear debe ser agua limpia, química y mecánicamente no agresiva.
 - La tubería de aspiración e impulsión se soportarán por anclajes, de modo que su propio peso no dañe el cuerpo de la bomba.
 - El diámetro de la tubería de aspiración no debe ser menor al de la boca de la bomba. En caso de tuberías de diámetro mayor, se recurrirá a la instalación de conos difusores. El de aspiración deberá ser excéntrico con la cara plana por la parte superior, para evitar bolsas de aires. El de impulsión debe ser concéntrico.
 - Mantener en la aspiración una válvula de pie y un filtro, para evitar la entrada de sólidos a la bomba y la pérdida de la ceiba. Asegurar una distancia del fondo de al menos 0,50 m, para evitar el arrastre de sedimentos.
 - No colocar el motor eléctrico con el ventilador pegado a la pared de la caseta, es decir, se debe buscar la ventilación.

- Instalar la bomba lo más cerca posible del lugar de aspiración, siguiendo el criterio de que el NPSH disponible sea superior al NPSH requerido, para evitar la cavitación. Puede fijarse el límite de aspiración en 5 m de altura manométrica, correspondiente a la altura manométrica.
- Emplazar la motobomba en una base rígida y horizontal.
- Nunca dejar la bomba trabajando un tiempo superior a 3 minutos operando a caudal cero. Una vez que la bomba alcance su velocidad de giro, abrir lentamente la válvula de la impulsión hasta conseguir la presión necesaria.
- Conocer las propiedades del pozo (gasto, nivel estático, nivel dinámico y profundidad del pozo).
- La estación debe contar con manómetro, ventosa y válvula de retención.
- La motobomba deberá protegerse de los elementos atmosféricos: sol, lluvia, etc., y reja con candado para evitar manipulación inadecuada o robo (figura 53).
- Para el mantenimiento se debe revisar, al menos una vez al año, el estado de los rodamientos, reponer grasas y comprobar el correcto aislamiento de las bobinas.



Fig. 53 Izquierda: motobomba eléctrica sin caseta.
Derecha: motobomba eléctrica protegida con caseta.

2. Electrobombas sumergibles:

- Aspectos que se deben tener en cuenta para una correcta instalación eléctrica:
 - Verificar que los datos indicados en la placa del motor (potencia, frecuencia, tensión, corriente absorbida, eficiencia o factor de potencia), sean compatibles con las características de la línea eléctrica. La red podrá tener una diferencia de $\pm 5\%$, respecto al valor de la tensión nominal indicada en la placa.
 - La potencia del motor no debe exceder el 20 % de la potencia de la bomba, para una buena eficiencia de la electrobomba ($P_m = 1,2 P_b$).
 - Verificar la presencia del interruptor magnético térmico, que permita la protección contra picos de voltaje y sobrecorriente (1,2 veces la corriente nominal), con la utilización de un relé térmico.
 - Utilización de relé de protección contra fallas o desbalance de fases.
 - Contar con un sensor de temperatura en el interior de la bobina.
 - Protección contra rayos. Conexión a tierra de la pizarra, con cable no. 8 AWG y la menor trayectoria posible.
 - La caja de la pizarra debe ser metálica, con pintura epóxica y un índice de protección ($IP > 54$), lo que depende del lugar donde se coloque.
 - El operador de la estación debe estar protegido de la corriente, con una puesta a tierra del chasis de la pizarra y un interruptor diferencial que detecte las corrientes de defecto a tierra.

- Especificaciones técnicas para un correcto montaje de las electrobombas sumergibles:
 - Verificar que el caudal y la presión de la bomba correspondan con las necesidades del proyecto de riego.
 - Tener muy en cuenta la chapilla de la motobomba con sus características técnicas.
 - El líquido para bombear debe ser agua limpia, química y mecánicamente no agresiva.
 - Cuando el diámetro del pozo sea dos veces y medio el diámetro de la motobomba, es importante la utilización de una camisa de refrigeración.
 - Contar con un kit de empalme para la unión de los cables de alimentación, cuando se encuentra bajo el agua.
 - Construir caseta de protección con seguridad, para evitar manipulación inadecuada o robo.
 - Estas bombas requieren un flujo constante de agua junto al motor para una correcta refrigeración de este.
 - Evitar que la parte inferior del motor (más caliente) quede dentro del fango (fondo del pozo).
 - Cuando se instala en grandes láminas de agua, es preciso disponer de elementos externos que garanticen una velocidad mínima del agua (0,8 L/seg), junto al motor.
 - Emplazar la motobomba en una base rígida y horizontal.
 - Nunca dejar la bomba trabajando un tiempo superior a 3 minutos, operando a caudal cero. Una vez que la bomba alcance su velocidad de giro, abrir lentamente la válvula de la impulsión hasta conseguir la presión necesaria.
 - Conocer las propiedades del pozo (gasto, nivel estático, nivel dinámico y profundidad del pozo).
 - La estación debe contar con válvula de check vertical, grampas que aguantan el cable, soporte de los terminales, codo, manómetro, válvula de check horizontal, válvula que regula el flujo, manómetro y ventosa (figura 54).
 - Para el mantenimiento se debe realizar al menos un arranque al mes, como mínimo. Una vez cada 6 meses efectuar una comprobación de aislamiento a tierra.



Fig. 54 Motobomba sumergible con caseta, válvula de retención, manómetro, válvula de control y panel de control.



Especificaciones técnicas para la explotación de motores de combustión interna:

- Realizar los mantenimientos cuando correspondan (mantenimientos 1 y 2).
- Proteger de la intemperie al motor, con una caseta (figura 55).
- El motor debe estar limpio de grasas y suciedades, correctamente anclado.
- Realizar el cambio de filtro de aceite cada 50-100 horas (motores diesel lombardini).
- Revisar antes de arrancar el nivel de aceite en el motor.
- Utilizar el aceite recomendado por el fabricante.
- Cambiar el aceite cada 200-300 horas.
- Anclar el motor a la base para evitar vibraciones (base fundida con taco de goma); un incremento de las vibraciones puede destruir el equipo.
- La aceleración debe ser de 2 000 rpm a 2 400 rpm.
- La soga de arranque debe estar en buenas condiciones.
- Revisar los elementos de sujeción de la bomba.
- La bomba (figura 56) debe estar regulada sin goteo en el preñe, limpia, con un correcto anclaje.
- Las bombas verticales de pozo profundo deben contar con un tanque de prelubricación; la transmisión debe estar correctamente alineada, fijada y protegida.
- Se debe tener el mantenimiento del motor al día, con tarjeta de control y cierre del combustible.
- Evitar la aspiración de aire que puede producirse entre la bomba y el tubo de succión, de no estar bien apretado.



Fig. 55 Motor protegido con caseta.



*Fig. 56 Izquierda: motobomba diesel sin protección.
Derecha: motobomba protegida.*

Riego con regadera

Si se dispone de regadera (figura 57) se deberá conocer la cantidad de agua que esta puede contener. Además, se deberá calcular la cantidad de regaderas que hacen falta para un cantero, de manera práctica. En este caso también hay que tener en cuenta las exigencias del cultivo y el tipo de suelo o sustrato. Por ejemplo, una

regadera con una capacidad de 10 L puede cubrir 2 m², si la cantidad de agua que demanda el cultivo es 5 L/m², para el caso de un cantero de 1,20 m de ancho, se puede avanzar hasta 1,66 m de largo con esta regadera. Si el cantero tiene 1,20 m de ancho por 22 m de largo (26,40 m²), se necesita aplicar 132 L (5 L/m² según la norma), serían 13,2 regaderas para esta área.



Fig. 57 Riego con regadera.

Riego con manguera

En el caso del riego con manguera (figura 58), si no se conoce la cantidad de agua que aplica, se debe aforar utilizando un recipiente graduado en mililitros o litros, y un reloj para contar el tiempo. Se debe medir el volumen de agua que se recoge en ese recipiente. El volumen obtenido se divide entre el tiempo que tarda en llenarse. Por ejemplo, se tardó 3 min en llenar un recipiente de 10 L, el caudal sería: 10 L dividido entre 3 min es igual a 3,3 L/min. Si queremos aplicar 8 L/m², sería 2,42 min/m², se debe colocar en la punta un deflector para evitar la incidencia del choro directo.

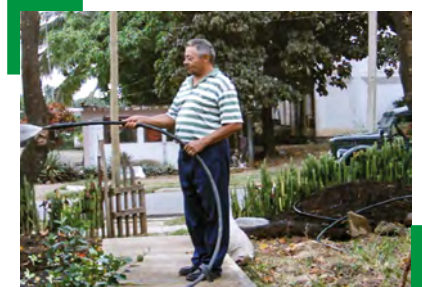


Fig. 58 Riego con manguera en patios.

Drenaje

En todas las formas de producción mucho se plantea sobre el riego, pero el drenaje se aborda con discreción. Ambas actividades son de extrema importancia en las modalidades de producción en agricultura urbana. La función principal del drenaje consiste en conducir fuera del área los excesos de lluvia y excedentes del agua de riego. Los drenajes se construyen en las partes bajas del área en cuestión. La red de drenaje presenta las siguientes partes integrantes:

- Los propios canteros constituyen la red primaria, tanto en el caso de huertos, como organopónicos.
- Las zanjas y los drenes que recogen el exceso de humedad directamente del suelo y lo trasladan a la red conductora.
- Parte conductora, compuesta por zanjas más grandes.
- Parte preventiva o de protección, constituida por canales de cinturón.

Normas para el funcionamiento y la operación de los sistemas de drenajes:

- Realizar la nivelación de las áreas de riego.
- Controlar el buen estado técnico y dimensionamiento de la sección transversal de los canales.
- Eliminar los azolves en los canales.
- Limpiar regularmente los canales de vegetación.
- Ejecutar y construir la red de drenaje interna en los lugares que lo requieran.
- Los canteros deben estar bien conformados y uniformemente trazados.
- Proteger de escombros, desechos, rellenos, etc., drenajes naturales y pozos de recarga.
- Limpieza y mantenimiento de obras de fábricas, como: alcantarillas, pases, sifones y pozos de recarga.

- Protección de fuentes de abasto de corrientes superficiales que puedan contaminar sus aguas.

Consecuencias perjudiciales del sobrehumedecimiento:

- Afecta la estructura del suelo, y provoca compactación y poca permeabilidad.
- Las aguas que lo producen vienen cargadas de sedimentos limosos, por lo que sellan los poros del suelo, impidiendo la penetración del agua.
- Disminuye el contenido de oxígeno, por lo que los procesos microbiológicos son anaeróbicos. Se produce la reducción del hierro y manganeso que afectan las plantas.
- Se reduce la disponibilidad de nitrógeno asimilable, por lo que disminuye el rendimiento.
- Limitación en el intercambio gaseoso entre las raíces de las plantas y el medio; aumenta el contenido de CO_2 , lo que provoca la muerte de las plantas.

Calidad del agua y aspectos sanitarios para el riego

Al ser el agua de riego un medio de salinización de los suelos, ya sea por manejo incorrecto o por uso de aguas con alto contenido de sales, se establecen los parámetros que se deben observar en la calidad del agua, sobre la base de los siguientes criterios, que aparecen en las tablas 9 al 13.

Tabla 9. Criterio de salinidad definido por la clasificación FAO

Índice de salinidad	CE (mmhos/cm)	Riesgo de salinidad
1	< 0,75	Sin problemas
2	0,75-3,0	Problemas crecientes
3	> 3,0	Problemas serios

Tabla 10. Relación de Adsorción de Sodio (RAS) ajustado, cuando el valor conductividad eléctrica (CE) a 25 °C es inferior a 400 micromhos/cm

R.A.S. ajustado	Calificación
Menor de 6	No hay riesgo de alcalinización
Entre 6 y 9	Moderado riesgo de alcalinización
Mayor de 9	Grave riesgo de alcalinización

Tabla 11. Relación de Adsorción de Sodio (RAS), ajustado cuando el valor de la conductividad eléctrica (CE) a 25 °C está comprendido entre 400 micromhos/cm y 1 600 micromhos/cm.

R.A.S. ajustado	Calificación
Menor de 8	No hay riesgo de alcalinización
Entre 8 y 16	Moderado riesgo de alcalinización
Mayor de 16	Grave riesgo de alcalinización

Tabla 12. Relación de Adsorción de Sodio (RAS), ajustado cuando el valor de la conductividad eléctrica (CE) a 25 °C es mayor de 1 600 micromhos/cm

R.A.S. ajustado	Calificación
Menor de 16	No hay riesgo de alcalinización
Entre 16 y 24	Moderado riesgo de alcalinización
Mayor de 24	Grave riesgo de alcalinización

Tabla 13. El criterio de toxicidad. Concentración que puede crear problemas

Ion	Inexistentes	Crecientes	Graves
Na (meq/L)	< 3	3-9	> 9
Cl (meq/L)	< 4	4-10	> 10
B (meq/L)	< 0,7	0,7-2,0	> 2,0

Fuentes de abasto

Este aspecto no siempre es considerado en primer orden de importancia y por tal razón, en ocasiones se desconoce de dónde proviene el agua que ha de ser utilizada con fines para riego (pozo, presa, riachuelo, etc.). Es necesario conocer el tipo de fuente, su ubicación topográfica y su capacidad para diseñar el sistema de riego que se quiere utilizar, así como la construcción de obras de filtrado y para la conducción del agua. Queda prohibido el riego por aspersión sobre el follaje, cuando existen valores de sodio y cloro superiores a 3 meq/L, en cultivos susceptibles.

Aspectos sanitarios para el riego

Comprende la identificación de patógenos que pueden afectar a los trabajadores, cuando se ponen en contacto con el agua durante las actividades del riego, de manera que se toman las medidas adecuadas para evitar estas contaminaciones. Además, se explican las acciones necesarias para lograr la calidad microbiológica exigida (tabla 14).

Tabla 14. Directrices recomendadas de la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en la agricultura

Categoría	Condiciones de Aprovechamiento	Grupo expuesto	Nemátodos intestinales (Media aritmética). No. de huevos/litros	Coliformes fecales (Media geométrica) No. /100 mlc	Tratamiento de aguas residuales
A	Riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos ^d	Trabajadores y consumidores públicos	≤ 1	≤ 1000 ^d	Serie de estanques de estabilización que permiten lograr la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente
B	Riego de cultivos de cereales industriales y forrajeros, praderas y árboles ^e	Trabajadores	≤ 1	no se recomienda ninguna norma	Retención en estanques de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales
C	Riego localizado de cultivos en la categoría B cuando ni los trabajadores ni el público están expuestos	Ninguno	No es aplicable	No es aplicable	Tratamiento previo, según lo exija la tecnología de riego por no menos que sedimentación primaria

Observaciones:

- En casos específicos, se debe tener en cuenta los factores epidemiológicos, socio-culturales y ambientales de cada lugar, y entonces modificar las directrices.
- Especies con atención a los Áscaris y Trichuris y Anquilostomas.
- Durante el período de riego se deben extremar las medidas sanitarias.
- Conviene establecer una directriz más estricta (* 200 coliformes fecales por 100 mL), para prados públicos como los de hoteles y parques, con los que el público puede entrar en contacto directo.
- En el caso de los árboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de cosechar la fruta y esta no se puede recoger del suelo. No es conveniente regar por aspersión.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta se refiere al conocimiento del tiempo en que los patógenos provenientes de las excretas pueden contaminar las aguas y a los trabajadores para tomar las medidas necesarias posteriores a los análisis realizados (tabla 15).

Tabla 15. Períodos de supervivencia de ciertos agentes patógenos excretados en el suelo y las superficies de los cultivos a 20 °C y 30 °C

Agente patógeno	Período de supervivencia	
	En el suelo	Cultivos
Bacterias:		
Coliformes fecales	< 70, comúnmente < 20 días	< 30, comúnmente < 15 días
<i>Salmonella spp</i>	< 70, comúnmente < 20 días	< 30, comúnmente < 15 días
<i>Vibrio cholera</i>	< 20, comúnmente < 10 días	< 5, comúnmente < 2 días
Protozoarios:		
Quistes de <i>Entamoeba histolytica</i>	< 20, comúnmente < 10 días	< 10, comúnmente < 2 días
Helmintos:		
Huevos de <i>Áscaris lumbricoide</i>	muchos meses	< 60, comúnmente < 30 días
Larvas de Anquilostomas	< 90, comúnmente < 30 días	< 30, comúnmente < 10 días
Huevos de <i>Taenia saginata</i>	muchos meses	< 60, comúnmente < 30 días
Huevos de <i>Trichuris trichiura</i>	muchos meses	< 60, comúnmente < 30 días

a: reimpreso con la debida autorización del Banco Mundial.

b: incluye poliovirus, echovirus y coxsackievirus.

Teniendo en cuenta la información de la tabla 15 se establecen varias categorías en función de los posibles riesgos a personas y cultivos. Ellas son:

- **Categoría A:** el riego de cultivos, cuyas producciones puedan ser consumidas frescas; riego de campos de deportes o de parques públicos. El grupo de riesgo de infecciones está integrado por los trabajadores, los consumidores de los cultivos, los deportistas y el público en general. Este es el caso en que las exigencias de calidad deben ser más restrictivas, debido al alto riesgo que esta actividad supone.
- **Categoría B:** riego de cereales, cultivos industriales, forrajeros, pastos y cultivos leñosos. En este caso se estima que el grupo de riesgo está integrado principalmen-

te por los trabajadores que intervienen en las labores de desarrollo y recolección de los cultivos.

- **Categoría C:** riego de cereales, cultivos industriales, forrajeros, pastos y cultivos leñosos que se realice mediante riego localizado, de forma que la exposición de los trabajadores, o el público en general, no sea significativa.

Ajustes técnicos ante situaciones de extrema sequía

Este constituye un aspecto de extrema importancia por las condiciones adversas que se presentan en el país, agravadas por el cambio climático. A pesar de ello, las producciones de alimentos deben continuar su trabajo para mantener una oferta a la población:

1. Si se agotan las fuentes de abasto de agua, prever con tiempo el traslado de los sistemas de riego hacia lugares que tengan garantía de agua.
2. Limitar conscientemente la extracción de agua subterránea a los volúmenes que autoriza el Intituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), evitando la intrusión salina en los acuíferos conectados al mar.
3. Incrementar el uso de regaderas.
4. Darle una atención especial al fomento de huertos caseros de hortalizas y condimentos frescos, utilizando los patios familiares para ello.
5. En condiciones de extrema sequía resulta mucho más importante mantener niveles adecuados de materia orgánica en los sustratos de organopónicos y en los canteros de huertos intensivos, parcelas y patios.
6. En cultivos de hileras y en todos los que sea posible, promover bajo estas condiciones las siembras en el surco y no encima del camellón.
7. Promover la construcción de aljibes, pequeños “tranques” y otros elementos que permitan coleccionar agua de lluvia.
8. Priorizar el uso de sistemas de riego eficientes: microaspersión, goteo, modernizar la técnica de riego por gravedad.
9. Intercalar cultivos y arropar el suelo con residuos de cosechas para lograr disminuir las pérdidas de agua por evaporación directa desde el suelo descubierto. Es importante que la mayor parte del agua almacenada en el suelo sea consumida por el cultivo y no evaporada por la acción del sol.
10. Ubicar la época de siembra o plantación de los cultivos, según la ocurrencia de las precipitaciones.
11. Labrar el suelo lo mínimo posible para no perder agua.
12. Realizar el riego nocturno para disminuir las pérdidas de agua por evaporación.
13. Mejorar las redes de conducción y distribución de agua; si son canales pueden ser revestidos con arcilla, cemento, plásticos, etc.; si son tuberías, reparar salideros por tubos rotos o juntas.
14. En cultivos de frutales, construir pozas en cada árbol para la captación de agua de lluvia.

Sanidad vegetal

La lucha contra las plagas en la Agricultura Urbana Suburbana y Familiar se realizará mediante el manejo del sistema de producción, donde se unen de forma armónica y balanceada todos los elementos que inciden sobre las plantas, como: sustrato, plantas cultivadas, resto de la vegetación, tecnología de cultivo, clima, plagas y enemigos naturales, entre otros.

Una planta vigorosa, desarrollada en un sustrato con un adecuado balance de nutriente y humedad, cultivada en un ambiente ecológico favorable, con la aplicación de una esmerada atención cultural, resiste mejor el ataque de las plagas. Entre los medios y las medidas que se deben utilizar en el manejo integrado de plagas, se hace énfasis en los no contaminantes del medio ambiente.

Medidas generales de manejo de plagas:

- Colocar puntos de desinfección de pies y manos en la entrada de las áreas de producción, en especial, en organopónicos y cultivos semiprotegidos.
- Las áreas de cultivo y sus alrededores deben estar libres de plantas indeseables (malezas), las que constituyen focos de insectos dañinos enfermedades.
- Mantener un chequeo sistemático de la infestación por nemátodos y aplicar las medidas recomendadas.
- Se limitará la entrada de personal ajeno, no autorizado, a las áreas de producción.
- Garantizar que las semillas sean de alta calidad, validadas por una certificación.
- Se utilizarán posturas completamente sanas, producidas en la unidad o en áreas especializadas.
- Planificar la siembra según el calendario óptimo, teniendo en cuenta el programa de rotación de cultivos y evitar la colindancia con especies y variedades afines.
- Mantener un adecuado sistema de drenaje, para evitar los encharcamientos y el exceso de humedad.
- Eliminar, con rapidez, los residuos de cosecha, una vez concluida esta.
- Se prohíbe fumar y manipular las plantas sin previo lavado de manos, fundamentalmente de tomate, pimiento, ají y otras susceptibles al ataque de virus del mosaico de tabaco (TMV).
- Colocar trampas amarillas, azules, blancas y de luz, para capturar insectos dañinos.
- Sembrar barreras de plantas repelentes, para disminuir la incidencia de plagas en los cultivos.
- Aplicar las medidas recomendadas para el control de babosas, caracoles y grillos.
- Aplicar, de forma preventiva y sistemática, otros medios de control biológico recomendados en este *Manual*, y proteger los controles biológicos naturales.
- Selección negativa de plantas atacadas por virus.
- Rotación de cultivos y medidas de cuarentena, en especial, para virus, bacterias y nemátodos.

Medidas para el manejo de plagas en semilleros, de vital importancia para la obtención de posturas sanas al trasplante:

- Seleccionar el área que tenga las condiciones óptimas de calidad del suelo y drenaje.
- Aplicar medidas de desinfección del sustrato, antes de cada siembra, con *Trichoderma viride* o *T. harzianum*, a razón de 10 g/L a 20 g/L de agua (de 4 kg/ha a 8 kg/ha), o en polvo, en dosis de 1 g/m², 48 horas antes de la siembra. Solarización e inversión del suelo o sustrato.

- El semillero debe estar alejado o protegido de la influencia de cultivos colindantes, mediante barreras naturales o plantas-trampa y repelentes y, preferiblemente, protegidos con tapado y malla.
- Realizar selección negativa de plantas y focos enfermos y dejar un área limpia de 10 cm, desde el borde de las plantas enfermas.
- Las plantas enfermas se sacarán del área del semillero y serán destruidas.
- Eliminar todas las posturas pasadas de tiempo y los restos de posturas que no se van a utilizar en el trasplante.
- Realizar una adecuada desinfección de semillas con *Trichoderma harzianum* o *Trichoderma viride*, en forma líquida, a 10 % (100 mL/L) volumen-volumen, o en suspensión 20 g/L, en polvo, por inmersión durante 10 min. Se seca la semilla al aire y se puede almacenar hasta 30 días antes de la siembra.
- Conocer el porcentaje de germinación de la semilla, para aplicar la cantidad adecuada por área y evitar el exceso de plantas.
- Almacenar la semilla en lugares frescos y secos, preferiblemente a temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Utilizar semillas certificadas, libres de patógenos que ellas transmiten.

Control de babosas, caracoles y grillos, plagas (figura 59) con hábitos nocturnos que producen el daño en horas de la noche, y permanecen durante el día refugiadas debajo de piedras, hojas, troncos y otros objetos:



Fig. 59 Medidas generales de manejo de plagas.

- Colocar trampas con pedazos de sacos, cartones, tablas, etc., humedecidos, en horas de la tarde, a modo de refugio, y colectarlos a la mañana siguiente. Los ejemplares colectados se matan de forma mecánica o por otros métodos.
- Pintar los bordes de los canteros con lechada de cal concentrada, o aplicar cal en polvo, en forma de cordón sanitario de 10 cm a 15 cm, alrededor de la zona que se desea proteger. La cal puede ser sustituida por cieno o carburo (residuo de las plantas de producción de acetileno).
- Los cordones sanitarios pueden ser también de cascarilla de arroz, café o aserrín de madera. Aplicar Solasol de la forma indicada anteriormente.
- Utilizar cebos envenenados. Forma de preparación de los cebos: afrecho de trigo o harina de maíz 1 kg, miel de purga o azúcar 200 mL/200 g, carbaryl o dipterex 180.

Mezclar el insecticida con el afrecho o la harina (de maíz, millo, frijoles, chícharos, etc.), añadir la miel de purga o azúcar y el agua, hasta formar una pasta. Agregar jugo de naranja u hollejos de naranja molida, para mejorar sus propiedades atractivas. Con esta masa, se hacen bolitas que se colocan en las áreas donde existen babosas y grillos, a razón de 1 a 2 bolitas por metro cuadrado, en horas de la tarde.

- Entierre una vasija en la tierra, al nivel de la superficie. Échele un poco de cerveza, con bastante sal. Atraídas por la cerveza, las babosas caen en la vasija y mueren por efecto de la sal.

Entre las medidas de control de plagas y enfermedades también están las medidas de escape, que consisten en la siembra de los cultivos en su época óptima, cuando las condiciones meteorológicas son más adecuadas para su desarrollo. Este es uno de los elementos que más favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas, que así presentan mayor vigor y un ciclo biológico más corto. En estas condiciones, la planta puede desarrollar sus mecanismos de defensa naturales y lograr más resistencia.

El escape a la infección por virus en solanáceas (tomate, pimiento) se puede alcanzar con la obtención de posturas libres de enfermedades. Como es conocido, mientras más temprano es inoculada la partícula viral por la mosca blanca a las plantas, mayor es el daño a la producción. Si se producen las posturas en semilleros protegidos, donde no puedan ser alcanzadas por los vectores, estas llegan sanas a la plantación y se reducen las pérdidas por este concepto. De igual forma, se logran medidas de escape cuando se desarrollan posturas libres de enfermedades fungosas, bacterianas y nemátodos, en la fase de semillero.

Otra medida es una adecuada rotación o alternancia de cultivos, así como el estricto cuidado de la colindancia, muy eficaz para disminuir daños y pérdidas por el ataque de plagas. En este caso se sugiere tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Conocer cuáles son las plagas que atacan a los cultivos que se van a rotar.
- Conocer las plagas más importantes del organopónico o huerto intensivo, para determinar el programa de rotación.
- Un esquema de rotación puede ser muy efectivo para reducir el ataque de una plaga, pero es capaz de incrementar la presencia de otras.
- Sembrar en la época del año más adecuada para cada cultivo; de esta forma se pueden obtener, unidos a los efectos de rotación, los beneficios del periodo óptimo de desarrollo.
- Es fundamental conocer la demanda de nutrientes de todas las especies, su efecto sobre el estado físico del sustrato, para evitar los problemas de nutrición y degradación por mal manejo, que influyen en la salud de los cultivos.
- Una rotación adecuada es la que combina cultivos muy susceptibles a las plagas o enfermedades que hay que controlar, con otros medianamente resistentes y resistentes, teniendo en cuenta los cuatro elementos básicos enumerados anteriormente.
- En el momento de planificar los cultivos que se van a sembrar en cada cantero, se debe tener en cuenta su distribución de tal forma que no queden muy cerca de especies que son atacadas por las mismas plagas, o una misma especie con distintas fechas de plantación.

La rotación o alternancia de cultivos, incluyendo a la colindancia, como uno de sus componentes básicos, debe ser una preocupación permanente de cada productor, tanto a la hora de planificar las siembras del año, como al momento de la plantación, ya que es la base de todo el programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Bioplaguicidas en el Manejo Integrado de Plagas

En el mundo existen miles de plantas, a las cuales se les atribuyen efecto insecticida, acaricida, nematocida, molusquicida, rodenticida, fungicida, bactericida y herbicida, así como algunas que inhiben el ataque de los virus. De las sustancias naturales más antiguas y de más amplio empleo en el mundo, algunas se mantienen vigentes: nicotina, piretro, rotenona, azadirachtina, alcanfor y trementina.

Actualmente se recomienda para las diferentes modalidades de Agricultura Urbana los siguientes bioplaguicidas:

- **Nicotina:** ha sido aislada de numerosas plantas, pero comercialmente tiene dos fuentes principales, el tabaco o *Nicotiana tabacum* L. y la *Nicotiana glauca*. En Cuba, como es lógico, el tabaco es la fuente de obtención más económica.
- **Tabaquina:** insecticida natural, preparado a partir de residuos del tabaco (picadura en polvo rapé, no se usan las nervaduras de la hoja):
 - **Forma de acción:** ingestión, contacto y veneno respiratorio; su residualidad es muy corta.
 - **Plagas que controla:** insectos de cuerpo blando (pulgones, mosca blanca, trips, saltahojas, ácaros y larvas pequeñas de lepidópteros), etc. Especificaciones: puede ser portador del virus del mosaico del tabaco (TMV).
 - **Preparación de la tabaquina:** macerar 1 kg de picadura o polvo de tabaco (barredura) en 4 L de agua, de 8 a 10 días. Filtrar por una malla fina. Diluir en 20 L de agua. Media hora antes de aplicarlo, agregarle 200 g de hidrato de cal (cal viva), a razón de 10 g/L de tabaquina lista para aplicar. Con esta concentración de cal, alcanza un pH = 12 o superior, esto desactiva los virus y libera la nicotina. Por esta razón, no es compatible con otros insecticidas. Una vez preparada, se debe aplicar de inmediato, ya que pierde su actividad a las 2 horas de haberse echado cal.
 - **Dosis:** aplicar a razón de 300 L/ha a 500 L/ha, o sea, 30 mL/m² a 50 mL/m², con una concentración de 0,9 g a 1,0 g de nicotina por litro de solución.
- **Nim:** el árbol del Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) es una planta de la familia Meliaceae, de origen hindú, introducida en Cuba por investigadores de la antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, actual INIFAT, en la década de 1910 a 1920. Hoy existen dos ejemplares con más de 80 años de edad. A partir de los frutos y las hojas especie, se prepara una serie de productos insecticidas, acaricidas, nematocidas, etc., tanto de forma artesanal como industrial, entre los cuales se destacan los siguientes: Cubaním, CubaNim-T, Neo Nim, Oleoním 80, Oleoním 50, Dermin-P, Derním-U, etcétera.
 - **Forma de acción:** la sustancia activa principal de Nim es la azadirachtina A, la cual está acompañada de otras dos, también importantes: solanina y la nimbina. Su efecto sobre los insectos es como repelente, antialimentario, esterilizante y regulador del crecimiento.
 - **Plagas que controla:** está comprobada su eficacia para unas 160 especies de insectos considerados plagas, entre los que se encuentran los tipos Spodoptera, Heliothis, Diabrotica, Trichoplusia y Keyferia. También controla plagas de animales domésticos.
 - **Formas de preparación del extracto acuoso del Nim:** los frutos del Nim se cosechan cuando, por lo menos, 15 % de los de cada racimo tengan color amarillo (maduros), se despulpan de forma manual o con máquina, se lavan con agua y

se ponen a secar. El secado se realiza al sol, los primeros 2 o 3 días y, posteriormente, a la sombra, en un lugar aireado, durante 2 o 3 semanas. Se descascara y se muele. De 20 g/L a 25 g/L de agua del polvo de Nim se pone en remojo de 6 a 8 horas (una noche); se remueve de cuando en cuando o por lo menos una vez antes de filtrarlo. Se deja en reposo 2 min y se cuela por medio de una tela o colador de tamiz fino. La aplicación se debe realizar lo más rápido posible, no se puede guardar de un día para otro, el extracto acuoso descompone con rapidez.

- Dosis: aplicar a razón de 0,6 g de polvo/m² a 0,7 g de polvo/m² (6 kg/ha a 7 kg/ha), con un volumen de solución final de 300 L/ha a 600 L/ha.
- Solasol: molusquicida botánico, para el control de babosas y caracoles (*Succinia sagraa*; *Praticolella griseola*). Se obtiene a partir del güirito espinoso (*Solanum globiferum* Dum). El principio activo es la solasodina, un alcaloide esférico que contiene la planta en cantidad de 1,8 % a 2 %:
 - Forma de preparación. Los frutos se cosechan pintones y verdes hechos, se trituran de forma manual y se secan al sol y al aire en bandejas, posteriormente se muelen para convertirlos en polvo. Colocar 100 g de polvo/L de agua en un recipiente, en horas de la mañana, agitar ocasionalmente, pasadas de 6 a 8 horas, en la tarde, decantar y filtrar con un paño o colador.
 - Se aplica con mochila sobre todo el cultivo y en los lugares de tránsito de los moluscos.
 - La dosis es a razón de 10 g de polvo/m² de Solasol.

Medios de control no convencionales. Son aquellas prácticas que se realizan fuera de las que se han presentado anteriormente y que se explican a continuación:

- Trampas de color amarillo (figura 60): los insectos, por lo general son atraídos por el color amarillo, pero el *Thrips palmi* prefiere el blanco y el azul. Planchas metálicas, madera, lona, tela, nailon, pedazos de yagua y los bajantes metálicos de las estructuras de los cultivos protegidos, todos los cuales pueden pintarse de color amarillo intenso, blanco y azul, e impregnadas de aceite de motor quemado o grasa, pueden ser colocadas en distintos puntos del huerto u organopónico. Los insectos, en especial los pulgones y las moscas blancas, son atraídos por el color amarillo y, al chocar con las planchas o telas, son atrapados en la grasa.



Fig. 60 Trampas de colores
(trampas azules y amarillas).



- Trampas de luz (figura 61) las trampas de luz consisten en instalar lámparas de querosén o eléctricas en los organopónicos o huertos. Con una lámpara se puede cubrir un área aproximada de 1 ha. Debajo de la lámpara se coloca un recipiente con agua, aceite quemado, petróleo o detergente, donde, al caer las mariposas y mueren. Este método es eficaz para los insectos de hábitos nocturnos.

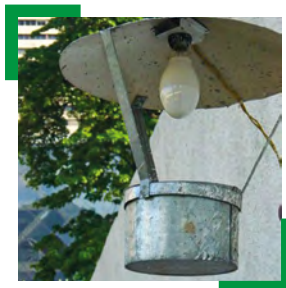


Fig. 61 Trampas de luz.

Medios biológicos para el control de plagas

La lucha biológica es un método de protección de las plantas que se basa, principalmente, en el empleo de depredadores, parásitos, parasitoides, así como microorganismos entomopatógenos y antagonistas para el control de plagas en los diferentes agroecosistemas.

Entre las bacterias entomopatógenas más importantes está el *Bacillus thuringiensis*. Esta especie produce toxinas con actividad insecticida, las cuales aparecen en forma de inclusiones cristalinas. Para la aplicación de este, hay que tener en cuenta que el efecto solo se logra si el insecto ingiere la bacteria y su toxina, por tanto, se debe aplicar sobre el follaje y en etapas larvales, durante las cuales los insectos comen abundantemente.

El empleo de hongos entomopatógenos y antagonistas en la lucha contra plagas y enfermedades agrícolas, es otro de los medios de control biológico de mayor importancia y más ampliamente utilizado en Cuba y el mundo. Esos productos, compuestos por bacterias, hongos y toxinas, se dañan con la luz solar y las altas temperaturas, y pierden así su actividad. Por eso, solo se deben aplicar en horas de la tarde, cuando la actividad solar es mínima.

La dosificación de los biopreparados depende de la concentración de esporas o conidios por gramo o mililitro. En el caso de los productos granulados (fermentación sólida), el título oscila entre 10⁸ y 10¹⁰ conidios/g, y de 10⁶ a 10⁸ conidios/mL en formulaciones líquidas. Las dosis varían de acuerdo con la plaga que se va a combatir. Las aplicaciones se realizarán de forma preventiva o curativa, entre 7 y 10 días, cuando la población es baja (tabla 16).

Tabla 16. Tratamientos biológicos contra plagas

Producto biológico	Cultivos	Plagas que controla		Dosis
		Nombre científico	Nombre común	
Thurisav 24 (<i>B. thuringiensis</i> Cepa LBT-24) Trichoplusia Cepa LBT-24)	Hortalizas, viandas	<i>Plutella xylostella</i> <i>Trichoplusia ni</i> <i>Eynnis ello</i> <i>Spodoptera frugiperda</i>	Pollilla de la col Falso medidor Primavera de la yuca Palomilla del maíz	De 0,4 mL/m ² a 0,5 mL/m ² (de 4 kg/ha a 5 kg/ha)
Thurisav 13 (<i>B. thuringiensis</i> Cepa LBT-13)	Tomate, papa, cítricos, pimientos, ají cítricos, plátano	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> <i>Phyllocoptruta oleivora</i> <i>Tetranychus tumidus</i>	Ácaro blanco Ácaro del moho Ácaro rojo	De 0,4 mL/m ² a 0,5 mL/m ² (4 kg/ha a 5kg/ha) 20 L/ha 5 L/ha a 10 L /ha
Thurisav 21 (<i>B. thuringiensis</i> Cepa LBT-21)	Tomate, tabaco, maíz col, berro pastos	<i>Heliothis virescens</i> <i>Plutella xylostella</i> <i>Mochis latipes</i>	Cogollero del tabaco Pollilita de la col Falso medidor	De 5 L/ha a 10 L/ha De 0,5 mL/m ² a 1 mL/m ² (5 kg/ha) De 1 L/ha a 2 L/ha
Thurisav 24 (<i>B. thuringiensis</i> Cepa Kurstaki)	Hortalizas, viandas	<i>Plutella xylostella</i> <i>Trichoplusia ni</i> <i>Eynis ello</i> <i>Spodoptera frugiperda</i>	Pollilla de la col Falso medidor Primavera e la yuca Palomilla del maíz	De 0,4 mL/m ² a 0,5 mL/m ² (de 4 kg/ha a 5 kg/ha)
Thurisav 13 (<i>Verticillium lecanil</i> cepa-y 57)	Tomate, papa, cítricos, pimiento, ají cítricos, plátano	<i>Polyphagotarsonemus latus</i> <i>Phyllocoptruta oleivora</i> <i>Tetranychus tumidus</i>	Ácaro blanco Ácaro del moho Ácaro rojo	De 0,4 mL/m ² a 0,5 mL/m ² (de 4 kg/ha a 5 kg/ha) 20 L/ha De 5 L/ha a 10 L/ha
Thurisav 24 y Thurisav 21 (<i>B. bas-</i> <i>siana</i> Cepa LBB-1)	Tomate, tabaco, maíz col, berro, pastos	<i>Heliothis virescens</i> <i>Plutella xylostella</i> <i>Mochis latipes</i>	Cogollero del tabaco Pollilita de la col Falso medidor	De 5 L/ha a 10 L/ha De 0,5 mL/m ² a 1 mL/m ² (5 kg/ha) De 1 L/ha a 2 L/ha
Basiaiv 1 (<i>M. anisopliae</i> Cepa LBM-1)	Plátano Pastos	<i>Cosmopolites sordidus</i> <i>Mochis latipe</i>	Picudo negro Falso medidor	20kg/ha 5kg/ha
Tricosav-34 (<i>T. harziaman</i> Cepa A. 34	Plátano Pastos	Desinfección del suelo (hortalizas)	Hongos del suelo Nematodo de las agallas	De 20 g/L a 30 g/L agua (4 kg/ha a 8k g/ha)
Trifisol (<i>T. viride</i> , formulación en polvo)		Desinfección del suelo (hortalizas)	Hongos del suelo Nematodo de las agallas	De 0,5 g/m ² a 1,0 g/m ²
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> Cepa 92	Hortalizas	<i>Bernisia tabaci</i>	Mosca blanca	0,4 g/m ² (4 kg/ha)
Pecisav 1 (<i>P. lilacinus</i> Cepa LBP-1)	Hortalizas Ornamentales Cítricos Plátano Cactus	<i>Meloidogyne spp.</i> <i>Globodera spp.</i> <i>Tylenchulus semipenetrans</i> <i>Radopholus símiles</i> <i>Cactodera cacti</i>	Nemátodos agallas Nemátodos quistes Nemátodos cítricos Nemátodo barrador Nemátodo cactus	De 10 kg/ha a 50 kg/ha De 10 kg/ha a 50 kg/ha De 10 kg/ha a 50 kg/ha De 50 kg/ha a 100 kg/ha De 10 kg/ha a 50 kg/ha

Tipos de control

- Control biológico de patógenos vegetales: es la reducción de la densidad de inóculo de un patógeno o de su capacidad para producir la enfermedad, mediante la acción de uno o más organismos, excluyendo al hombre, y se basa en cuatro mecanismos fundamentales:
 - Antibiosis: inhibición de un organismo por la acción de los metabolitos de otros.
 - Lisis: destrucción por un organismo de las paredes celulares o contenido celular de otro.
 - Competencia: lucha entre organismos por sustrato, espacio y oxígeno.
 - Parasitismo: un organismo vive a expensa de otro, causando daño.
- Control botánico: el uso de las plantas en el control de plagas se practica desde la Antigüedad y forma parte de las tradiciones agrícolas en muchos lugares del mundo, constituyendo una alternativa más para mantener los cultivos sanos y obtener cosechas inocuas. A continuación, algunas de ellas y la forma de preparación para su aplicación:
 - Nim (*Azadirachta indica*): repelente y bioinsecticida. Controla: Mildiu vellosa y pulverulento, amarillamiento por Fusarium, damping-off en general. Tomar 1 500 g de semillas secas y molidas, colocar en 10 L de agua, dejar 12 horas y exprimir bien. Adicionar 1 cucharadita de jabón y diluir hasta obtener 100 L del preparado. Colocar 2,1 kg de hojas frescas en 5 L de agua. Hervir hasta que el color verde desaparezca. Al día siguiente, quitar las hojas, filtrar y aplicar.
 - Ajo (*Allium sativum*): repelente e insecticida. Controla: Tizón temprano y tardío, moho de las hojas, antracnosis, mancha foliar por *Cercospora*, mildiu vellosa, *Erwinia spp.*, *Xanthomonas spp.*, *Pseudomonas spp.*, y podredumbre del cuello. A 100 g de ajo macerados disueltos en ½ litro de agua, adicionar 10 g de jabón y 2 cucharaditas de aceite mineral, dejar durante 24 horas, filtrar y diluir en 20 L de agua para su aplicación inmediata. Macerar 500 g de hojas y remojar en 10 L de agua, colar y aplicar inmediatamente. Macerar o mezclar 500 g de ajo y 500 g de ají en 2 L de agua. Dejar 24 horas en reposo, filtrar y diluir en 100 L de agua.
 - Caléndula (*Caléndula officinalis*): repelente y fungicida. Se utiliza para el control de enfermedades causadas por bacterias, en cultivos de tomate, cítricos, manzano, banano, plátano, flores, etc. Macerar 500 g de hojas frescas en 1 L de agua, dejar reposar 5 horas, colar y adicionar 20 L de agua jabonosa. Colocar 5 kg de hojas secas en 20 L de agua y dejar hervir durante 20 minutos. Dejar reposar y colar. Completar hasta 200 L de agua.
 - Cebolla (*Allium cepa*): insecticidas y fungicidas. Controla: *Erwinia spp.*, *Xanthomonas spp.*, *Pseudomonas spp.*, antracnosis y hongos en general. Macerar o machacar 500 g de bulbos de cebolla hasta obtener su jugo, adicionar 50 L de agua y 50 g de jabón. Aplicar esta mezcla tres veces al día, temprano en la mañana o al atardecer, durante 3 días. Macerar o machacar 500 g de hojas de cebolla, colocarlas en remojo en 10 L de agua, colar, adicionar 20 g de jabón, agitar bien y aplicar inmediatamente.
 - Cola de Caballo (*Equisetum bogotense*): fungicida. Controla hongos en tomate, papa, ají y en solanáceas en general. Se hierven 500 g de hierba fresca en 10 L de agua. Enfriar, colar y agregar 1 cucharadita de jabón. Aplicar cada dos semanas.

- **Higuerilla (*Ricinus communis*)**: repelente e insecticida. Controla la marchitez por *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.* y antracnosis. Se hierven 500 g de hojas 30 minutos en 10 L de agua. Enfriar, colar y adicionar 40 L de agua. Se aplica en aspersión al suelo para controlar hongos y nematodos. Se hierven 500 g de polvo de semillas, se dejan reposar durante 24 horas en 10 L de agua. Luego colar y adicionar 90 L de agua para aplicar sobre las plantas atacadas. El aceite de ricino mezclado con veneno (cebo tóxico) atrae hormigas arrieras, por lo que se le puede usar como trampa.
- **Manzanilla (*Anthemis novilis*)**. Bactericida (*Pseudomona spp.*, *Erwina spp.*, *Xanthomonas spp.*). Controla pudriciones de cuello de la raíz, mildiu, antracnosis, roya, etc. Se dejan en remojo 500 g de plantas frescas con flores durante 24 horas en 5 L de agua. Filtrar y adicionar 1 cucharadita de jabón. Usar 500 g de flor seca y molida para 30 m² de superficie incorporado en presiembra. Controla *Fusarium spp.* en cultivos de clavel, pasifloráceas como la granadilla y maracuyá, etc. Es importante la incorporación de este producto al suelo, como práctica preventiva en el control de *Fusarium*.
- **Ruda (*Ruta graveolens*)**: repelente y fungicida. Controla antracnosis y hongos. Macerar o machacar las hojas en agua y dejar fermentar 48 horas, colar y agregar jabón. Fumigar las plantas en forma preventiva, mínimo una vez a la semana.
- **Ortiga (*Urtica urens* L)**: repelente e insecticida. Controla insectos y hongos. Macerar o machacar 500 g de plantas frescas y mezclar en 1 L de agua, dejar reposar durante 48 horas y diluir en 10 L de agua, adicionando 1 cucharadita de jabón. Aplicar inmediatamente para controlar insectos y hongos en semilleros.
- **Papaya (*Carica papaya*)**. Fungicida. Controla roya, mildiu pulverulento. Macerar o machacar 500 g de hojas frescas y adicionar 1 L de agua, colar y mezclar con 5 L más de agua jabonosa (10 g de jabón). Macerar o machacar 5 kg de hojas en 1 L de agua, colar y adicionar 20 L de agua jabonosa (40 g de jabón).
- **Tabaco (*Nicotiana tabacum*)**: fungicida, insecticida, repelente y acaricida. Controla roya, mildiu pulverulento y virus del enrollamiento de la hoja. Hervir 500 g de tabaco en 5 L de agua y dejar reposar 24 horas en un recipiente tapado. Luego filtrar y agregar 30 L de agua. Añadir ½ cucharadita de cal viva. Debe esperarse un período de degradación biológica del producto de 3 a 4 días.
- **Control cultural**: es el uso de prácticas agronómicas rutinarias, para crear un agroecosistema menos favorable al desarrollo y la sobrevivencia de las plagas o para hacer al cultivo menos susceptible a su ataque.
- **Control químico**: los productos químicos serán utilizados solo en casos extremos, en plagas muy especiales y que no haya aún algún biopreparado para su control.
- **Manejo de nemátodos**: se conoce la existencia de un alto número de nemátodos en los organopónicos y huertos, pero solo los formadores de agallas, en especial *Meloidogyne incognita* K.W. Chitwood, son los de mayor importancia económica, tanto por las pérdidas que producen como por lo difícil de su control.

Las medidas fundamentales que se deben aplicar para su control son:

- El sustrato, el suelo y la materia orgánica que se vaya a utilizar para el llenado de los canteros del organopónico, debe estar libre de nemátodos de las agallas. Para ello se evalúa, por medio de plantas indicadoras, la presencia o no del nemátodo. Si es positiva, se desecha el sustrato y se escoge otro, libre de plagas.

- En el caso de los huertos, se aplica la misma técnica y se toma una decisión, según el grado de infestación del suelo. Si presenta un grado superior a 1, se decidirá si se monta el huerto o se aplica un conjunto de medidas que se verán más adelante, antes de comenzar la siembra, las cuales son válidas también para el caso que tenga grado inferior a 2.
- La evaluación de la infestación de nemátodos de las agallas con plantas indicadoras: calabaza (*Cucurbita pepo*) y pepino (*Cucumis sativus* L.), se realiza mediante la siembra de estos cultivos en muestras, recogidas al azar, de los canteros y las fuentes de materia orgánica, y suelos que se utilicen en las mezclas en macetas, bolsas u otro recipiente. A los 35 o 40 días se extrae el sistema radicular y se determina, por análisis visual, el grado de infestación, de acuerdo con una escala de 6 grados.
- Mantener el sustrato libre de nemátodos de las agallas. En los organopónicos y huertos que estén libres de nemátodos, se deben aplicar medidas de control preventivas, para evitar que se contaminen, como son:
 - Que las posturas que se utilicen para la siembra no estén infestadas por el nemátodo.
 - Que la materia orgánica y el compost que se utilice para restituir los nutrientes del sustrato se encuentren libres de nemátodos.
 - Lavar los implementos agrícolas que se utilicen en áreas infestadas por nemátodos de las agallas, antes de trabajar con ellos en un organopónico o huerto no infestado.
 - Evitar que pasen corrientes de agua de lluvia o riego que puedan traer suelo contaminado por nemátodos.
- Métodos para mantener las poblaciones de nemátodos a bajos niveles. Rotación de cultivos de ciclo corto susceptibles, y de ciclo corto y medio resistente a los nemátodos de las agallas, combinada con la extracción de raíces. Con este método se logra reducir las poblaciones a niveles inferiores al umbral de daños, en cortos períodos y sin gastos adicionales. Los cultivos utilizados son: lechuga, acelgas PK-7, acelga Pak Choi, acelga Cantón y acelga Pak Choi Shanghai, col china, rábanos, entre otras. El método consiste en la siembra de los cultivos arriba mencionados y la extracción de todo el sistema radicular en el momento de la cosecha, con el sustrato que lo rodea. En el caso particular de la lechuga, la siembra siempre será realizada por trasplante y se cosechará antes de los 35 días, para lograr extraer los nemátodos antes de culminar su ciclo de vida. El rábano se siembra de forma directa y se cosecha de la forma tradicional, con parte del sustrato que lo rodea.
- Inversión del prisma (figura 62) del sustrato o suelo: en aquellos casos donde la infestación de nemátodos sea en extremo alta, se puede tomar una medida drástica, que consiste en dejar dos veces como mínimo, durante 15 días, el suelo o sustrato invertido, expuesto al sol, de manera que la acción del intemperismo colabore en la eliminación de los nemá-



Fig. 62 Inversión del prisma.

todos. Esta medida, de mayor aplicación en los huertos intensivos, aumenta su efectividad cuando se elimina el riego en los meses más calurosos del año. Se debe combinar con la rotación de cultivos, la extracción de las raíces infestadas del suelo y la aplicación de materia orgánica.

- Solarización del suelo o sustrato: consiste en cubrir el sustrato con una manta de polietileno transparente, previamente humedecido a su mayor capacidad de campo, por períodos de cuatro semanas, en los meses de mayor intensidad solar. Los nemátodos y otras plagas mueren con el efecto de la pasteurización a temperaturas medias y altas.
- Control biológico: se puede emplear el hongo *Paecilomyces lilacius*, en dosis de 50 g/m² a 100 g/m², con título de 109 conidios/mL, después de utilizar los medios anteriores y cuando las poblaciones del nemátodo se hayan reducido a grado 1. Se debe aplicar cada 6 m y mantener el sustrato con alto contenido de materia orgánica y buena humedad.
- Siembra de variedades resistentes: el uso de variedades resistentes y tolerantes es la medida más efectiva para evitar las pérdidas por el ataque de nemátodos de las agallas, aunque son escasas las variedades resistentes en la mayoría de los cultivos. En la tabla 17 se enumeran algunos de ellos, con resistencia a nemátodos, para la siembra en organopónicos y huertos.

Tabla 17. Cultivos resistentes y altamente resistentes al nemátodo de las agallas (*Meloidogyne incognita*)

Cultivo	Variedades	Resistencia
Ajo	Criollo, Vietnamita	Altamente resistente
Ajo puerro	LAF, Chino	Altamente resistente
Ajo de montaña	-	Altamente resistente
Maní	Caribe 71, Red creole	Altamente resistente
Fresa	Misionaria	Altamente resistente
Tilo	-	Altamente resistente
Vicaria	-	Altamente resistente
Acelga	PK-7, Pak Choi Cantón, Pak Choi Shanghai WR-7, Michili-Michili	Resistente
Col china	Valthon	Resistente
Brócoli	Early	Resistente
Coliflor	-	Resistente
Tomate	Rossol	Resistente
Orégano	-	Resistente
Cebollino	INIFAT-C-1, Multi Stalk	Resistente
Col	Kkcross, Hércules	Resistente
Espinaca	Baracoa	Resistente
Ají	Chay	Resistente

Para el mantenimiento de poblaciones bajas del nemátodo de las agallas se deben realizar algunas acciones que se detallan en la figura 63.

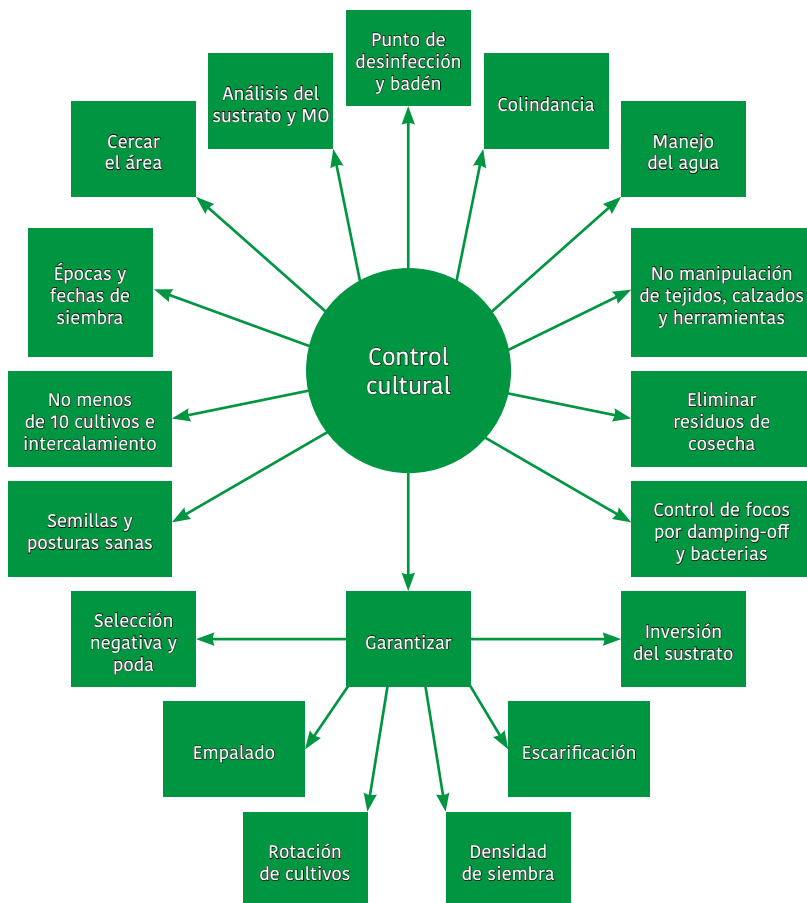


Fig. 63 Medidas generales para el mantenimiento de poblaciones bajas del nemátodo de las agallas.

Cosecha y poscosecha

La recolección en el momento óptimo de frutos, bulbos y raíces representa un aspecto de suma importancia para lograr una calidad competitiva:

- Tomate: los tomates se recogen en distintas fases del desarrollo de los frutos, según las exigencias del mercado o según el objetivo de la producción. Las fases de maduración pueden ser:
 - Verde no hecho: frutos grandes, color verde, duros, lóculos sin materia gelatinosa (arilo).
 - Verde hecho: frutos de tamaño máximo, el verde es más pálido o más gris, principalmente, al lado del ápice (estrella blanca), los lóculos presentan la materia gelatinosa (arilo).
 - Pintoneando: fruto en su casi totalidad verde. En el ápice presenta una estrellita de color rosado, la parte interior alrededor de la placenta es rosada.
 - Pintón: fruto en su casi totalidad rojo-amarillento.
 - Maduro: frutos rojos (madurez botánica).
- Pimiento: los del tipo California Wonder presentan frutos verdes y opacos, cuando están hechos, bien desarrollados, tamaño normal, cáscara tersa y duros al tocarlos. Se deben cosechar con tijeras bien afiladas y dejar parte del pedúnculo en el fruto.
- Pepino: frutos de madurez tecnológica, o sea, buen tamaño, color verde. Semillas con envoltura fina y tierna, y de tamaño equivalente a la mitad del que presenta en la maduración botánica.
- Habichuela china: vainas largas, tiernas y turgentes, semillas pequeñas. Al romper la vaina en sentido transversal, emite un chasquido característico.
- Cebolla: el falso tallo se ablanda, y al apretarlo con los dedos en la zona del cuello, se dobla fácilmente y, bajo el peso de sus hojas, cae al suelo. Presenta 100 % de las hojas secas.
- Ajo: hojas y falso tallo se encuentran vivos, pero no acumulan sustancias de reserva. Lo anterior ocurre cuando, aproximadamente, 10 % de las plantas han caído al suelo. Otro índice es 50 % de las hojas secas, o que los dientes que forman la cabeza estén bien marcados.
- Ajo puerro: hoja y falso tallo bien desarrollados y en madurez técnica. En corte longitudinal, la mancha basal no está pronunciada.
- Coliflor: inflorescencia compacta de color blanco, bien desarrollada y firme.
- Brócoli: inflorescencia compacta, verde, con buen desarrollo y firme; evitar flores abiertas.
- Acelga: hojas bien desarrolladas y en madurez técnica. Eliminar las hojas amarillas.
- Apio: las hojas presentan buen desarrollo y adecuada madurez técnica, pecíolos con buen crecimiento. Eliminar las hojas amarillas.
- Zanahoria: raíces carnosas en su tamaño óptimo con la coloración característica de la variedad.
- Perejil de hojas: hojas bien desarrolladas y en madurez técnica. Eliminar las hojas amarillas.
- Rábano y rabanito: las raíces carnosas alcanzan el tamaño característico de la variedad, pero antes de que se ablanden.

- Lechuga: la roseta de hojas alcanza su tamaño máximo (de 8 a 10 hojas). Eliminar las hojas amarillas.
- Remolacha: las raíces carnosas presentan su desarrollo máximo y adecuada coloración.
- Ají cachucha: frutos bien desarrollados. La cosecha se inicia de 75 a 80 días después del trasplante.
- Ají chay: frutos bien desarrollados. La cosecha se inicia de 75 a 80 días después del trasplante.
- Acelga china: roseta de 5 a 8 hojas. La cosecha se efectúa entre 35 y 45 días.
- Col china: la cosecha se inicia entre 50 y 60 días. Se cosechan hojas, repollo o ambos, según variedad y fecha de siembra.
- Berro: se cosechan tallos y hojas tiernas y suculentas, entre 28 y 32 días posteriores a la siembra o último corte, el cual se efectuará dejando de 7 cm a 10 cm de tallo.

Poscosecha: después de las cosechas se deben cumplir algunos principios básicos para mantener la calidad de los vegetales, además de contribuir a la reducción de pérdidas poscosecha.

- Vegetales de hojas (figura 64):
 - Evitar la cosecha de plantas enfermas o dañadas por insectos.
 - Utilizar cuchillos afilados para eliminar las raíces y luego colocar el vegetal en posición vertical en la caja, cesta o canasta, para extender el tiempo de conservación fresca.
 - Evitar el exceso de productos en el envase, porque al final se producirán pérdidas por daños mecánicos, marchitamiento, pudrición, etcétera.
 - Rociar con agua inmediatamente después de cosechados, para extraerles el calor.
 - Garantizar una buena calidad higiénica del agua.
 - Colocar los productos, después de cosechados, en lugares frescos, húmedos y bajo sombra.
 - Cubrir los productos con una manta húmeda durante la transportación.
 - Manipular con cuidado.
 - Evitar el almacenamiento y cualquier operación con el producto a granel.
 - Proceder, cuando sea posible, a agrupar el producto en mazo (cebollino, berro, etcétera).



Fig. 64 Inversión del prisma.

- Vegetales de frutos:
 - Cosechar frutos sanos y con el tamaño adecuado.
 - En frutos como el tomate, en el que existen diferentes grados de maduración en el momento de la cosecha; estos deben ser cosechados en envases separados.

- Mantener los frutos en lugares frescos y dar salida primero a los de maduración más avanzada, enviándolos a lugares más cercanos; hacia los lugares más alejados se enviarán en función del grado de maduración.
 - Destinar los frutos de estadios de maduración más atrasados a las áreas de procesamiento artesanal, en la última cosecha.
 - Enviar los frutos sobremaduros al consumo y procesamiento, para evitar pérdidas en el consumo local.
 - Manipular con rigurosidad adecuada y las condiciones higiénicas requeridas.
 - Llenar los envases correctamente, evitando la recarga.
- Vegetales de raíces, bulbos y tubérculos:
 - Cosechar en el momento óptimo.
 - Evitar mezclas de productos.
 - Evitar productos dañados.
 - Cosechar con el adecuado grado de humedad en el suelo o sustrato.
 - Seleccionar por tamaños.
 - Evitar restos de partes no comestibles y sustrato en los envases
 - Efectuar una manipulación cuidadosa.
 - Llenar los envases correctamente, evitando la recarga.

Abonos orgánicos. Compostaje y lombricultura

Es reconocida la necesidad del desarrollo de procesos productivos que estén en equilibrio con la naturaleza. Así surgen las prácticas de agricultura agroecológica, que integran de manera armónica diferentes procesos tecnológicos en beneficio de la salud humana, animal y la protección del medio ambiente. Uno de los aspectos que se debe considerar es el reciclaje de los desechos agropecuarios, para convertirlos en abonos orgánicos que mantienen la fertilidad de suelos y sustratos, y permiten alcanzar altos rendimientos estables. Entre las tecnologías principales de los abonos orgánicos se encuentran el compostaje y la lombricultura.

Las condiciones de altas temperaturas y humedad crean un medio favorable para mantener permanentemente un fuerte proceso de mineralización de la materia orgánica, con pérdida de gran parte de los nutrientes obtenidos, a causa del arrastre por las lluvias o de su lavado hacia capas inferiores del perfil del suelo, hasta profundidades inalcanzables por las raíces de las plantas.

Un aspecto para la sostenibilidad de la agricultura lo constituye la fertilidad del suelo, que se mantiene con la aplicación de los abonos orgánicos que propician menor necesidad de riego, por la mayor capacidad de retención de agua y eliminación de aplicación de productos fitosanitarios, al mantener a las plantas en mejores condiciones para contrarrestar la posible incidencia de plagas y enfermedades.

Alcanzar la mayor eficiencia en el aprovechamiento y uso de todo tipo de fuentes de materia orgánica que pueda ser procesada como abonos orgánicos, constituye una tarea de primer orden para productores, funcionarios y científicos, que de una u otra forma intervienen en el proceso de producción agrícola.

¿Qué es un abono orgánico? Desde tiempos remotos los campesinos relacionan los estiércoles, las hojas podridas e incluso la “basura” de la casa, con los abonos orgánicos. Eso es correcto, pero subrayando que estos materiales biodegradables son transformados por la acción de microorganismos y del trabajo del ser humano.

Los macroorganismos y microorganismos, al actuar sobre los materiales orgánicos, los van degradando y convirtiendo en alimento para otros que continúan el proceso de transformación de ese material orgánico. Después actúan microbios y otros microorganismos, que continúan el proceso de descomposición hasta la obtención de un abono orgánico rico en nutrientes.

El abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo y, por consiguiente, la producción y productividad de los cultivos.

Componentes imprescindibles en el proceso de elaboración de abonos orgánicos:

- Microorganismos
- Materiales ricos en carbono (residuos de gramíneas)
- Materiales ricos en nitrógeno (estiércoles)
- Agua (garantizando la humedad necesaria)
- Aire para el desarrollo de los microorganismos y control de la temperatura

En el mundo existen numerosos tipos de abonos orgánicos que presentan eficiencia en su aplicación, adaptados a las condiciones de cada lugar en específico. En este Manual se destacan diferentes abonos orgánicos entre los más usuales en las condiciones del país:

- Compost
- Abonos verdes

- Lombricompost o humus de lombriz
- Biofertilizantes
- Abonos líquidos

Ventajas de los abonos orgánicos:

- Se aprovechan los residuos orgánicos, dándoles un valor agregado
- Crea fuente de empleo
- Puede participar toda la familia en su elaboración, por la sencillez de sumanejo
- Constituye un sustento del productor y su familia
- Son inocuos al suelo, las plantas, los animales y seres humanos
- Cuidan el medio ambiente
- Eleva la calidad de vida de las personas

A estas ventajas se le suman los efectos beneficiosos sobre el suelo, las cosechas y los alimentos:

- Mantienen la flora microbiana del suelo.
- Mejoran las propiedades físicas e hídricas del suelo.
- Posibilitan mayor cantidad de nutrientes.
- Incrementan la calidad de las cosechas.
- Elevan y estabilizan la fertilidad de los suelos.
- Aumenta la composición nutricional de los productos agrícolas.

Compostaje

El compostaje es un proceso biológico aeróbico, que, bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas, y combinando fases mesófilas (temperatura y humedad) y termófilas (temperatura superior a 45 °C), transforma los residuos orgánicos degradables en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato.

El producto obtenido al final de un proceso de compostaje recibe el nombre de compost (figura 65) y su elaboración es el resultado de una actividad biológica compleja, debido a la suma de una serie de procesos metabólicos procedentes de la actividad integrada de un conjunto de microorganismos. Los cambios químicos y las especies involucradas varían según la composición del material que se quiere compostear.



Fig. 65 Compost terminado.

El compostaje es una técnica de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables. El calor generado durante el proceso (fase termófila) destruye bacterias patógenas, huevos de parásitos y muchas semillas de malas hierbas, que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto inocuo.

Materiales que se deben utilizar

La obtención de un buen compost depende fundamentalmente de la composición de los diferentes residuos utilizados y del manejo durante el proceso de compostaje. Como materiales compostables puede utilizarse cualquier producto orgánico biodegradable. Entre otros:

- Residuos provenientes de la actividad ganadera:
 - Estiércoles
 - Orines
 - Pelos y plumas
 - Huesos
- Residuos provenientes de la actividad agrícola:
 - Rastrojos de los cultivos
 - Desechos de podas de árboles y arbustos
 - Rastrojos de malezas
- Residuos provenientes de la actividad forestal:
 - Aserrín
 - Hojas y ramas
 - Cenizas
- Residuos provenientes de la actividad agroindustrial:
 - Pulpa de café
 - Bagazo de la caña de azúcar
 - Cachaza
- Residuos provenientes de la actividad urbana:
 - Basura doméstica
 - Aguas residuales

Los residuos sólidos urbanos (RSU), lodos de depuradora, residuos agroindustriales y ganaderos, contienen una gran cantidad de materia orgánica que puede ser usada con fines agrícolas. Algunos de estos residuos requieren que la fracción orgánica sea separada de los materiales inertes, como es el caso de los RSU. Otros requieren una reducción de tamaño y, en algunos casos, un acondicionamiento químico-biológico antes de su incorporación al suelo.

Principios básicos para el proceso de compostaje

El principio básico de un compostaje es que se trata de procesos biológicos llevados a cabo por microorganismos.

Los factores que afectan a los microorganismos son los que requieren mayor control a lo largo del proceso. Entre ellos: temperatura, aireación, contenido en humedad, pH, nutricionales y relación C/N.

- Temperatura: durante el proceso de compostaje la temperatura varía según la actividad metabólica de los microorganismos. De acuerdo con este parámetro, el proceso de compostaje se puede dividir en cuatro etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración. La temperatura se debe controlar, ya que, por una parte, las temperaturas bajas suponen una lenta transformación de los residuos,

prolongándose el tiempo de compostaje y, por otra, las temperaturas elevadas determinan la destrucción de la mayor parte de los microorganismos (patógenos).

- **Aireación:** es un factor importante en el proceso de compostaje y, por tanto, un parámetro que se debe controlar. Como ya se ha comentado, el proceso de compostaje es un proceso aeróbico, por lo que se necesita la presencia de oxígeno para el desarrollo adecuado de los microorganismos. La aireación tiene un doble objetivo, por una parte, aportar el oxígeno suficiente a los microorganismos y permitir al máximo la evacuación del dióxido de carbono producido. La aireación debe mantenerse en unos niveles adecuados, teniendo en cuenta además que las necesidades de oxígeno varían a lo largo del proceso, siendo bajas en la fase mesófila, alcanzando el máximo en la fase termófila y disminuyendo de nuevo al final del proceso. La aireación no debe ser excesiva, ya que se producen variaciones de la temperatura y del contenido en humedad. Así, por ejemplo, un exceso de ventilación podría provocar evaporación, que inhibiría la actividad microbiológica hasta detener el compostaje. Esto podría dar la impresión de que el proceso ha concluido. El exceso de ventilación incrementaría considerablemente los gastos de producción.
- **Humedad:** la humedad es un factor muy relacionado con el anterior. Los microorganismos necesitan agua como vehículo para transportar los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. La humedad óptima se puede situar alrededor del 55 %, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad disminuye demasiado, baja la actividad microbiana, con lo cual el producto obtenido será biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta, el agua saturará los poros e interferirá la distribución del aire a través del compost. Es necesario tener en cuenta que cuando los principales componentes sean aserrín, astillas de madera, paja y hojas secas, entre otros, se necesita una mayor humedad, mientras que en materiales como los residuos de alimentación, etc., la humedad necesaria es mucho menor.
- **pH:** durante el proceso de compostaje se producen diferentes fenómenos o procesos que hacen variar este parámetro. El pH desciende al principio, como consecuencia del metabolismo bacteriano, que transforma los complejos carbonados de fácil descomposición en ácidos orgánicos. El pH aumenta por la formación de amoníaco con el valor más alto de 8,5, coincidiendo con el máximo de actividad de la fase termófila. El pH disminuye en la fase final o de maduración (entre 7 y 8,) debido a las propiedades naturales de amortiguador o tampón de la materia orgánica.
- **Factores nutricionales:** con respecto a los factores nutricionales, el carbono es utilizado por los microorganismos como fuente de energía y el nitrógeno para la síntesis de proteínas. Además, se necesita la absorción de otros elementos, entre los cuales el más importante es el nitrógeno y en menor cantidad el fósforo y el azufre. Las formas de carbono más fácilmente atacables por los microorganismos son los azúcares y las materias grasas. El nitrógeno se encuentra casi totalmente en forma orgánica, de donde debe ser extraído o modificado por los microorganismos para poder ser utilizado por estos.
- **Relación C/N:** esta relación de la masa que se va a compostear es un factor importante que se debe controlar para obtener una fermentación correcta con un producto final de características adecuadas. A medida que transcurre el compostaje, esta relación se hace cada vez menor. La relación óptima C/N inicial está comprendida entre 25 y 35. Si es superior a 35, el proceso de fermentación se alarga

considerablemente hasta que el exceso de carbono es oxidado y la relación C/N desciende a valores adecuados para el metabolismo. Si es inferior a 25, el proceso de fermentación se produce con rapidez, produciendo pérdidas apreciables de N.

Aspectos microbiológicos del compostaje

El compostaje, como se ha mencionado, es un proceso dinámico en el que se produce una serie de cambios físicos y químicos, debido a la sucesión de complejas poblaciones microbianas. La naturaleza y el número de microorganismos presentes en cada etapa dependen del material inicial:

- Al comienzo del compostaje el material se encuentra a temperatura ambiente y la flora mesófila presente en los materiales orgánicos empieza a desarrollarse, utilizando los hidratos de carbono y proteínas más fácilmente asimilables, provocando un aumento de la temperatura en la masa del compost.
- Al aumentar la temperatura empiezan a proliferar bacterias, sobre todo hongos termófilos que se desarrollan desde los 40 °C hasta los 60 °C, comenzando a degradar la celulosa y la lignina con lo que la temperatura alcanza valores de 70 °C, aproximadamente.
- Durante varios días se mantiene a esta temperatura, en una fase de actividad biológica lenta, donde se produce la pasteurización del medio.
- Cuando la materia orgánica se ha consumido, la temperatura empieza a disminuir (el calor que se genera es menor que el que se pierde) y las bacterias, fundamentalmente los hongos mesófilos, reinvasen el interior del compost utilizando como fuente de energía la celulosa y la lignina residuales.
- Como consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas durante el compostaje se destruyen las bacterias patógenas y los parásitos presentes en los residuos de partida. Actualmente se ha demostrado que la inoculación de las pilas de compost con microorganismos, para facilitar o mejorar la evolución de un compost, no produce grandes mejoras, ya que cuando las condiciones ambientales son las adecuadas, ellos se encuentran de forma natural en el material que se va a compostar y están más adaptados que aquellos preparados en el laboratorio.

Para establecer los procesos de compostaje son necesarias determinadas condiciones. Es muy importante tener en cuenta algunos factores para el establecimiento de áreas de reciclaje en la obtención de compost, entre ellas, la elección del lugar, para lo cual es sustancial tener en cuenta:

- La proximidad a núcleos de población.
- La facilidad de acceso a vías de tráfico.
- Situado de tal manera que el transporte de los materiales no sea de largo recorrido.
- Una superficie firme que soporte el tránsito de vehículos bajo diversas condiciones climatológicas.
- La visibilidad necesaria.
- Facilidad para establecer el control de los lixiviados.
- Conocimiento de la dirección predominante del viento.
- Los usos a que se dedican las tierras colindantes
- El desnivel del terreno y los patrones de escorrentía
- Conocimiento de localización de humedades y características del manto freático.

La conveniencia de un sitio determinado debe sopesarse frente a factores, como: área disponible, proximidad a núcleos de población, visibilidad y control de los lixiviados. Para evitar que se formen charcos de una manera permanente, la inclinación del terreno en el sitio de compostaje ha de ser como mínimo de 1 %, aunque lo ideal es entre 2 % y 4 %. Sitios con pendientes superiores a 7 % no son aconsejables, pues además de requerir mayor vigilancia de los lixiviados necesitan control de la erosión del suelo.

Las pilas de compostaje han de ir en paralelo a la pendiente del terreno (figura 66), para evitar que haya acumulación de lixiviados en la parte alta de la pila. El sitio debe estar nivelado para evitar que el manejo de los lixiviados provoque una erosión del terreno. Los lixiviados deben ser conducidos a los pastos o a las tierras de cultivo o a una fosa colectora donde se almacenen para su uso posterior.



Fig. 66 Pilas de compostaje en paralelo.

Consideraciones medioambientales para el compostaje

Desde el punto de vista medioambiental, la elección del lugar de compostaje estará influenciada por el método de compostaje que se vaya a utilizar y por los materiales que serán usados, evitándose en lo posible la producción de los malos olores, polvo, ruido y lixiviados. En lo referente a los olores, estos se minimizan con un buen manejo del sistema. Además, a la hora de elegir el lugar hay que considerar la dirección preferente de los vientos durante las estaciones más calurosas.

En cuanto a los ruidos y la producción de polvo resultantes, tanto de las operaciones de compostaje como de los vehículos utilizados para el transporte, hay que tratar de planificar a lo largo del día y en las carreteras que se vayan a utilizar. El triturado de los materiales es una operación que se deberá realizar cuando el ruido tenga el menor impacto posible. Los ruidos aumentarán a medida que el tamaño de la instalación sea mayor.

El control de la contaminación exterior es, sin duda, el factor más importante. El agua sirve como vehículo para eliminar contaminantes potenciales. La lluvia puede percolar, dando lugar a la formación de lixiviados que pueden llevar compuestos contaminantes. Por tanto, hay que tratar de minimizar la producción de esos lixiviados.

Entre los posibles contaminantes que se pueden producir durante un compostaje de residuos agrícolas está el nitrógeno en forma de nitrato, que puede contaminar el manto freático. También se produce amonio que provoca olores desagradables.

Durante el almacenamiento de las pilas almacenadas y en procesos de maduración se producen también nitratos que son fuente potencial de contaminación.

La presencia de insecticidas y otros productos químicos en los diferentes residuos de cosechas o de metales pesados, es otra fuente de contaminación, por eso es importante conocer la naturaleza de los residuos que se van a compostear.

El control de la contaminación comprende el proceso de fabricación de compost, el almacenamiento de los materiales que se van a tratar y el producto final que puede

representar riesgos de contaminación, a veces mayores que los del proceso de compostaje en fase activa.

Medidas para evitar la contaminación:

1. Mantener las pilas de compostaje con un contenido en humedad inferior al máximo recomendado (65 %), para minimizar la producción de lixiviados.
2. Combinar las materias primas en una proporción tal que el valor de la relación C/N esté dentro de los valores recomendados para evitar pérdidas de nitrógeno.
3. Las escorrentías pueden canalizarse hacia las tierras de cultivo, también pueden recogerse en sitios apropiados y ser posteriormente utilizadas para riego o para humedecer el proceso de compostaje, cuando requiera de virajes.
4. Almacenar los residuos a ser utilizados y los compost terminados en zonas cubiertas, lejos de aguas superficiales y vías de drenaje.
5. Los materiales de partida que estén muy húmedos se han de almacenar bajo cubierta y de ser posible en una superficie impermeable con un sistema de recogida de lixiviados.

Métodos para la elaboración de compost

En todas las modalidades de producción en la Agricultura Urbana Suburbana y Familiar se pueden establecer áreas para el reciclaje de los desechos y elaborar abonos orgánicos de calidad a pequeña escala. Existe una gran variedad de métodos para elaborar compost, entre ellos, el Método Indore (aeróbico), cuyo nombre es un homenaje a un pueblo en la India, donde fue practicado por primera vez por Sr. Albert Howard, agrónomo del Gobierno inglés, quien estuvo en la India entre 1905 y 1934. Lo realizó para atender la necesidad de mejoramiento de los suelos y cultivos en la región. En la actualidad se practican diferentes sistemas de compostaje y entre los más usados se encuentran: compostaje en pilas (figura 67) y compostaje en corral.



Fig. 67 Compostaje en pilas.

Cada sistema de compostaje puede usar los mismos materiales orgánicos la diferencia entre uno y otro radica en la manera de preparar los materiales orgánicos y en la forma de construcción.

Sistemas de compostaje en pilas

Después de escogido el lugar, se procede a elaborar las pilas. Estas se deben hacer según el orden de los pasos siguientes y mojando durante su montaje:

1. Una capa de restos orgánicos de 20 cm a 30 cm de altura.
2. Se añade una capa de residuo de origen animal (estiércoles) de 2 cm a 5 cm de altura. Es conveniente añadirla, pues mejora la calidad del compost y sirve como inóculo para acelerar el proceso. Si la relación carbono-nitrógeno de los residuos vegetales es alta, la adición de estiércol sería siempre necesaria.
3. A las pilas se les puede adicionar ceniza, lo que enriquece el compost en potasio, también se puede añadir caliza fosfatada, esparciéndola sobre las capas, después de humedecerlas.
4. Si hay diversos restos, por ejemplo, paja de arroz, bejuco y follaje de boniato y restos de plátano, se alternan las capas con estos materiales.

5. El procedimiento se repite hasta que la pila alcance entre 1 m y 1,5 m de altura que es la altura óptima.
6. La pila se deja quieta, sin mojarla más. Es necesario medir la temperatura. Para ello, a falta de un termómetro de suelo, se introduce en la pila una cabilla (no muy gruesa) de 1 m de largo, cada día, y si al sacarla tiene la temperatura ambiente, todavía no se ha iniciado la fase termofílica. Si está tibia, está comenzando la fermentación y si casi quema, al tacto de los dedos, ya está entre 55 OC y 60 OC. Esto puede ocurrir dentro de los dos o tres días de establecida la pila.
7. Después de los 9 días de establecida la pila se procede al primer viraje, es decir, se invierten las capas, poniendo las superiores debajo y las inferiores arriba. Este paso se debe dar en ese momento, aunque la pila esté en fase termofílica. Su propósito es mezclar las capas.
8. En los virajes, se debe humedecer la pila, especialmente, en los estratos superiores. Durante la época de lluvia, con frecuencia, no es necesario humedecer la pila en cada viraje. Recuerde evitar el exceso de humedad y mantener la altura de la pila de 1 m a 1,5 m. Después del primer viraje se deja otra vez en reposo y se controla, diariamente, la temperatura, que debe alcanzar otra vez la fase termofílica; entonces, se espera a que baje de nuevo la temperatura para efectuar el segundo viraje, que puede ser a los 5, 6, 7, 15 o más días, con relación al primer viraje. En este caso, la temperatura puede bajar debido a que se ha secado la pila, se ha compactado o la microflora que sintetiza el humus ha consumido los nutrientes.
9. Después del segundo viraje se humedece también; si es necesario, se vuelve a medir, diariamente, la temperatura. Si esta no aumenta más, está en el tercer caso y ya el material está humificado. En este momento, ya tiene apariencia de tierra oscura y posee olor característico a humus. Entonces, se procede a la maduración y secado, para lo cual se dan virajes cada 2 o 3 días, sin humedecer más ni aumentar la altura.
10. Cuando la humedad esté entre 35 % y 40 %, el compost ya está listo para ser utilizado. No se debe envasar en sacos de fibra vegetal y se debe proteger del sol y de la lluvia.
11. Si cuando se da el segundo viraje vuelve a subir la temperatura, hay que volver a esperar que baje y así hasta que no vuelva a subir más. El compost estará listo para ser aplicado cuando su color es oscuro y uniforme, su olor es agradable, recuerda a la tierra húmeda y está a temperatura ambiente.

Las fuentes orgánicas presentan diferentes contenidos de nutrientes que serán liberados de forma asimilable a medida que se descomponen y son aprovechados por las plantas. El contenido de nutrientes es un aspecto esencial para su elección, con vistas a obtener un compost de alta calidad nutrimental que permita realizar mezclas y aplicaciones en suelos que garanticen un buen desarrollo de las plantas y los altos rendimientos agrícolas. Por tal motivo, es necesario conocer los nutrientes que pueden aportar las diferentes fuentes orgánicas.

Sistemas de compostaje en corral

Este método resulta práctico cuando se dispone de desechos más grandes y abundantes. Se procede de la siguiente forma:

1. Marcar en el suelo una circunferencia de 2 m de diámetro.
2. Se preparan dos aros doblados o varillas de madera que cubren la circunferencia marcada en el suelo.
3. Realizar ocho marcas a la misma distancia unas de otras, en ambos aros.

4. Amarrar fuertemente a cada marca, palos cortados a 1,10 m de altura, de manera que quede un aro abajo pegado al suelo y otro arriba en el extremo de los palos.
5. Después de construida esta armazón se procede a forrarla con alambre de cerca, malla plástica u otro material que pueda servir, siempre la aireación en el interior del corralito.

Deberá tenerse en cuenta que, entre dos de las partes del corral y la atadura de la cerca de alambre o malla, sea fácil quitar y así se podrá usar este sector como una puerta cada vez que sea necesario extraer material orgánico.

El compost terminado deberá colocarse a la sombra y tapado para evitar que se seque, de manera que los microorganismos presentes mantengan las poblaciones adecuadas para la liberación de nutrientes cuando sea aplicado en el campo.

Lombricultura

La lombricultura es una biotecnología que permite, por medio de la acción combinada de lombrices y microorganismos, aprovechar y transformar los residuos sólidos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias, agroindustrias y urbanas, obteniéndose como resultado dos productos de alta calidad y demanda, a bajo costo: humus y proteína.

La lombricultura surgió como demanda social de un grupo de investigadores en América del Sur, en la década de 1970, cuando aparecieron nuevas técnicas de cultivo. En la segunda mitad de la década de 1980 se registró la mayor expansión en América Latina, especialmente en Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Argentina, Brasil y Cuba. En países más desarrollados como: España, Italia, Australia, India, Estados Unidos y Canadá, la lombricultura resulta una actividad bastante amplia y de alta rentabilidad.

En Cuba se inició a partir de 1981, con la adquisición del primer pie de cría de la especie *Eisenia fetida*, proveniente de Italia. También en ese año se iniciaron investigaciones en la Facultad de Biología de la Universidad de La Habana, sobre la ecología de la lombriz roja africana. Los trabajos de adaptabilidad de la tecnología italiana a las condiciones de Cuba fueron realizados por el Dr. Jorge Ramón Cuevas. Hoy, con el desarrollo de la Agricultura Urbana Suburbana y Familiar, fueron priorizadas y popularizadas significativamente las técnicas de compostaje y lombricultura, permitiendo la conversión de diferentes tipos de residuos orgánicos en productos de alto valor ecológico y económico (humus y proteína).

- Lombricompostaje: es un proceso que resulta de la acción combinada de lombrices, microflora y microfauna que vive en su aparato digestivo, formando sustancias húmicas rápidamente, a diferencia del compostaje.
- Lombricompost o humus de lombriz: es una fracción de la materia orgánica y del lombricompostaje, estable, formado por sustancias estrictamente húmicas: ácidos húmicos, ácidos fállicos, huminas, ácidos hematomelánicos y otros. El humus de lombriz es un material rico en materia orgánica y sales minerales fácilmente absorbibles por las plantas. Resulta un producto orgánico estable, uniforme, de coloración oscura, semejante al polvo de café. Es un auténtico fertilizante biológico que actúa como un mejorador del suelo, elevando su productividad. Su calidad depende de las características químicas, físicas y biológicas, las que a su vez dependen del tipo de material orgánico utilizado como alimento para las lombrices y del manejo en el proceso de lombricompostaje. Una de las características más importantes del humus de lombriz es su carga biológica, marcada por el elevado contenido de microorganismos y actividad enzimática.

Lombrices: generalidades e importancia

Los anélidos componen uno de los grupos de animales más antiguos de toda la naturaleza viva. Depósitos con 570-650 millones de años fueron encontrados en el sur de Australia, correspondiendo con los fósiles más antiguos de anélidos.

La importancia que desempeñan las lombrices en el proceso de formación del humus en el suelo es conocida desde la Antigüedad. Aristóteles definió a las lombrices como “el intestino de la tierra”; los egipcios fueron los primeros en abordar las lombrices como animales eficientes en la preservación del suelo.

Charles Darwin, responsable por la Teoría de la Evolución de las Especies, en el siglo XIX, exactamente en 1881, publicó un libro sobre la lombriz, *La formación de humus a través de las lombrices*, dedicándose cerca de 40 años a ese estudio. La obra sería el inicio de una serie de investigaciones que hoy han transformado la lombricultura en una actividad zootécnica muy importante, que permite mejorar la producción agrícola.

Clasificación taxonómica de las lombrices:

Reino: *Animalia*

Phylum: *Anélida*. Cuerpo cilíndrico formado por una sucesión de anillos semejantes.

Clase: *Clitelata*.

Subclase: *Oligochaeta*: *oligo* (pocos) y *chaeta* (pelos). Las lombrices son bilaterales, con una cavidad generalmente libre denominada celoma.

Orden: *Haplotaxida*.

Familia: *Lumbricidae*

Género: *Eisenia*, *Eudrilus*, *Perionyx*, *Lumbricus*.

Especies de lombrices: existen 7 254 especies de Oligoquetas, y de estas, 3 627 son terrestres, siendo su tasa anual de descripción de nuevas especies próxima a 50, normalmente descubiertas en áreas tropicales. Pocas pueden ser criadas en cautiverio. Algunas poseen gran tamaño. En Australia existe una especie que llega a medir 3,20 m de largo. No se sabe si son buenas productoras de humus y si su reproducción también compensa su selección para la lombricultura.

Las especies de lombrices más utilizadas en la lombricultura son: *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx escavatus*, *Lumbricus rubellus*. De estas destacan: *Eisenia fetida*, *Eisenia Andrei*, *Lumbricus rubellus* y *Eudrilus eugeniae*, por ser las más estudiadas.

La especie *Eisenia fetida*, conocida vulgarmente como lombriz roja de California o lombriz del estiércol, es actualmente la más utilizada en la lombricultura. Esta preferencia se debe a su habilidad en convertir residuos orgánicos en un material estabilizado, a su extraordinaria proliferación y rápido crecimiento. Esta lombriz de origen europeo se caracteriza por presentar anillos amarillos o rojos, oscuros.

Principales características anatómicas y fisiológicas de la especie *Eisenia fétida*:

- Alcanza una edad promedio de 6 años.
- No posee visión ni audición y es lucífuga (huye de la luz) o fotosensible.
- El olfato y el tacto son bastantes primitivos; sin embargo, al sentir olores extraños en el medio retorna a su hábitat.
- Posee boca desprovista de dientes.
- En el esófago tiene ubicada glándulas calcíferas que segregan carbonato de calcio, sustancia que tiene la propiedad de neutralizar los ácidos de los alimentos.

- Consume en alimento, diariamente, el equivalente a su peso.
- Convierte en humus el 60 % del alimento consumido.
- No posee órganos respiratorios propios; realiza el intercambio de gases por difusión a través de la pared cutánea.
- El aparato circulatorio es de tipo cerrado, formado por cinco pares de corazones y cinco vasos principales dispuestos en su cuerpo longitudinalmente, los cuales poseen ramificaciones laterales en cada segmento.

Sistema reproductor

Las lombrices son hermafroditas, lo que significa que cada individuo presenta órgano reproductor masculino y femenino. Pero, además, no consiguen autofecundarse: se necesita de dos individuos para la reproducción. La cópula se realiza con los dos individuos ubicados en sentido contrario (siempre entre animales del mismo género o especie), ocurriendo de esta manera el intercambio de espermatozoides. El apareamiento sucede casi siempre por la noche, en la camada más superficial del sustrato, con un tiempo de 15 minutos hasta 8 horas.

Por lo general, la lombriz *Eisenia fetidase* aparea durante 30 minutos, aunque se han observado períodos de 4 horas, sobre todo en la primavera.

Después del apareamiento cada lombriz comienza a producir un moco gelatinoso en la región del clitelo (órgano reproductor femenino), donde serán depositados los óvulos. Posteriormente, el capullo o casullo se desliza hacia la parte anterior del cuerpo y al pasar por el órgano reproductor masculino recibe los espermatozoides, ocurriendo en este momento la fecundación.

En términos de edad ecológica, en la lombriz de la especie *Eisenia fetida* se observan dos:

1. Prerreproductiva (capullos, juveniles y subadultas): las lombrices juveniles son animales recién eclosionados, transparentes y con una densidad de pigmento rojo claro; su tamaño es aproximadamente de 1,5 cm, mientras que las subadultas son aquellas lombrices donde el intestino no es transparente y carecen de clitelo, de tamaño en general entre 1,5 cm y 3 cm.
2. Reproductiva (adultas): las adultas son aquellas lombrices que presentan clitelo. En condiciones favorables, las lombrices hijas llegan a la madurez sexual y completa formación entre los 40 y 60 días.

La producción de capullos está sujeta a las fluctuaciones estacionales. Un nivel alto en la población de las lombrices incide negativamente sobre la frecuencia de liberación de capullos, constituyendo esto un índice importante para proceder a la expansión del cultivo. Se recomienda expresar la producción como: capullos/adulto o capullos/semana/adulto.

Ciclo de vida

El acoplamiento de la lombriz *Eisenia fetidase* efectúa con una regularidad de entre tres y siete días, dependiendo de las condiciones climáticas y del sustrato, obteniéndose dos capullos, uno por cada lombriz. En dependencia de las condiciones del medio (humedad y temperatura del sustrato) el nacimiento de las pequeñas lombrices se puede producir entre 7 y 21 días. Como promedio cada capullo puede producir cuatro o cinco lombricillas, aunque puede fluctuar entre dos y doce (figura 68).



Fig. 68 Ciclo de la lombriz especie: *Eisenia fetida*.

Condiciones de vida

Las condiciones de vida de las lombrices pueden ser controladas por el hombre, observando el comportamiento de algunos parámetros que influyen directamente sobre ellas, como son:

- Temperatura
- Humedad
- pH
- Alimentación adecuada

Cuando las lombrices están en los rangos óptimos de esos parámetros son capaces de vivir, reproducirse y producir humus, pero dejan de multiplicarse si los valores se hacen extremos, lo que puede provocar la muerte de las lombrices. En la tabla 18 se indican los valores de los parámetros más importantes en relación con las fases fisiológicas de las lombrices.

Tabla 18. Índices para los parámetros evaluativos

Parámetro	Muerte	Letargo	Produce humus	Fase óptima	Produce humus	Letargo	Muerte
pH	< 5	6,5	6,8	7,5	8	8,5	> 9
Temperatura	0	7	14	19-20	27	33	> 42
Humedad	< 50	75	80	82,5	85	88	> 90

(Tomado de *Manual de Producción de Abonos Orgánicos para la Agricultura Urbana*, INIFAT, Ministerio de la Agricultura, La Habana, 2002)

Trastornos fisiológicos

La lombriz no sufre ninguna enfermedad. Es por eso que las anomalías que presenta se conocen como trastornos fisiológicos provocados por agentes externos que pueden ser letales.

El trastorno fisiológico más conocido es el “gosso ácido”, que es resultado de la intoxicación provocada por un exceso o un déficit de proteínas en el alimento; también

se observa cuando existen alteraciones físico-químicas por la presencia de insecticidas u otros agentes nocivos. Los trastornos fisiológicos producidos por el “goso ácido” se evidencian de la siguiente manera:

- Movimientos rápidos tratando de escapar.
- Disminución del movimiento, haciéndose lento y pesado.
- Aspecto filiforme, quedando en el fondo de las literas casi inmóviles.
- Inflamación de la región clitelar y necropsia.
- En la mayoría de los casos aparecen constricciones y abultamientos a todo lo largo del cuerpo del animal.
- En otros casos se muestran muy debilitadas, con poca consistencia, lo que conlleva a su muerte.

Es necesario aclarar que hasta el momento no se conoce ni se reporta que las especies de lombrices más utilizadas en la lombricultura en Cuba sean hospederos intermediarios, ni vectores de parásitos dañinos a los animales ni al hombre. Sin embargo, en la alimentación de las lombrices se trabaja con excrementos de animales, los que pueden contaminar al hombre si no se toman las medidas sanitarias recomendadas para el trabajo de la lombricultura.

Enemigos naturales

La bibliografía menciona una gran lista de enemigos naturales, entre los que se encuentran: ranas, aves, invertebrados (como la planaria, depredadora de lombrices), mancaperros, ciempiés, hormigas y otros de menor cuantía, entre los que están también las cochinillas, pequeñas larvas o insectos que son detritófagos y compiten con la lombriz por el alimento, sin causar daños directamente. Otros depredadores invertebrados o bacterias que descomponen la materia orgánica utilizan el sustrato como escondrijo, etc. En fin, cohabitan con las lombrices sin causarles daños significativos.

Las lombrices tienen otros requerimientos diferentes a la fauna acompañante. No obstante, cuando las condiciones son óptimas para los acompañantes, se desarrollan grandemente y paulatinamente desplazan a las lombrices de su hábitat.

La principal defensa de la lombriz en cultivo artificial es la densidad de población. Ello significa que el efecto depredador que puede tener la presencia de ranas, ciempiés, mancaperros y otros organismos similares sobre una población, no es significativo cuando se trata de poblaciones con alta densidad.

Las hormigas causan un efecto perjudicial sobre las lombrices, ya que cuando se establecen lo hacen en colonias de alta densidad de individuos, ocasionando daños considerables. El método de combatir estos enemigos naturales es el riego, ya que la alta humedad en el medio impide el establecimiento y la proliferación de estos enemigos naturales. Por la importancia que reviste y el nivel de afectación que ha provocado en los cultivos de lombrices en Cuba, merece especial atención la planaria que aparece como depredador de las lombrices.

Características generales de la planaria (figura 69):

- De coloración amarillo-grisáceo por la región dorsal, con líneas carmelitas oscuras que se extienden a todo lo largo del cuerpo. Por la región ventral el color es rosado-amarillento y se distingue una banda media máscara.



Fig. 69 Lombriz planaria.

- La región anterior es aguzada con dos falsos ojos no siempre visibles.
- La boca es ventral, situada en las tres cuartas partes del cuerpo, por la que sale una alargada faringe en el momento de atacar.
- Se reproduce por huevos y bipartición.
- Es depredadora de las lombrices, pudiendo ingerir lombrices pequeñas completas, huevos o producirles heridas por donde le extrae los líquidos del cuerpo. Este daño puede causarle la muerte o fragmentación de la lombriz por la región dañada.
- Es de poca movilidad y dentro de la materia orgánica forma como especie de rollo o paquete, es decir, se enrosca.
- Como hábitat prefiere las excretas viejas con pH alrededor de 7, no muy húmedas o secas, con un contenido de humedad menor del 50 %.
- Se cubre con partículas de materia orgánica que se pegan a la superficie de su cuerpo, enrollándose y dificultando su localización.
- Su mayor actividad es en horas nocturnas.
- Sus huevos son oscuros y se confunden con la materia orgánica, 14 planarias por m² son capaces de afectar al 75 % de la población de lombrices y, por ende, la producción de humus de lombriz.

Medidas preventivas para evitar incidencias de la planaria:

- No alimentar los canteros con estiércoles curados.
- No permitir una larga estadía del humus en canteros, canoas o cualquier recipiente sin cosechar.
- Mantener la humedad adecuada en el cultivo (75 % a 80 %).
- Extremar las medidas al trasladar pie de cría de una unidad a otra y cerciorarse de que no están contaminadas.

Medidas para controlar la planaria:

- Si la incidencia es pequeña puede eliminarse manualmente extrayéndola y destruyéndola lejos del cultivo.
- En caso de aparecer grandes cantidades debe separarse la capa donde están las lombrices y planarias mecánicamente o manualmente, cosechándola y removiéndola constantemente.
- Las unidades de producción contaminadas no pueden entregar bajo ningún concepto pie de cría a otras, hasta tanto no exista pleno convencimiento de su erradicación.

Establecimiento de la lombricultura

Para establecer la lombricultura, en primer lugar, es necesario saber si hay materia orgánica disponible localmente y cuál es la finalidad del humus producido si fuera para uso comercial o doméstico. En caso de ser comercial es importante que se piensen los costos de instalación, producción y transporte. Para eso es necesario que la instalación se ubique lo más próxima posible al mercado consumidor, con buenas vías de acceso. Otro aspecto importante es la fuente y calidad del agua.

- Selección del área: el área seleccionada para el cultivo puede variar en tamaño, en función de la escala a la cual se proyecte la producción, ya sea pequeña, media o en grande:
- Pequeña escala (figura 70): para el cultivo a pequeña escala se requiere de la implementación de un sistema de lombricompostaje, utilizando cajas, cajones o

cualquier recipiente de madera u otro material que se puede mantener en cualquier lugar de la casa o el patio, con el propósito de utilizar como alimento para las lombrices los residuos de cocina y otros desperdicios que se originan en el propio hogar. Se puede emplear el producto (humus y lombrices) en huerto, jardín, maceta o en la alimentación de los animales domésticos.



Fig. 70 Sistema de lombricompostaje a pequeña escala.

- Mediana escala o producción popular (figura 71): la mediana escala está ubicada en los predios del propio productor (cooperativas, huertos intensivos, organopónicos, patios, etc.) y se requiere de la implementación de un sistema de lombricompostaje en canteros (figura 72) directamente sobre el suelo o canaletas, cuyo objetivo fundamental es reciclar residuos de cosecha, estiércol de animales o residuos agrícolas industriales, para obtener el humus de lombriz.



Fig. 71 Sistema de lombricompostaje a mediana escala.



Fig. 72 Sistema de lombricompostaje en canteros.

- Comercial e industrial: a gran escala, cuya finalidad es obtener humus de lombriz para comercializarlo con las empresas agrícolas nacionales e internacionales. Generalmente son grupos de productores que se dedican a la producción de humus organizados en cooperativas, centros municipales y provinciales de producción de abonos orgánicos u otra estructura económica independiente. En general estas unidades poseen en explotación más de 500 m² de canteros de cultivo. Cuando en una unidad se ha llegado al límite de ampliación de canteros se presenta una sobrepoblación de estos animales. En ese momento aparece la lombricultura industrial, cuyo propósito es la producción de carne de lombriz, su secado y molido, para la obtención de harina de lombriz. Este producto es un concentrado alimenticio de alto valor proteico. A este nivel se requiere de una fuerte inversión en equipos especializados.
- Pie de cría (figura 73): es la cantidad de lombrices necesarias en cuanto a peso o número, que permite efectuar una siembra y facilita obtener una alta población de lom-



Fig. 73 Pie de cría de lombrices.

brices, considerando el material acompañante (sustrato) que le sirve de hábitat y alimento. Para establecer el pie de cría se debe comenzar con 2 kg de lombrices por 1 m² de superficie, cuidando rigurosamente la pureza de la especie de lombriz que se va a utilizar. En cuanto al número de lombrices, según la experiencia acumulada, se ha demostrado que sembrando 5 mil lombrices por m² de cultivo, a los 3 meses se obtienen de 11 mil a 16 mil lombrices, en dependencia de las condiciones donde se desarrolla el cultivo. Se recomienda su establecimiento en locales semicerrados, para lograr un mayor control de todas las condiciones, alcanzando con ello una alta densidad de población. Para establecer un pie de cría o los canteros de producción de humus es imprescindible determinar primero la idoneidad del sustrato o estiércol que se va a utilizar. Para ello se realiza la prueba de caja, prueba biológica donde se utiliza la lombriz como animal de ensayo, ya que no basta solo con conocer que el pH sea adecuado, a veces hay sustancias químicas que no alteran el pH y son perjudiciales para las lombrices, como insecticidas, fungicidas y herbicidas. Esta prueba consiste en colocar cincuenta lombrices en una caja, con el alimento que se va a utilizar en los canteros o canoas. A las 24 horas se deben contar las lombrices vivas y si hay más de 49, el alimento puede utilizarse, mientras que si el número es menor el alimento no debe ser usado. La prueba de caja es de obligatorio cumplimiento antes de proceder a la alimentación de canteros y canoas. De no realizarse pueden ocurrir accidentes catastróficos en el cultivo.

- Diseño de una unidad de producción: según las características de la producción de humus que se va a realizar, se organizarán de distintas formas: la más generalizada para las producciones a mediana y gran escala es el uso de canteros y canoas. Para iniciar la producción de humus se pueden hacer canteros, canoas o literas, directamente sobre el suelo. En principio, se pueden delimitar con tablas, planchas de fibrocemento, caña brava, etc. Sus dimensiones pueden ser de 1 m a 1,8 m de anchura, 10 m de longitud o más, de acuerdo con las condiciones y la distribución que se desee hacer del área. En el caso de las producciones a mayor escala, las áreas de cultivos deberán diseñarse para lograr el máximo de eficiencia y productividad. El diseño de campo del lombricompostaje resulta de la conjugación armoniosa de los siguientes factores:
 - Cultivo de lombrices
 - Ubicación respecto a las fuentes de materia orgánica
 - Fuente de agua
 - Sombra natural o artificial
 - Manejo y mecanización
- Área de cultivo extensivo: es el área destinada a la producción de humus; su tamaño será variable según el nivel de producción. Para la selección del área de cultivo extensivo deben tomarse en cuenta los siguientes factores:
 - Terreno con buen drenaje sin accidentes, llano o con ligera pendiente.
 - Cercanía a una fuente de agua sin contaminación.
 - Establecimiento de sombra de ser necesaria.
 - Orientación N-S de los canteros y tomar en cuenta la dirección de los vientos reinantes.
 - Ubicación cerca de la fuente de materia orgánica y de los usuarios.
- Alimentación: la alimentación de las lombrices se realiza sobre todo con materia orgánica proveniente de las excretas de animales, preferiblemente vacuna, aunque

se puede utilizar también excreta porcina de los residuales del lecho de secado, y caprina, de carnero, chivo, oveja, conejo, equino, cachaza, pulpa de café, cáscara de arroz, tuza de maíz y otros. Además, se puede utilizar, aunque con investigaciones previas, los lodos de las plantas de tratamiento de residuales urbanos, desechos de plantas beneficiadoras de frutas y otros muchos desechos orgánicos, entre ellos el papel. Es necesario conocer que la lombriz de tierra es capaz de ingerir todos los materiales con excepción de metales, vidrio, plásticos y gomas. Todo el alimento debe ser administrado a la lombriz, con características que permitan su ingestión por succión, ya que la lombriz no tiene un aparato masticador. Por tanto, debe tener las siguientes características:

- pH alrededor del neutro.
- Grado de humedad que le permita su ingestión.
- Suficientemente desmenuzada y mullida.
- Sin presencia de sustancias tóxicas o dañinas para la lombriz.

Siempre y cuando se cumplan estos requisitos pueden suministrarse diferentes fuentes de materia orgánica y obtener buenos resultados al mezclarlas. Un efecto altamente beneficioso se ha observado con el papel, ya que está demostrado que un aumento en el contenido de celulosa en la alimentación favorece la reproducción. El papel, además, neutraliza el efecto de excretas con un pH alto y se recomienda utilizarlo habitualmente en la alimentación de las lombrices.

- Cantidad y periodicidad del alimento: la cantidad y frecuencia de alimento está en dependencia del tipo de materia orgánica, la densidad de lombrices y el manejo en el sistema de lombricompostaje. Esto determinará la altura del cantero, la cual por lo general debe alcanzar aproximadamente 60 cm en un período de 90 días. El grosor de las capas de alimentos depositadas en el cantero dependerá del tipo de materia orgánica que se va a utilizar como alimento para las lombrices. Los sustratos más compactos (con menos humedad), como estiércol caballar, ovino-caprino y otros, serán depositados en el cantero en capas de aproximadamente 5 cm a 10 cm. Cuando el sustrato contiene mayor cantidad de agua como el estiércol bovino, etc., la altura de las capas puede alcanzar de 15 cm a 20 cm. Para que se tenga una idea del consumo de materia orgánica que se puede necesitar en una unidad de explotación, se puede calcular que: por cada metro cuadrado, se necesitarán 2 t/año; y por cada tonelada de materia orgánica que se consume, se producirán de 500 kg a 600 kg de humus. Una forma simple de saber la necesidad de alimento es observando la superficie del cantero. Generalmente, el humus recién excretado por las lombrices tiene la apariencia de la borra de café y observando detenidamente este material se ve la formación de pequeños tabaquitos. Cuando la superficie presenta esta apariencia en su gran mayoría es síntoma inequívoco que es necesario alimentar. Esto sucede, porque las lombrices comen en la superficie en horas de la noche y constituye una señal indicadora de que han comido todo el alimento. Mediante esta observación podremos determinar con exactitud la frecuencia y el espesor de la capa de alimento que se debe aplicar.
- Riego: está en dependencia de las condiciones climáticas y la época del año. Se debe garantizar 80 % de humedad en el sustrato, durante todo el tiempo. Además, servirá también para controlar la temperatura, ya que las lombrices tampoco toleran que esta sea alta. Por ejemplo, en días calurosos y secos es posible que sea necesario regar hasta tres veces. El rango óptimo de temperatura está entre 20 °C y 28 °C, y se puede controlar a través del riego y la sombra. En caso de que las temperaturas sean muy bajas, será necesario arropar y regar lo menos posible sin perjudicar a los animales. La humedad de los canteros y canoas se obtiene con el

regadío, aunque si no se dispone de este se puede garantizar mediante manguera, regadera, etcétera.

- **Densidad de la población:** representa la cantidad de individuos presentes por unidad de área. La densidad de población de un cultivo de lombrices puede llegar a su clímax cuando las condiciones para su desarrollo son óptimas. Cuando en un área pequeña hay alta densidad de población, los alimentos comienzan a escasear y el espacio vital se reduce dominando los individuos más fuertes y mejor adaptados. En estos casos puede observarse migraciones de las poblaciones adultas y escasez de huevos en el cultivo, entre otros fenómenos. Para realizar el muestreo y conocer la densidad de población se debe utilizar un monolito para sacar muestras; con él se extrae un bloque del material que se va a muestrear, de la profundidad deseada, con un área de 20 cm x 20 cm (400 cm²). Aunque se recomiendan estas medidas, se pueden utilizar otras, la única condición es que este tenga 10 cm de altura y conocer el área (figura 74). Las muestras se deben sacar de cada uno de los extremos del cantero o la canoa, según el tamaño y siempre en horario de la mañana. Posteriormente, se vierten en bolsas de nailon, señalando con claridad a qué parte del cantero pertenecen, para llevar el control del número de lombrices y capullos sin dificultad, y de esta forma hacer las comparaciones necesarias entre las muestras y los muestreos. El conteo del número de lombrices y capullos nunca debe ser pasadas las 24 horas de sacada la muestra, ya que se pudiera afectar la población. En la muestra tomada se cuentan las lombrices adultas, juveniles y los capullos. Los datos se deben expresar en m², ya que de esta forma se pueden establecer comparaciones. Para llevar los datos de un área de 400 cm² a 1 m² solo se necesita multiplicar los valores obtenidos por 25. Por ejemplo: Número de adultas x 25 = Adultas/m²; Número de juveniles x 25 = Juveniles/m²; y Número de capullos x 25 = Capullos/m². Si la población de lombrices tiene todas las condiciones que necesita para su desarrollo habrá una densidad superior a las 20 mil lombrices x m². El número de capullos debe estar por encima de las 500/m². Los individuos adultos deben representar el 40 % del total de lombrices. Los juveniles, el 60 %. Los muestreos se deben realizar mensualmente para saber cómo se va desarrollando el cultivo de lombrices. Otro dato que proporciona el muestreo es la relación entre juveniles y adultas. En una población sana deben encontrarse todos los estadios de vida de las lombrices. Cuando una población solo tiene lombrices adultas es que no hay reproducción y cuando solo hay juveniles, las condiciones son adversas, ya que este estadio es el más resistente.



Fig. 74 Toma de muestras para evaluación de la población.

- **Procedimientos para extender el cultivo de la lombricultura:** una vez que se ha efectuado el muestreo y ha brindado las cantidades óptimas de lombrices, se procede a la ampliación del cultivo que se conoce como “desdoble”.
- **Extensión del pie de cría:** se divide la canoa en dos partes, transversalmente, y se sacan los 10 cm superiores de la primera mitad, cubriendo con excreta nuevamente toda la superficie y regándose para facilitar la humedad necesaria. La capa de 10 cm extraída se pone en una nueva canoa, pasada una semana se repite la operación transfiriendo la nueva capa de estiércol a otra canoa de la forma ya explicada. A la tercera semana, se repite la operación hacia la segunda canoa y no se alimenta, ya que la parte inferior, o sea, la restante es el humus, el cual se extraeconteniendo aproximadamente 5 % de lombrices. Terminada esta operación

en la canoa original se esparce la mitad restante hacia toda la canoa y se aplican 10 cm de excreta vacuna u otro alimento. De esta forma se obtienen dos nuevas canoas de pie de cría, a partir de la canoa original.

- **Extensión de canteros o canoas:** cuando el cantero alcance densidades superiores a las 20 mil lombrices por metro cuadrado se procede a la extensión. Se realiza de manera muy parecida a la descrita para la canoa y su objetivo es aumentar el área de cultivo. Para iniciar la extensión parcial se preparan tres nuevos canteros de 10 cm a 15 cm de altura del alimento que se va a utilizar. Al llegar el momento del desdoble se alarga el último proceso de alimentación a 15 días, en vez de a 10 días, como se acostumbra para lograr hambre en la lombriz y que suban la mayor cantidad posible al nivel entre 0 cm y 10 cm. Se transportan los primeros 10 cm de la capa superior del cantero, esparciéndose en otro cantero nuevo que se ha preparado para recibir este contenido. Se alimentan ambos canteros, en toda su superficie, tanto el recién formado como al que se le extrajeron los 10 cm. A la semana siguiente se repite la operación que sería la segunda, se alimenta y riega, y se continúa hasta un tercer paso en que se han trasladado las restantes lombrices. La preparación, la alimentación, el riego y el mantenimiento de las áreas de cultivo con todos los requerimientos necesarios, son fundamentales para lograr el feliz establecimiento del cultivo de la lombriz.
- **Cosecha del humus y de las lombrices:** la cosecha se realizará con no más de 4 meses de permanencia en el cantero y 60 cm de altura. Esta consiste en separar el humus de las lombrices, aunque se recomienda realizarla cuando el cantero alcanza los 60 cm de altura; se puede hacer antes, según la necesidad del productor, pero nunca por encima de los 60 cm. Esto garantizará un rendimiento estimado de 0,75 t/m²/año.

Métodos de cosecha:

- **Método con malla (figura 75):** la cosecha puede realizarse de diferentes formas, aunque la más efectiva es colocando una malla en la superficie del cantero y depositando el alimento sobre esta; al cabo de 3 o 4 días, cuando las lombrices suban a comer (lo cual se aprecia visualmente), se retira la malla y con ella las lombrices. Esta operación se repite cuantas veces sea necesaria.
- **Método por raspado (figura 76):** manualmente se extraen los 10 cm superiores de toda la superficie de la canoa, con ayuda de una pala y un vagón; se vierte ese contenido en una canoa de nueva creación; se alimentan y se riegan. En la segunda semana se extraen otros 10 cm de la misma canoa o canteros, se depositan en una segunda canoa de nueva creación, se alimentan ambas y se riegan, entonces las lombrices subirán a la excreta a comer de ella. En la tercera semana se extraen los últimos 10 cm superiores, donde queda aproximadamente el 5 % de las lombrices. De esta forma se extrae el humus que está en el fondo de la canoa o cantero.



Fig. 75 Método de cosecha de lombrices con malla.



Fig. 76 Método del raspado.

- Método de la pirámide: se extraen los primeros 10 cm del cantero caona y se exponen al sol en forma de cono. Al cabo de 20 o 30 minutos se abre el cono y se extraen las lombrices agrupadas en el centro y en el fondo separado del humus.
- Método de tamizado (figura 77): consiste en hacer pasar el material extraído de la superficie del cantero por tamices que permitan separar el humus de las lombrices.



Fig. 77 Método de tamizado.

- Almacenamiento del humus de lombriz: los estudios realizados hasta la fecha, en lo que concierne al almacenamiento del humus una vez cosechado, independientemente de las formas que se utilicen, demuestran que después de los 9 meses se producen pérdidas en su calidad. Para evaluar la categoría del humus se establecen varias categorías con parámetros bien definidos:
 - Superior: más del 50 % de MO y C/N de 10 a 15.
 - Primera: 40 % a 49 % de MO y C/N de 15 a 20.
 - Segunda: 30 % a 39 % de MO y C/N de 20 a 25.
 - Tercera: menos de 30 % de MO y C/N mayor de 25.
- Medidas sanitarias: el cumplimiento de las medidas sanitarias en el trabajo con el cultivo de las lombrices es muy importante, ya que se trabaja con excreta y estos materiales son potencialmente portadores de parásitos y enfermedades, por tanto, se debe tener en cuenta:
 - Trabajar con guantes de goma y botas de goma que se puedan dejar en el lugar de trabajo.
 - Aseo intenso de las manos con jabón amarillo o desinfectante, preferentemente, y cepillar bien las uñas cada vez que se termine el trabajo o antes de ingerir algún alimento.
 - No se puede fumar mientras se está trabajando.
 - La ropa utilizada debe permanecer en el área.

Ventajas y beneficios de la lombricultura

Para emprender la producción de humus de lombriz (figura 78) es importante tener en cuenta el impacto práctico de esta tecnología. Se pueden citar algunos aspectos como:

- Es un auténtico fertilizante biológico que actúa como generador del suelo, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas.
- Es de seis a siete veces más efectivo que cualquier otro fertilizante.
- Protege a las plantas, aumentando sus defensas, por el aporte que hace equilibrado de vitaminas fitorreguladoras naturales, auxinas, enzimas, micro y macroelementos, ácidos húmicos y fálcos.
- Permite la continuidad del cultivo sin necesidad de adquirir más lombrices.

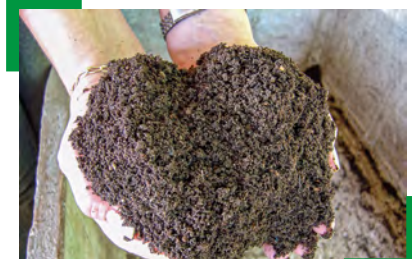


Fig. 78 Lombricompost o humus de lombriz listo.

- Ofrece fuente de ingreso por la venta de humus, lombrices y harina.
- El humus de lombriz es un abono orgánico abundante en nutrientes. Por esta razón puede ser utilizado en dosis más bajas que el resto de los abonos orgánicos garantizando la fertilidad de suelos y sustratos.

La cantidad que se va a emplear depende de la modalidad de cultivo que se desarrolle. A continuación, se recomiendan algunas dosis de humus:

Huertos familiares: 600 g/m²

Flores: 20 g/planta a 50 g/planta

Césped: 500 g/m²

Macetas: 8 cucharadas por maceta

Plantas medicinales: 30 g/planta a 40 g/planta

Organopónicos y huertos intensivos: de 0,6 kg/m² a 1,0 kg/m²

ANEXOS

Anexo 1. Implementos necesarios para el trabajo en huertos, organopónicos, patios y parcelas

Los implementos destinados a las labores agrícolas o como apoyo a todo el quehacer en la obtención de alimentos, constituyen un aliado en el rigor técnico que debe predominar en estas modalidades de producción. Por lo general, son: palas, tijeras, rastrillos, carretillas, cuchillos, sistema de riego, cintas métricas, báscula de 20 kg, bomba fumigadora, juegos de jardinería entre otras. Todos los implementos se limpiarán después de cada uso y posteriormente se colocarán bajo techo para evitar su deterioro.

Anexo 2. Relación de biopreparados comerciales, dosis y función que realiza

Biopreparado	Dosis	Función que realiza
AZOMEG	De 1 L/ha a 2 L/ha	Fijación de N, solubilización de P en el suelo y estimulación del crecimiento vegetal.
DIMAZOS	De 1 L/ha a 2 L/ha	Fijación de N, más estimulación del crecimiento en gramíneas, en especial el arroz.
DIMABAC	De 1 L/ha a 2 L/ha	Fijación de N. Estimula y controla enfermedades con énfasis en el complejo de hongos del suelo.
ACESTIM	De 1 L/ha a 2 L/ha	Enófilo, fijador de nitrógeno y estimulador del crecimiento vegetal.
FOSFORIINA PLUS	De 1 L/ha a 2 L/ha	Fijador de N, solubiliza P y estimulador vegetal.

Anexo 3. Productos biológicos comerciales para el control de enfermedades

Para el control de Damping off; *Cladosporium*, *Pseudoperonospora cubensis*; *Eryshiphe cichoracearum*, se pueden usar los productos preparados a base de *Trichoderma spp*: SELECTIVE, TRIFESOL Y TRICOSAV, de la forma siguiente:

- Al suelo:
 - Líquido en dosis de 40 L/ha
 - Sólido en dosis de 20 g/m², 8 kg/40 L
- A la semilla:
 - Líquida en dosis de 100 mL/L
 - Sólida en dosis de 20 g/L de suspensión
 - Sumergir la semilla 10 minutos, secar y se puede almacenar por 45 días
- A posturas:
 - Igual que la semilla

Para el control de *Alternaria solani*; *Phytophthora infestans*; *Peronospora tabacina*; *Uromyces phaseoli* y *Pseudoperonospora cubensis*, se puede usar el producto preparado a base de *Pseudomonas aeruginosa*: GLUTICID, de la forma siguiente:

- Aplicaciones foliares en polvos humedecibles (PH)

Para el control de *Botrytis*; *Oidium*; *mildiu*; *Fusarium spp*; *Rhizoctonia spp*, *Alternaria spp* y *Stenphylium spp*, se puede usar el producto preparado a base *Bacillus subtilis*: KODRAC:

- Líquida al 20 % en forma de polvos humedecibles (PH)

Para el control de *Antracnosis*, *mancha púrpura*, *Botrytis*; *mildiu vellosos*, mancha foliar, tizón temprano, pudrición del fruto, se puede usar el producto preparado a base humus: HUMUS:

- Aplicaciones foliares en dosis de 1 L/ha a 2 L/ha

Bibliografía

- ABAD BERJÓN. (1993). *Sustratos, características y propiedades. Cultivos sin suelo*. Centro Superior de Especialización. Canovas Martínez Fco. y Díaz Álvarez José R. Editorial Almería España.
- ACTAF. 2003. CEE. (1991). *Reglamento CEE No. 2092/91 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios*.
- ACUÑA GALÉ J. (1974). *Plantas indeseables en los cultivos cubanos*. Instituto de Investigaciones Tropicales (INIFAT). Academia de Ciencias de Cuba. La Habana. 240 p.p.
- AROZARENA DAZA N. Y GONZÁLEZ BAYÓN ROSALÍA. (2006). *Indicaciones metodológicas para la producción hortícola en condiciones de Cultivo Semiprotegido*. INIFAT. No publicado. La Habana. 11 p.
- BRUNER S.C. SCARAMUZZA L.C., OTERO A.R. (1975). *Catálogo de los insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba*. Academia de Ciencias de Cuba. 399 p.p.
- BURÉS, SILVIA. *Sustratos*. (1997). Madrid. España. 342 pp.
- CAÑET F. M., GORDILLO M., VEGA M. Y C BERNAL. (2002). *Aseguramiento de la calidad y la inocuidad de la finca a la mesa de frutas y vegetales frescos*. Memorias. Agroplasticultura 4to Congreso del Comité Iberoamericano de Desarrollo y aplicaciones de los plásticos en la Agricultura. Varadero, Cuba.
- CAÑET, F.M. Y COAUTORES. (2001). *La calidad higiénico-sanitaria de frutas y vegetales frescos. Un reto de la Agricultura Orgánica*. Conferencia. IV Encuentro de Agricultura Orgánica. ACTAF.
- CAÑET, F.M., GORDILLO, M. Y C. BERNAL. (2002). *Calidad y seguridad de frutas y vegetales de la finca a la mesa*. Ponencia. Fórum Tecnológico de Aseguramiento de la Calidad del Programa Alimentario en Sancti Espíritus. (Gran Premio).
- CAÑET, F.M.; VEGA, M.; GORDILLO, M Y PEÑA, E. (1991). *Importancia del aseguramiento de la calidad e inocuidad en las producciones orgánicas de frutas y vegetales*. V Encuentro de Agricultura Orgánica. La Habana.
- CAÑET, FM Y COAUTORES. (1997). *Curso de Poscosecha*. Agencia Española de Cooperación Internacional- Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT). Cuba. 199p.
- CARRIÓN, MIRIAM Y COAUTORES (1997). *Sustratos para organopónicos comportamiento de diferentes mezclas*. Evento AGRONAT 97-Universidad de Cienfuegos. 7 p.
- CARRIÓN, MIRIAM. Y COAUTORES. *Hidroponía Orgánica en Cuba*. (1996). Curso Taller Internacional de hidroponía. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria. La Molina. pp 16-34.
- CASTRO FIDEL. (1996). *La Agricultura en Cuba*, Tomos I, II y III. Editora Política. La Habana.
- CASTRO RAÚL. (Diciembre 1997). *"Desatar los nudos que atan el desarrollo de las fuerzas productivas"*. Versión de las palabras del General del Ejército Raúl Castro con motivo del X Aniversario de los Organopónicos. La Habana.
- CID BALLARÍN, MARÍA DEL CARMEN (1993). *Materiales utilizados en la elaboración de sustratos*. Revista Agrícola Vegetal. (141).pp 492-500.
- CISNEROS, E. (2005) *Como explotar eficientemente los sistemas de riego más utilizados en la Agricultura Urbana*. Memorias del IV Encuentro Nacional de La Agricultura Urbana, 20 p.
- COMISIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS (2002). *Informe de la décima reunión del comité del codex sobre frutas y hortalizas frescas*. Ciudad de México, México, 10-14 de junio (EURE) <http://www.eurep.org>. FAO- OMS Codex Alimentarius.
- COMPANIONI N Y COAUTORES. (2003). *Tecnologías de producción para posturas en cepellón*. ACPA-AAA-INIFAT. La Habana. 40 p.
- COMPANIONI N Y COLABORADORES. (1996). *Los Fertilizantes Orgánicos: Vínculo Fundamental entre la Crianza de Animales y los Cultivos en la Agricultura Urbana*. Primera Reunión Regional sobre disminución del impacto ambiental de la producción animal intensiva en zonas periurbanas. República Dominicana. FAO-JAD. 12 p.
- COMPANIONI N. Y COAUTORES (1996). *El Huerto Intensivo en la Agricultura Urbana de Cuba*. Conferencia. Seminario Taller Regional. La Agricultura Urbana y el Desarrollo Rural Sostenible. La Habana.
- COMPANIONI N. Y COAUTORES (1999). *El extensionismo en la Agricultura Urbana*. Revista Latinoamericana de Desarrollo Rural. Año IV, No. 5. pp. 70- 79.
- COMPANIONI N. Y COAUTORES. (2006). *Sustratos: Su composición y propiedades, fertilidad y restitución de la fertilidad*. Conferencia en Curso Conjunto MINAZ-Minag sobre la tecnología de Cultivo semiprotegido. La Habana.pp.12-17.
- COMPANIONI N. Y COAUTORES. *La Agricultura Urbana en Cuba*. (2001). Transformando el Campo Cubano. Fitotécnica General. ACTAF-Food First-CEAS. p.p 103-109.
- COMPANIONI, N. Y COAUTORES. (1999). *La producción de alimentos en las ciudades de Cuba y su impacto en la población*. Estructura y fundamentos orgánicos. III Curso de Agricultura Tropical. La Habana. pp. 98-117.
- COMPANIONI, N. Y COAUTORES. (1999). *La Agricultura Urbana en Cuba*. Revista Latinoamericana de Desarrollo Rural. No. 4 (5). pp. 47-53.
- CONSUELO HERRERA Y NIDIA CARABALLO. (1991). *Horticultura*. Editorial Pueblo y Educación.
- CRITCHLEY WRS, REIJ C. (1989). *Water harvesting for plant production: Part 2, case studies and conclusions from sub-Saharan Africa*.
- CUN, R., RAMÓN PÉREZ, LEIRA. (2002). *Técnicas de captación de agua de lluvia para el riego de la Agricultura Urbana*. Agricultura Orgánica. 8 (1): 4-6.

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE. IIRD. (2004). *Reglamento para la organización, operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje*, pp. 37-50.
- FAO. (1993). *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos*. Manual de Capacitación Opción de la FAO, América Latina y el Caribe. Santiago Chile 183 pp.
- FAO. (1999). *Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos para alimentos*. CAC/GL-21(1977). pp. 61-74.
- FONSECA, J., JORGE R. PÉREZ LIMA. (2005). *Riego por aspersión*. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. 27-30 pp.
- FUSTER CHEPE E. (2006). *Diseño de la Agricultura Urbana Cubana*. Revista Agricultura Orgánica. No. 2.
- GONZÁLEZ BAYÓN, ROSALÍA (1995). *Manejo de la Nutrición Vegetal. Caracterización física y química de los sustratos*. Memorias Primer Encuentro de Agricultura Urbana y su Impacto en la alimentación de la Comunidad.
- GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA. (Diciembre 2003). *Ministerio de la Agricultura*. Informe a la Asamblea Nacional del Poder Popular. La Habana 88 p.
- GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA. (2003). *Lineamientos para el Subprograma de la Agricultura Urbana para el año 2003 y Sistema Evaluativo*. La Habana. 96 p.
- GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA. (2006). *Tecnología de Cultivo Semiprotegido*. Guías técnicas de consulta. La Habana. 77 p.
- INFANTE, A. (1986). *Descripción de un sistema de producción intensivo de hortalizas*. Facultad de Agronomía. Universidad de Chile.
- INFANTE, A. (1992). *Descripción de un sistema de producción intensivo de hortalizas a nivel familiar bajo tecnología orgánica*. Reviata Agroecología y Desarrollo. CLADES. No. 2/3. pp. 57-59.
- INIFAT. (1996). *La tecnología de Organopónicos en Cuba*. Conferencia en Seminario Taller Regional. La Agricultura Urbana y el Desarrollo Rural Sostenible. La Habana.
- JORDÁN MORALES A. (2000, 2003, 2005-2007). *Lineamientos para los Subprogramas de la Agricultura Urbana*. Sistema Evaluativo. Ministerio de la Agricultura. La Habana 96 p; 138 p; 150 p.
- MARTÍNEZ C, MARTÍNEZ J. C. (2001). *Lombricultura y agricultura orgánica*. Memorias. IV Encuentro de Agricultura Orgánica. ACTAF. La Habana. 293-294p.
- MARTÍNEZ RODRÍGUEZ FRANCISCO, Y COAUTORES. (2001). *Basura Urbana, Lombricultura y el peligro de contaminación de sus productos*. Memorias 2do Congreso Iberoamericano de Química y física ambiental, Varadero, 102 p.
- MARTÍNEZ, R.F. Y COAUTORES. (2003). *Lombricultura: Manual Práctico*. La Habana. 99p.
- MAYEA SILVERIO, S. (1993). *Instructivo para la elaboración de compost (Biotierra) a partir de desechos de la agricultura mediante el uso de inóculos microbianos*. Editado Minag. 14p.
- MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. (2000). *Manual Técnico de organopónicos y Huertos Intensivos*. 145p.
- MOISÉS SIO WONG. *General y Agricultor, una experiencia (2006)*. Revista Agricultura Orgánica. No. 2, La Habana. 15 p.
- NOVA, A. *La Agricultura cubana previo a 1959 hasta 1990. Transformando el Campo Cubano. Avances de la Agricultura Sostenible*. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF). La Habana.
- OBREGÓN, M. (1997). *Manejo poscosecha de productos hortícolas*. Instituto Nacional de Aprendizaje, Núcleo de Formación de Servicios Tecnológicos Agropecuarios San José Costa Rica 92 p.
- ORICINA REGIONAL DE LA FAO AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. (1992). *Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate*. Santiago de Chile. pp. 413.
- ORTEGA SASTRIGUES, F. (1985). *Composición fraccional del humus en suelos de Cuba*. Tesis para opción del grado a Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Suelo. La Habana Cuba.
- PANEQUE, V. M. Y CALAÑA, J. M. (2001). *Valor fertilizante de los residuales líquidos de la industria azucarera y sus derivados*. Memorias. IV Encuentro de Agricultura Orgánica. ACTAF. La Habana. 163 p.
- PANEQUE, V. M. (1998). *Abonos orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación*. La Habana, 3 p.
- PENÁ, T. E.; CARRIÓN, R.M; MARTÍNEZ, F.; NODALS, R.A.; COMPANIONI, C.N. (2002). *Manual para la producción de abonos orgánicos en la Agricultura Urbana*. La Habana. Cuba. INIFAT. 102p.
- PEÑA TURRUELLAS ELIZABETH. (1995). *La Cachaza como sustrato en Organopónicos*. Conferencia en Segundo Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana.
- PEÑA, E.; COMPANIONI, N.; CARRIÓN, M. Y RODRÍGUEZ, A. (1999). *La materia orgánica: Factor decisivo en la fertilidad de los suelos y sustratos*. Memorias. III Curso de Agricultura Tropical. La Habana. pp. 135- 157p.
- PEÑA, E.; COMPANIONI, N.; CARRIÓN, M. Y RODRÍGUEZ, A. (2000). *Abonos Orgánicos: Su producción y manejo*. Memorias. Seminario-Taller. FIDA-MINAG-CIARA. pp. 16-25p.
- PEÑA, T.E. (2006). *Caracterização do húmus e da farinha de minhoca obtidos a partir de dois processos de vermicompostagem com diferentes resíduos orgânicos*. 126f. Tese (Doutorado em Agronomia-Produção Vegetal). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil.
- PEÑA, R. (2001). *Los métodos de obtención de abonos orgánicos a partir de los residuales de la industria del cítrico, impacto sobre el medio ambiente y su evaluación*. Memorias. IV Encuentro de Agricultura Orgánica. ACTAF. La Habana, 292p.

- PÉREZ CONSUEGRA, NILDA. (2004). *Manejo Agroecológico de Plagas*. Ed. CEDAR La Habana 296 p.
- PRIMAVESI, ANA. (1992). *Agricultura Sustentable*. Manual do produtor rural. Nobel Sao Paulo.142 p.
- RODRÍGUEZ NODALS A. (2003). *Manual de Agricultura Orgánica Sostenible* FAO- INIFAT. pp. 75-76.
- RODRÍGUEZ NODALS A. (2003). *Manual de Agricultura Orgánica Sostenible*. FAO-INIFAT. pp. 77- 82.
- RODRÍGUEZ NODALS A. *Generalidades sobre el Cultivo Semiprotegido en Cuba*. (2006). Tecnología de Cultivo semiprotegido. pp. 2-4.
- RODRÍGUEZ NODALS A. Y COAUTORES. (2003). *Tecnología para los huertos intensivos de boniato Ipomea batatas (Lin) Lam, en rotación con hortalizas*. Impresiones Ministerio de la Agricultura. 12 pp.
- RODRÍGUEZ NODALS ADOLFO (2005). *La Agricultura Urbana en Cuba, retos y perspectivas*. Conferencia en Polo Científico del Oeste, La Habana, 15 pp.
- RODRÍGUEZ NODALS, A. *La huerta organopónica cubana*. (2003). *Manual de Agricultura Orgánica Sostenible*. INIFAT-FAO pp. 65-71. La Habana.
- RODRÍGUEZ NODALS, A. (2000). *La Agricultura Urbana en Cuba, avances y desafíos*. Conferencia. Polo Científico del Oeste. La Habana 29 p.
- RODRÍGUEZ, N. A.; COMPANIONI, N.; CARRIÓN, R. M. Y PEÑA, E. (2001). *Guía práctica para el uso y manejo de la materia orgánica en la agricultura Urbana*. Ministerio de la Agricultura. La Habana, 8p.
- Sistema de Análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación*. (1977). Anexo al CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3 (1977) 45-59 pp.
- TEXTOS BÁSICOS. (1977). *Higiene de los alimentos*. Código internacional recomendado de Prácticas-Principios generales de higiene de los alimentos CAC/RCP-1. (1969). Rev. 3. pp. 1- 43.

La red cubana de organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida, fundada hace 33 años, está presente en áreas urbanas y suburbanas de la Isla, con sus producciones de vegetales y condimentos frescos, junto a los aportes de patios, microhuertos caseros y parcelas, para la familia y el barrio, la cual contribuye a satisfacer la demanda de la población con alimentos nutritivos y saludables. Con una base agroecológica, este modelo de producción favorece la sostenibilidad territorial, ya que utiliza recursos e insumos de la localidad y materializa así los principios de la soberanía alimentaria.

Por su importancia y aplicación, esta resulta la octava edición del *Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida*, para apoyar técnicamente a los productores con esta versión actualizada y ampliada, que recoge en una breve síntesis los saberes científicos de numerosas instituciones integrantes del Grupo Nacional de la Agricultura Urbana Suburbana y Familiar.

